

刘彤彤,蒋欣梅,于锡宏,等. 间歇降温对黄瓜幼苗耐冷相关指标的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):195-196,271.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.057

间歇降温对黄瓜幼苗耐冷相关指标的影响

刘彤彤¹, 蒋欣梅¹, 于锡宏¹, 邓冠聪¹, 韩明宇^{1,2}

(1. 东北农业大学农业部东北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室,黑龙江哈尔滨 150030;

2. 黑龙江伊春市农业技术推广中心,黑龙江伊春 153000)

摘要:以黄瓜品种津优 1 号为供试材料,采用间歇降温处理(设定平均下降 1 ℃/h)的方式模拟自然界温度逐渐下降的过程,研究其对黄瓜幼苗耐冷性的影响。结果表明:与常温对照 CK 相比,黄瓜幼苗经低温胁迫后丙二醛含量、脯氨酸含量、超氧阴离子产生速率均提高,且随低温胁迫处理天数的增加而上升,均在处理 8 d 达到最大值。从低温胁迫 2 d 开始,和直接降温对照 CK1 相比,间歇降温处理 F1 的黄瓜幼苗冷害指数、丙二醛含量、脯氨酸含量、超氧阴离子产生速率均不同程度低于对照,说明通过间歇降温处理可以在一定程度上缓解低温对黄瓜幼苗的胁迫作用,增强其在逆境下抵御低温的能力。

关键词:间歇降温;黄瓜;丙二醛;脯氨酸;超氧阴离子

中图分类号: S642.201 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)12-0195-03

黄瓜(*Cucumis sativus* L.)以其独特的风味和清新的口感深受广大农户和消费者的青睐,是百姓餐桌上不可或缺的喜温果菜之一。黄瓜对低温十分敏感,当遭遇突降的低温后,轻者表现叶片卷曲皱缩但未死亡,重者表现部分叶片枯萎,严重时植株呈水浸状,最后整个植株死亡。黄瓜这种冷敏感的习惯性导致其遭受冷害的现象在我国高寒地区进行冬季或早春生产时常有发生,不仅严重影响黄瓜的品质同时在产量上也给种植者造成了巨大的损失。针对这一特性,前人从冷害机理、遗传研究等多个领域探讨低温对黄瓜生长的影响,并采取了一些行之有效的措施,达到了减轻黄瓜冷害的目的^[1-3]。冷害对植物的伤害能直观地反映在植物的叶片、果实等器官上,常用冷害指数来判断黄瓜的耐冷特性^[4],冷害指数与低温耐受力成负相关,可作为评价不同材料苗期低温耐受性的重要指标^[5]。植株受冷害后其体内的生理指标也发生改变,其中植物体内丙二醛(MDA)含量、脯氨酸含量以及超氧阴离子的含量可作为衡量植物抗冷性的重要指标。作为膜脂过氧化代谢产物的 MDA,在植物遭遇冷害的过程中会迅速积累,其积累量的增多会导致细胞受到毒害;在 MDA 积累的同时细胞内的另一代谢产物活性氧的含量也会随着胁迫时间的延长而上升,当其含量过多时首先会损伤细胞膜系统,严重时甚至导致细胞的死亡^[6]。汤章城认为,植物在低温条件下会积累大量脯氨酸,因其溶解度较高,可作为细胞内重要的渗透调节物质,因此,植物体内脯氨酸含量的增高是对冷害的适应性反

应^[7]。前人对冷害的研究多集中于将植株直接置于一个恒定的低温环境中,而忽视了实际生产中温度的降低是个逐渐下降的过程,并不是直接就下降到胁迫温度。于锡宏等对渐降低温胁迫过程中保护酶活性的变化规律研究发现,在渐降低温胁迫后,植物体内的一些保护酶(如 SOD、POD 和 CAT)的活性会迅速增强,有利于自由基的清除,从而可以减轻黄瓜幼苗所受到的伤害^[8]。

在前人的研究中,有关间歇降温处理(即渐降低温处理)对黄瓜耐冷性方面的研究较少。为此,本试验通过间歇降温的方法模拟自然界温度逐渐下降的过程,研究间歇降温过程中黄瓜幼苗体内丙二醛含量、脯氨酸含量、超氧阴离子含量的变化规律,探讨间歇降温处理对黄瓜幼苗抗冷性的影响,旨在为今后研究黄瓜冷害的缓解机制提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验于 2013—2014 年在东北农业大学园艺设施中心及蔬菜设施工程与环境调控实验室进行了 2 年重复试验。选用黄瓜品种津优 1 号(天津科润黄瓜研究所研制)为试材。

1.2 试验方法

将催芽的黄瓜种子进行播种育苗,待子叶展平时分苗于 8 cm × 8 cm 营养钵中,置于日光温室内,昼温/夜温 = (25 ± 1) ℃/(17 ± 1) ℃,常规方法管理。幼苗长至 3 叶 1 心时,将幼苗放置于 LRH250-G 型光照培养箱中进行以下 3 组试验:第 1 组幼苗模拟自然界间歇降温的过程进行处理(F1),即将初始温度设置为(25 ± 1) ℃开始进行间歇降温,设定平均下降 1 ℃/h 的速度降至(10 ± 1) ℃,之后按照昼温/夜温 = (10 ± 1) ℃/(5 ± 1) ℃的温度条件进行低温胁迫处理;第 2 组幼苗为直接降温对照(CK1)试验,即从初始温度(25 ± 1) ℃直接置于已调试好的(10 ± 1) ℃的光照培养箱中,之后同样按照昼温/夜温 = (10 ± 1) ℃/(5 ± 1) ℃的温度条件进行低温胁迫处理;第 3 组幼苗为常温对照(CK)试验,温度

收稿日期:2015-10-16

基金项目:国家大宗蔬菜产业技术体系专项(编号:CARS-25-C-08)。

作者简介:刘彤彤(1990—),女,内蒙古兴安盟人,硕士研究生,主要从事蔬菜栽培与生理研究。E-mail:1043814718@qq.com。

通信作者:蒋欣梅,副研究员,硕士生导师,主要从事蔬菜栽培生理及设施园艺的研究,E-mail:jxm0917@163.com。于锡宏,教授,博士生导师,主要从事蔬菜栽培生理及设施园艺的研究,E-mail:yxh100@sohu.com。

设定为昼温/夜温 = $(25 \pm 1)^\circ\text{C}/(17 \pm 1)^\circ\text{C}$, 3 组试验于 19:00 同时进行处理, 其间每日 19:00 至翌日 07:00 为黑暗处理时间, 其余时间为光照处理时间, 光照时间均为 12 h/d, 连续处理 8 d, 光照度为 4 000 lx。每组试验进行 3 次重复, 每次重复 70 株, 其中在低温胁迫 2、4、6、8 d 选取相同的 30 株黄瓜幼苗对冷害指数进行记录, 同时在 0 (田间苗)、2、4、6、8 d 在剩余幼苗中随机取样测定耐冷性相关指标, 取样方式为整株混合取叶法。

1.3 测定指标

冷害指数参照王丽丽的考察标准^[9], 分为 5 级: 0 级, 叶片正常未受冷害; 1 级, 仅有少数叶片边缘有轻度的皱缩萎蔫; 2 级, 约 50% 的叶片萎蔫死亡, 主茎没有死亡, 恢复室温后可以长出新叶; 3 级, 约 50% 的叶片萎蔫死亡, 主茎死亡; 4 级, 植株全部死亡。

冷害指数 = $(1 \times S_1 + 2 \times S_2 + 3 \times S_3 + 4 \times S_4 + 5 \times S_5) / (\text{低温处理总植株数} \times 5)$, 式中 S 为每一级冷害的植株数。

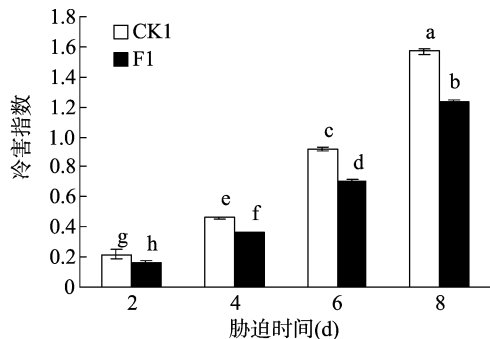
丙二醛含量的测定采用硫代巴比妥酸比色法^[10]; 脯氨酸含量的测定采用茚三酮比色法^[11]; 超氧阴离子产生速率的测定采用羟氨氧化法^[12]。

试验数据处理采用 Office, 方差分析采用 Duncan's multiple-range test。

2 结果与分析

2.1 间歇降温对黄瓜幼苗冷害指数的影响

图 1 表明, 间歇降温处理对冷害指数有明显影响。间歇降温处理 F1 和直接降温对照 CK1 在低温胁迫处理过程中, 随着处理时间的延长冷害指数显著增加, 处理 F1 和对照 CK1 的冷害指数均在 8 d 时达到最大值, 但处理 F1 的冷害指数在测定的各个时期内均显著低于对照 CK1。



不同小写字母表示差异显著($\alpha=0.05$)。下图同

图1 间歇降温对黄瓜幼苗冷害指数的影响

2.2 间歇降温对黄瓜幼苗丙二醛含量的影响

图 2 表明, 间歇降温处理对黄瓜幼苗的丙二醛含量有明显影响。在处理的 8 d 内, 间歇降温处理 F1 和直接降温对照 CK1 植株体内丙二醛含量均随着处理时间的延长而上升, 常温对照 CK 在处理过程中基本保持不变。在低温胁迫 2、4、6、8 d, 直接降温对照 CK1 的黄瓜幼苗中丙二醛含量均显著高于间歇降温处理 F1, 但二者在 6 d 和 8 d 时都显著高于常温对照 CK。

2.3 间歇降温对黄瓜幼苗超氧阴离子产生速率和脯氨酸含量的影响

图 3、图 4 表明, 间歇降温处理后黄瓜幼苗的超氧阴离子

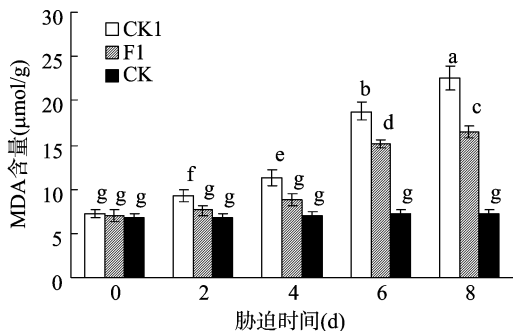


图2 间歇降温对黄瓜幼苗 MDA 含量的影响

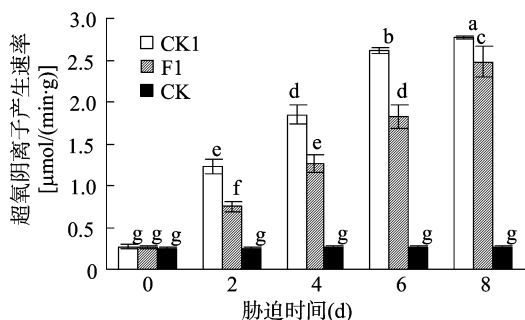


图3 间歇降温对黄瓜幼苗超氧阴离子产生速率的影响

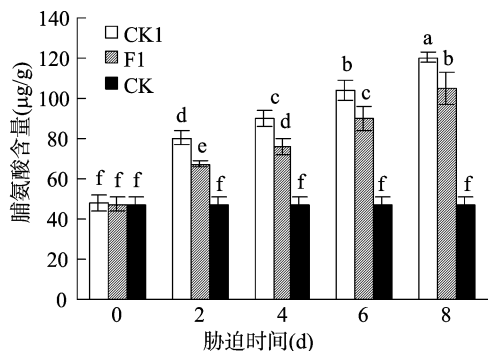


图4 间歇降温对黄瓜幼苗脯氨酸含量的影响

产生速率以及脯氨酸含量均显著低于直接降温对照 CK1。在低温胁迫的 8 d 内, 随着处理天数的延长间歇降温处理 F1 与直接降温对照 CK1 黄瓜幼苗超氧阴离子产生速率和脯氨酸含量不断增加, 且都在 8 d 时达到最大值, 常温对照 CK 在处理过程中基本保持不变。从低温胁迫 2 d 开始, 间歇降温处理 F1 均显著低于直接降温对照 CK1, 二者均显著高于常温对照 CK。

3 讨论与结论

低温驯化就是通过低温锻炼的手段来提高植物耐寒性的适应过程^[13]。李明玉等认为, 植物在低温驯化的过程中伴随着许多生理生化代谢反应, 如酶活性的提高、渗透调节物质的增加、可溶性蛋白的积累等, 生理生化代谢的改变会对细胞产生保护作用^[14]。SOD 等酶活性的提高有助于细胞膜上活性氧 (ROS) 的清除, 使代谢达到平衡, 降低组织电解质渗出率, 防止丙二醛的积累损伤细胞膜, 同时可溶性糖和脯氨酸等物质大量积累, 有利于维持细胞结构, 对低温胁迫下的黄瓜幼苗起到保护作用, 蛋白质作为亲水性胶体, 可防止逆境下细胞膜

(下转第 271 页)

蚀作用。本烟熏剂适用于广大农牧场、养殖小区的空气消毒,并能满足目前生态养殖、绿色养殖对消毒剂的要求,具有良好的推广应用前景,但其临床使用效果有待进一步研究。

参考文献:

- [1]李庆月,赵亚如. 基层医院空气消毒方法的调查[J]. 中华医院感染学杂志,1998(1):41.
- [2]高 慧,张思超. 中药消毒剂研究现状[J]. 山东中医药大学学报,2005,28(6):476-478.
- [3]中华人民共和国卫生部. 消毒技术规范[M]. 3版. 北京:人民卫生出版社,2000.
- [4]肖 芸,宋雪茜. 端午节驱邪避毒的内涵[J]. 成都教育学院学报,2004,18(12):87-88.
- [5]江雅文. 端午艾叶的药用[J]. 健康人生,2006(3):42-43.
- [6]王运利,程晓玲,孙雪玲. 中药苍术熏蒸法对室内空气消毒效果观察[J]. 中国消毒学杂志,2011,28(5):570-571.
- [7]于凤蕊,孙立立,戴衍朋,等. 醋艾炭炮制工艺优选[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(14):23-26.
- [8]戴永海. 中兽医医药对传染病的防治[C]. 北京:纪念国务院关于加强民间兽医工作的指示五十周年暨中国中兽医发展高层论坛,2006.

(上接第196页)

脱水造成的伤害,增强其在逆境下的耐受能力,提高其抗低温的能力。本试验利用间歇降温的方法模拟自然界逐渐降温的过程,使黄瓜幼苗在冷害到来之前处于一个低温锻炼过程中,在该过程中黄瓜幼苗产生许多生理生化反应,与直接降温相比,丙二醛含量、脯氨酸含量和超氧阴离子产生速率均较低,冷害指数也显著低于直接降温对照,说明间歇降温处理是黄瓜幼苗逐渐进行低温锻炼的过程,通过间歇降温处理的方法,能有效地缓解黄瓜幼苗在低温胁迫下所受到的伤害。

总之,与常温对照 CK 相比,间歇降温处理 F1 的黄瓜幼苗经低温胁迫后,丙二醛含量、脯氨酸含量和超氧阴离子产生速率均随处理天数的增加有不同程度的提高,都在 8 d 时达到最大值。而和直接降温对照 CK1 相比,间歇降温处理 F1 从低温胁迫 2 d 开始,在各测定时间内,这几项指标均显著低于直接降温对照 CK1,说明间歇降温处理在一定程度上对黄瓜幼苗受到的低温胁迫起到了缓解作用,增强了其在逆境下抵御低温的能力。

参考文献:

- [1]Schaffer M A, Fischer R L. Analysis of mRNAs that accumulate in response to low temperature identifies a thio protease gene in tomato [J]. Plant Physiology, 1988, 87(2):431-436.
- [2]透明辉,娄群峰,陈劲枫. 黄瓜的冷害及耐冷性[J]. 植物学报,2004,21(5):578-586.
- [3]韩 聪,高丽朴,王兆升,等. 蔬菜冷害控制的研究进展[J]. 中

- [9]王建中,王利敏,姚 冲,等. 中药空气消毒剂研究现状[J]. 中医药学刊,2006,24(11):2053-2054.
- [10]邱赛红,首第武,陈立峰,等. 芳香化湿药挥发油部分与水溶液部分药理作用的比较[J]. 中国中药杂志,1999,24(5):41-43.
- [11]邓乐曾. 中药苍术空气消毒的灭菌效果观察[J]. 黑龙江护理杂志,1997,3(6):62.
- [12]张明发,沈雅琴,朱自平,等. 苍术抗腹泻和抗炎作用研究[J]. 中国药房,2000,11(3):109-110.
- [13]赵 焱. 艾叶炭的快捷炮制方法[J]. 内蒙古中医药,2003,24(3):26.
- [14]张雪菊,李 红. 艾叶炒炭炮制方法的改进[J]. 中国中药杂志,2001,26(3):214.
- [15]李思博. 滚筒式炒药机炒醋艾叶炭[J]. 中药材,1992(11):30.
- [16]张兆旺. 中药药剂学[M]. 2版. 北京:中国中医药出版社,2007.
- [17]李周直,南 京. 烟雾剂使用技术[J]. 中华卫生杀虫药械,1997(03):37-42.
- [18]周宏平,姜志宽,崔业民,等. 烟雾机及烟雾载药技术在卫生防疫中的研究与应用[J]. 中华卫生杀虫药械,2000(2):8-11.
- [19]吴 强. 中西兽医结合应用技术[M]. 北京:中国农业出版社,2013.

国蔬菜,2013(12):1-8.

- [4]朱其杰,高守云,蔡洙湖,等. 黄瓜耐冷性鉴定及遗传规律的研究[M]. 李树德. 中国主要蔬菜抗病育种进展. 北京:科学出版社,1995:462-474.
- [5]陆婷婷,李小湘,刘文强. 水稻耐冷性 QTL 分析研究进展[J]. 湖南农业科学,2011(17):1-4.
- [6]Yang J H, Gao Y, Li Y M, et al. Salicylic acid - induced enhancement of cold tolerance through activation of antioxidative capacity in watermelon[J]. Scientia Horticulturae, 2008, 118(3):200-205.
- [7]汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的累积及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯,1984(1):15-21.
- [8]于锡宏,郑姗姗,蒋欣梅,等. 渐降低温胁迫对黄瓜幼苗耐冷性及保护酶活性的影响[J]. 中国蔬菜,2011(12):60-64.
- [9]王丽丽. 低温胁迫对黄瓜生长及理化指标的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2004.
- [10]朱广廉,张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京:北京大学出版社 1990,247.
- [11]徐 同,陈翠莲. 植物抗逆性测定(脯氨酸快速测定)法[J]. 华中农学院学报,1983,2(1):94-95.
- [12]王爱国,罗广华. 植物的超氧化物自由基与羟胺的反应的定量关系[J]. 植物生理学通讯,1990(6):55-57.
- [13]康国斌,许 勇,雍伟东,等. 低温诱导的黄瓜 *ccr18* 基因的 cDNA 克隆及其表达特性分析[J]. 植物学报,2001,43(9):955-959.
- [14]李明玉,曹辰兴,于喜艳. 低温锻炼对冷胁迫下黄瓜幼苗保护性酶的影响[J]. 西北农业学报,2006,15(1):160-164.