

镧对西瓜幼苗抗冷性的影响

孙吉庆¹, 陈 可¹, 师进生², 刘润进¹, 李 敏¹

(1. 青岛农业大学 菌根生物技术研究所, 山东 青岛 266109; 2. 青岛农业大学 化学与药学院, 山东 青岛 266109)

摘 要:以西瓜品种“京欣4号”为试材,用浓度为200 mg/L的LaCl₃溶液处理三叶一心时期的西瓜幼苗,然后置于低温(昼12℃/夜6℃)、亚低温(昼18℃/夜10℃)和常温(昼30℃/夜20℃)条件下培养,5 d后测定西瓜幼苗叶片的叶绿素、脯氨酸、可溶性糖和丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)以及过氧化氢酶(CAT)活性,以研究镧(Lanthanum)对西瓜(*Citrullus lanatus*)幼苗耐冷性的影响。结果表明:在低温和亚低温条件下,镧能提高西瓜幼苗叶片中叶绿素、可溶性糖、脯氨酸含量及SOD、POD和CAT的活性、减少MDA的积累,提高西瓜的耐冷性。

关键词:西瓜;镧;抗冷性

中图分类号:S 651 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)24-0012-04

西瓜(*Citrullus lanatus*)原产非洲地区,喜高温、强光,生长最适温度为20~32℃,可生长最低和最高温度分别为18℃和35℃^[1]。近年来,随着保护地蔬菜栽培的发展,各地越来越多地利用保护设施进行西瓜早熟栽培,并且取得了明显的经济效益。西瓜在早春和冬季保护地种植时,常受低温影响,包括0℃左右的低温与低于15℃的亚低温,低温胁迫会导致西瓜生理生化代谢异常,严重影响西瓜的正常生长以及产量形成^[1]。

我国稀土资源丰富,约占世界储量的43%^[2]。20世纪70年代我国已开始了稀土农用试验,经过近40 a的研究,人们对植物吸收累积稀土元素的规律、稀土的作用及机制等方面都有了一定的认识,为稀土的科学合理施用提供了依据^[2]。目前稀土元素已被开发出许多产品,广泛用于大田作物、果树、蔬菜、花卉、畜牧和养殖等方面,并取得了良好的效果^[3]。镧作为稀土元素之一,在有机体中含量很少,但对生命活动具有重要的调节作用。近年来,稀土微肥已在许多地区推广,但稀土微肥在西瓜生产上的应用研究较少,稀土微肥对西瓜的作用机理更少见报道。已有对其它植物的研究表明,适当浓度的稀土元素能提高低温胁迫下植物体内脯氨酸含量,降低MDA的含量,提高抗氧化酶活性,提高植物

抗冷性^[4-5];另外,镧元素可以增加叶绿素含量,提高叶片光合能力,对植物的生长发育和产量形成具有重要作用^[6-8]。鉴于稀土镧在促进植物生长发育及提高抗逆性方面的积极作用以及西瓜冷害的现状,有必要系统地研究稀土对西瓜抗冷性的影响。该试验针对设施栽培西瓜生产中存在的低温冷害问题,以“京欣4号”西瓜幼苗为材料,研究了稀土元素镧对提高西瓜幼苗抗冷性的作用效果及其生理基础,为镧在西瓜生产上的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为西瓜品种“京欣4号”。育苗基质为进口草炭:珍珠岩:蛭石(3:1:1)。营养钵栽培体积约为100 mL,用75%的酒精擦拭消毒,待酒精挥发完全后装基质。在营养钵中按常规方法播种育苗,常规管理,培养至三叶一心。

1.2 试验方法

试验在青岛农业大学日光温室中进行。2012年3月27日,55℃温汤浸种,28℃恒温催芽。2012年3月29日播种,昼温27~30℃,夜温15~18℃培育幼苗。待幼苗生长到三叶一心时选择生长一致的幼苗进行处理。在低温处理前用浓度为200 mg/L的LaCl₃溶液充分均匀的喷施于西瓜幼苗叶片,对照组用蒸馏水代替镧溶液,隔48 h喷1次,共喷施3次。2012年5月5日将西瓜幼苗置于光照培养箱中,光照强度为150 μmol·m⁻²·s⁻¹。试验设6个处理:低温蒸馏水(CK1);亚低温蒸馏水(CK2);常温蒸馏水(CK3);低温镧处理(L+La);亚低温镧处理(SL+La);常温镧处理(La),每个处理30株,完全随机

第一作者简介:孙吉庆(1986-),男,山东昌邑人,在读硕士,研究方向为蔬菜栽培生理。

责任作者:李敏(1964-),女,山东龙口人,博士,教授,现主要从事蔬菜栽培生理研究工作。E-mail:minli@qau.edu.cn

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2011BAD12B03-05);山东省现代农业产业技术体系专项资助项目(2010~2013)。

收稿日期:2012-08-22

排列。不同温度处理 5 d, 低温(昼 12℃/夜 6℃)、亚低温(昼 18℃/夜 10℃)和常温(昼 30℃/夜 20℃), 取每个处理的第 3、4 片西瓜真叶, 液氮冷冻, 放 -40℃ 超低温冰箱保存。

1.3 项目测定

丙二醛(Malondialdehyde, MDA)含量采用硫代巴比妥酸比色法测定; 游离脯氨酸(Proline, Pro)含量采用酸性水合茚三酮法测定; 过氧化物酶(Peroxidase, POD)活性采用愈创木酚法测定; 超氧化物歧化酶(Superoxide, SOD)活性采用氮蓝四唑(NBT)法测定; 过氧化氢酶(Catalase, CAT)活性采用紫外吸收法测定; 可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定; 叶绿素含量采用 95% 乙醇浸提分光光度计测定, 参照王学奎的试验方法^[9]。

1.4 数据分析

采用 Excel 软件和 DPS v 7.01 版 LSD 法对所有试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同温度下镧对西瓜幼苗叶绿素和丙二醛含量的影响

叶绿素含量是植物的基本生理指标之一, 能反映光合能力的大小。由图 1 可知, 随着温度的降低, 镧处理组与对照中西瓜叶绿素含量均呈现降低趋势, 但是经镧处理后在低温、亚低温和适温条件下比对照的叶绿素含量分别提高了 6.4%、9.5% 和 10.5%, 而且均达到显著差异水平。表明在不同温度条件下镧均具有提高西瓜叶绿素含量的作用, 这种提高作用在适温条件下表现的最为显著。

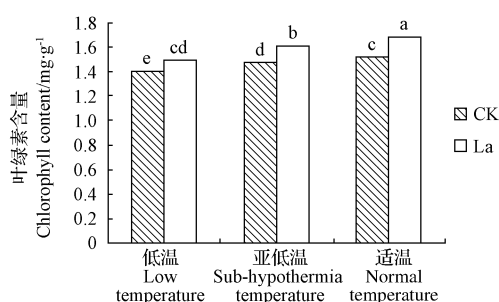


图 1 不同处理对西瓜幼苗叶绿素含量的影响

注: 不同小写字母表示 $P < 0.05$ 水平差异显著性。下同。

Fig. 1 Effect of different treatments on chlorophyll content of watermelon seedlings

Note: Different small letters indicate significant difference at 0.05 level.

The same below.

由图 2 可知, 低温和亚低温条件下, 镧处理的西瓜植株 MDA 含量分别低于对照 14.3% 和 14.6%, 差异显著。常温条件下, 镧处理与对照之间差异不显著。并且无论是否经过镧处理, 低温和亚低温条件下, MDA 含量均显著高于适温。说明, 低温导致了 MDA 累积, 并且在

低温和亚低温条件下, 镧均能显著地减少 MDA 的累积, 这种减少作用在适温条件下并不显著。

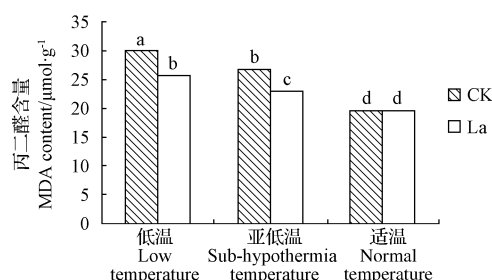


图 2 不同处理对西瓜幼苗丙二醛含量的影响

Fig. 2 Effect of different treatment on MDA contents of watermelon seedlings

2.2 不同温度下镧对西瓜脯氨酸和可溶性糖含量的影响

低温能够促进植株组织中脯氨酸的积累。由图 3 可知, 随着温度降低, 对照与镧处理植株组织中脯氨酸含量均呈现升高趋势。低温和亚低温条件下, 经过镧处理的植株脯氨酸含量分别高于对照 9.6%、29.2%, 且差异显著。适温条件下, 镧处理后脯氨酸含量高于对照 4.9%, 但未达显著差异水平。表明在不同温度条件下镧处理均有利于脯氨酸的积累, 而且这种累积作用在低温和亚低温条件下表现的更为显著。

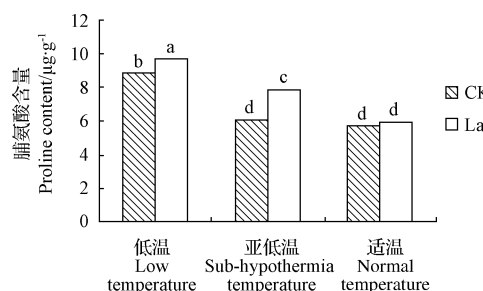


图 3 不同处理对西瓜幼苗脯氨酸含量的影响

Fig. 3 Effect of different treatments on proline content of watermelon seedlings

低温可促进可溶性糖的积累。由图 4 可知, 随着温度的降低, 对照与镧处理植株组织中可溶性糖含量均呈升高趋势。低温、亚低温以及适温条件下, 经过镧处理的植株可溶性糖含量分别高于对照 24.5%、46.0% 和 28.5%, 且差异显著。表明在不同温度条件下镧处理均有利于植株可溶性糖的积累。

2.3 不同温度下镧对西瓜超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性的影响

由图 5 可知, 随着温度的降低, 西瓜叶片 SOD 活性有升高的趋势, 并且温度和镧对 SOD 的活性都有显著影响。在低温和亚低温条件下, 镧处理比对照的 SOD 活性分别提高了 13.6% 和 13.2%, 二者差异显著。表明在低温和亚低温条件下, 镧能显著地提高叶片 SOD 活性。常温条件下, 镧处理与对照的 SOD 活性无显著

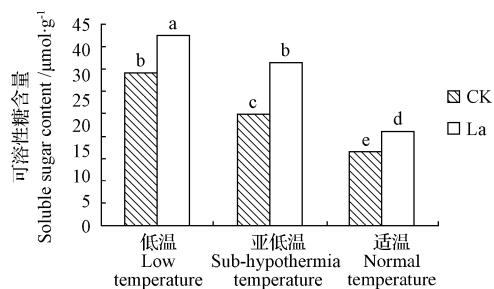


图4 不同处理对西瓜幼苗可溶性糖含量的影响

Fig. 4 Effect of different treatments on soluble sugar content of watermelon seedlings

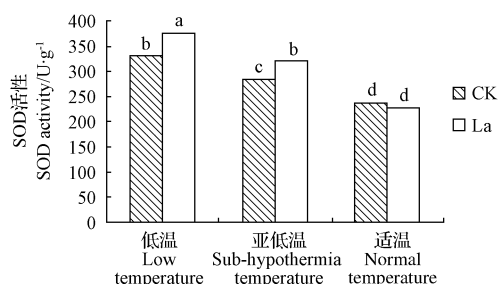


图5 不同处理对西瓜幼苗 SOD 活性的影响

Fig. 5 Effect of different treatments on SOD activity of watermelon seedlings

差异。

由图6可知,随着温度的降低,POD活性有升高趋势。低温和亚低温条件下,镧处理植株POD活性分别高于对照10.7%和15.1%,且差异显著。常温下镧对POD活性没有显著影响。表明在低温、亚低温条件下镧均有利于提高西瓜的POD活性,这种提高作用在亚低温条件下表现的更为显著。

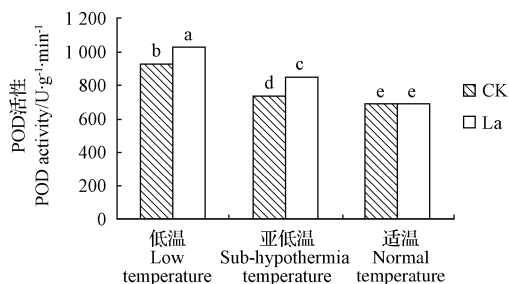


图6 不同处理对西瓜幼苗 POD 活性的影响

Fig. 6 Effect of different treatments on POD activity of watermelon seedlings

由图7可知,随着温度的降低,CAT活性有升高趋势。镧处理植株在低温和亚低温条件下CAT活性分别高于对照9.4%和4.0%,差异显著。不同温度下镧处理均能提高西瓜幼苗CAT活性,适温条件下镧处理与对照间差异不显著。

3 结论和讨论

低温胁迫会引起植物生理代谢紊乱,使植物体内叶

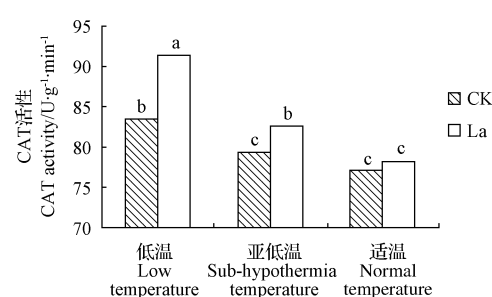


图7 不同处理对西瓜幼苗 CAT 活性的影响

Fig. 7 Effect of different treatments on CAT activity of watermelon seedlings

绿素含量降低,光合能力下降,产生大量活性氧自由基,并导致MDA的积累,膜系统损伤,水分代谢紊乱,导致低温伤害^[10]。该研究表明,在低温和亚低温条件下,经镧溶液处理后西瓜幼苗的叶绿素含量显著高于对照,MDA含量显著低于对照组,可溶性糖和游离脯氨酸含量显著高于对照,并且显著提高SOD、POD和CAT活性。表明叶片喷施适宜浓度的镧元素有利于提高西瓜对低温和亚低温的抗性。

镧能显著提高西瓜幼苗叶绿素含量,这在其它作物中已有相似结论^[11]。廖铁军等^[12]认为,镧能促进植物对N、P、Mg等元素的吸收,而诱发叶绿素前体化合物的大量合成,并推测稀土元素可能是叶绿素形成过程中某些酶的活化剂,能在叶绿素形成中起间接作用。胡勤海等^[13]认为,一定浓度的镧可以提高叶绿素合成酶活性。张晓春等^[14]研究比较了植物体内镧离子对POD活性以及植物体外镧离子对POD(HRP)活性的影响,发现镧离子能够与HRP多肽链中N或O的基团键合,使HRP的二级结构发生变化,进而影响其活性。这也可能就是镧离子对于抗氧化酶系统活性影响的模式即镧离子通过与功能基团的键合达到对酶活性的调节。也有研究认为,镧通过络合膜系统的相关功能靶位并激活细胞信号传递系统,并以此为介导间接影响抗氧化酶的活力^[15]。因此关于镧对于抗氧化酶系统影响的机理有待进一步研究。镧离子具有较强的配位能力和高电荷性,并且与Ca²⁺具有高度相似性,已有研究表明,镧离子能够通过调节Ca²⁺浓度而影响钙调蛋白(Calmodulin, CaM)水平,并对细胞内信号系统产生影响,进而改变信号支持的生理生化反应,最终影响整个生物体生理^[16]。但是关于镧对植物渗透调节物质影响的机理还不清楚,有待进一步研究。

参考文献

- [1] 蒲高斌,张凯,张陆阳. 外源ABA对西瓜幼苗抗性和某些生理指标的影响[J]. 西北农业学报, 2011, 20(1): 133-136.
- [2] 魏立君,夏秀英,徐品三,等. 镧对越橘幼苗光合生理的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(增刊): 163-167.
- [3] 吴宇芬,陈晨,陈阳. 镧对西瓜叶片光合能力和抗氧化系统的影响

- [J]. 中国农学通报, 2010, 26(5): 193-196.
- [4] 张险峰, 蒋欣梅, 于锡宏. CeCl_3 喷施对黄瓜幼苗抗冷性的影响[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(7): 25-28.
- [5] 徐健, 李国辉, 周玉萍, 等. 硝酸铜对香蕉幼苗两个抗寒生理指标的影响[J]. 广西植物, 2002, 22(3): 268-272.
- [6] Xie Z B, Zhu J G, Chu H Y, et al. Effect of lanthanum on rice production, nutrient uptake, and distribution[J]. Journal of Plant Nutrition, 2002, 25(10): 2315-2331.
- [7] Chen W J, Tao Y, Gu Y H, et al. Effect of lanthanide chloride on photosynthesis and dry matter accumulation in tobacco seedlings[J]. Biological Trace Element Research, 2001, 79(2): 169-176.
- [8] d' Aquino L, de Pinto M C, Nardi L, et al. Effect of some light rare earth elements on seed germination, seedling growth and antioxidant metabolism in *Triticum durum* [J]. Chemosphere, 2009, 75(7): 900-905.
- [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.
- [10] 吕军芬, 郁继华. 水杨酸对西瓜抗冷性生理指标的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2004, 39(1): 62-65.
- [11] 李靖梅, 梁蝉娟, 周青. 稀土钪对大豆幼苗光合作用影响[J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(1): 90-92.
- [12] 廖铁军, 黄云, 苏彬彦, 等. 稀土对作物的生物效用[J]. 稀土, 1994, 15(5): 26-29.
- [13] 胡勤海, 叶兆杰. 稀土元素的植物生理效应[J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(4): 296-300.
- [14] 张晓春, 李郎, 陆天虹, 等. 镧离子对植物体内过氧化物酶活性的影响[J]. 无机化学学报, 2003, 19(12): 1285-1289.
- [15] 陈海燕, 崔香菊, 陈熙, 等. 盐胁迫及 La^{3+} 对不同耐盐性水稻根中抗氧化酶及质膜 H^+ -ATPase 的影响[J]. 作物学报, 2007, 33(7): 1086-1093.
- [16] 杨燕生, 刘德, 龙白娟, 等. 镧对小麦幼苗素质、蛋白质及钙调素水平的影响[J]. 稀土, 1997, 18(2): 61-63.

Effect of Lanthanum on the Cold Resistance of *Citrullus lanatus* Seedlings

SUN Ji-qing¹, CHEN Ke¹, SHI Jin-sheng², LIU Run-jin¹, LI Min¹

(1. Institute of Mycorrhizal Biotechnology, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109; 2. College of Chemistry and Pharmacy, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract: A pot experiment was carried out to investigate the effects of lanthanum on the cold tolerance of watermelon (*Citrullus lanatus* cv. 'Jingxin 4') seedlings. Watermelon seedlings with 3 leaves were treated with 200 mg/L of LaCl_3 and then exposed at low temperature (day 12°C/night 6°C), sub-hypothermia (day 18°C/night 10°C) and normal temperature (day 30°C/night 20°C) conditions training, and then contents of chlorophyll, proline, soluble sugar and malondialdehyde (MDA), superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD) and catalase (CAT) activity in leaves of watermelon seedlings were determined in five days later. The results showed that lanthanum could improve the content of chlorophyll, soluble sugar, proline and the activity of SOD, POD, CAT, reduce the accumulation of MDA of watermelon seedlings in the low temperature and sub-hypothermia conditions. It was concluded that lanthanum with certain concentration could improve the cold tolerance of watermelon seedlings.

Key words: *Citrullus lanatus*; lanthanum; cold resistance

欢迎订阅 2013 年《现代园林》杂志

《现代园林》杂志由清华大学清华城市规划设计研究院(建筑分院)建筑生态景观所、北京中绿园林科学研究院承办。现为数字化期刊全文数据库收录期刊, CNKI 中国期刊全文数据库收录期刊, 中国学术期刊综合评价数据库来源期刊。

邮局订阅代号: 54—83

主要栏目:

求索(Exploration)——探索风景园林行业及学科发展方向的新思维、新观点; 溯源(History Study)——研究传统园林的造园思想、造园要素以及造园历史; 风土(Fengtu)——彰显地域风土民情的文脉传承; 生境(Nature and Habitat)——植物生长环境要素条件与生物多样性构成要素; 匠心(Ingenuity)——风景园林规划设计的巧思、心得、感悟; 营造(Construction)——风景园林建设的技术、工艺、材料、养护、管理; 赏鉴(Appreciation)——国内外风景园林设计流派、设计师、设计作品的赏析与评论; 求真(Research)——风景园林及相关专业基础研究和应用研究的学术论文、研究报告; 教育(Education)——国内外风景园林学科体系与课程体系构建, 职业教育与行业发展的讨论; 先生(Teachers and Scholars)——资深专家学者访谈。

通讯地址: 北京市海淀区圆明园西路 2 号中国农业大学 108 号 100193 电 话: 010-82409909

投稿邮箱: xiandaiyuanlin@126.com 网址: www.chinala.net