

低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗生理指标的影响

乔宏宇¹, 周艳丽^{1*}, 高红春²

(1. 吉林农业大学园艺学院, 长春 130118; 2. 中农赛世农业科技有限公司, 辽宁 阜新 123200)

摘要: 本试验以3种不同砧木甜瓜嫁接苗及自根苗为试验材料, 研究了低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗保护酶活性及光合作用的影响, 并对不同砧木甜瓜嫁接苗耐低温弱光性能进行了比较。结果表明, 随处理时间的延长, 嫁接苗及自根苗超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD)活性均呈现出先升高后降低的变化趋势, 而丙二醛(MDA)含量一直升高, 说明低温弱光胁迫初期对保护酶系统酶活性升高有诱导作用, 长期胁迫下活性氧清除酶的活性下降, 导致细胞膜伤害; 嫁接苗的光合速率(Pn)、气孔导度(Gs)、胞间CO₂浓度(Ci)和蒸腾速率(Tr)均高于自根苗, 且不同砧木嫁接苗表现差异较大, 综合比较, 以雪中甲作为砧木的嫁接苗耐低温弱光性能最强, 其次为日本南瓜, 扎哈木最弱, 但均高于自根苗。

关键词: 低温弱光; 甜瓜嫁接苗; 生理指标

中图分类号: S652

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)02-0084-04

Effect of Low Temperature and Poor Light on Some Physiological Indexes of Melon Seedlings Grafted on Different Rootstocks

QIAO Hongyu¹, ZHOU Yanli^{1*}, GAO Hongchun²

(1. College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun 130118; 2. Juno Science Agriculture Technology Co. Ltd., Fuxin 123200, China)

Abstract: Using melon seedlings grafted on three kinds of rootstocks and non-grafted seedlings as test materials in this experiment, the effect of low temperature and poor light on the protection activity and photosynthesis of melon seedlings were studied and their tolerance to low temperature and poor light identified. The results showed that as treatment time prolonged, the activities of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD) and catalase (CAT) obviously increased and then decreased rapidly, malondialdehyde (MDA) contents increased continuously. Low temperature and poor light stress on protective enzyme system induced enzyme system to increase their activity, but activity of active oxygen scavenging enzymes decreased after long-term stress, which leading to cell membrane damage. Photosynthetic rate (Pn), Stomatal conductance (Gs), Intercellular CO₂ concentration (Ci) and transpiration rate (Tr) of melon grafted seedlings were higher than own-rooted seedlings, and large differences existed among different grafted seedlings. Resistance to low temperature and poor light of Xuezhongjia was the strongest, next was Japanese pumpkin, Zhahamu was the weakest, and melon seedlings grafted on three kinds of different rootstocks were higher than own-rooted seedlings.

Key words: Low temperature and poor light; Grafted melon seedlings; Physiological characteristics

在北方冬春保护地栽培中, 日光温室主要靠自然光照维持室内光温条件, 造成薄皮甜瓜(*Cucumis melo* L.) 生长状况对环境条件有较大依

赖性, 而与露地的正常生长条件相比, 温室环境常因加盖覆盖物而导致光照时间缩短、光照强度降低等问题, 致使日光温室甜瓜生长发育常处于低温弱光环境下, 成为影响甜瓜生长、发育和品质的重要因素, 生产上可通过嫁接技术提高甜瓜幼苗的耐低温弱光能力。近年来, 对甜瓜嫁接的研究多集中在嫁接方法^[1-2]、砧木选择^[3-4]、防病效果^[5-6]、产量品质^[7-9]和环境胁迫^[10]等方面, 而对不同砧木甜瓜嫁接苗在低温弱光下的生理指标研究还鲜见报道。本研究以3种不同砧木甜瓜嫁接苗及

收稿日期: 2015-11-15

基金项目: 吉林省教育厅“十二五”科学技术研究资助项目 (2013052)

作者简介: 乔宏宇(1970-), 男, 副教授, 硕士, 主要从事瓜类蔬菜育种等研究工作。

通讯作者: 周艳丽, 女, 博士, 副教授, E-mail: zhouyanli7427@163.com

自根苗为试验材料,研究了低温弱光条件下,甜瓜嫁接苗保护酶活性及光合作用的变化,并对不同砧木甜瓜嫁接苗耐低温弱光性能进行了比较,旨在探讨嫁接甜瓜苗的抗冷机理,为缓解低温弱光逆境胁迫,增强日光温室甜瓜对低温弱光的适应性及高产、优质栽培提供理论依据和技术支持。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试薄皮甜瓜品种为金妃,以雪中甲、日本南瓜和扎哈木为嫁接砧木。采用插接法嫁接,以自根苗为对照(CK)。

1.2 试验方法

试验于吉林农业大学园艺学院蔬菜教学基地日光温室内进行。电热温床营养钵育苗,砧木于2015年3月1日播种,砧木出土后播种接穗,砧木真叶宽2 cm、接穗子叶展平时进行插接,同时保留自根苗。幼苗一叶一心时,撤掉地热线。幼苗三叶一心时,将3种砧木薄皮甜瓜嫁接苗和自根苗移入低温生态室内,随机区组排列,设3次重复,每重复20株。室内温度设定为昼/夜15℃/8℃,光强100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$,每天光照时间8:00~16:00,处理时间为5 d。每日观察植株并取第2片真叶于-76℃超低温冰箱内保存,集中进行保护酶及丙二醛含量的测定,处理结束后对幼苗进行光合作用的测定。

1.3 测定项目与方法

超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定采用氮蓝四唑(NBT)光还原法,以每克鲜质量抑制NYT光化学还原50%为一个酶活性单位^[11];过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外分光光度法进行测定,以每克鲜质量每分钟 $A_{240\text{nm}}$ 降低0.1的酶量为一个酶活性单位^[12];过氧化物酶(POD)活性的测定采用愈创木酚法,以每克鲜质量每分钟 $A_{470\text{nm}}$ 变化0.01的酶量为一个酶活性单位;丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法测定^[13]。

用LI-6400型便携式光合作用测定仪测定幼苗光合作用。温度(23±1)℃,CO₂浓度为(400±10) $\mu\text{mol}/\text{mol}$,相对湿度为25%~30%,光强为1 000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ 。

2 结果与分析

2.1 低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗保护酶活性的影响

SOD是植物体清除活性氧的各种酶促反应中处于第一道防线,可以清除植物体内超氧阴离子。从

图1可以看出,3种砧木嫁接苗与自根苗SOD活性的变化趋势一致,均呈现出先升高后降低的趋势,其中自根苗在处理第2天时,SOD活性达最高;日本南瓜砧木苗和扎哈木砧木苗在处理第3天时达最高,且南瓜砧木苗SOD活性高于扎哈木砧木苗;雪中甲砧木苗SOD活性在处理第4天时达最高。处理第5天时SOD活性依次表现为雪中甲砧木苗>日本南瓜砧木苗>扎哈木砧木苗>自根苗,其中雪中甲砧木苗SOD活性极显著高于扎哈木砧木苗和自根苗,日本南瓜砧木苗SOD活性显著高于自根苗,扎哈木砧木苗SOD活性与自根苗差异不显著。

POD是植物体酶促活性氧清除系统中重要的一种酶,将SOD歧化产物H₂O₂进一步分解为H₂O和O₂。低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗和自根苗POD活性的影响见图2,随着处理天数的延长,POD活性也呈现出先高后低的变化趋势,其中扎哈木砧木苗和日本南瓜砧木苗在处理第3天时达最高;雪中甲砧木苗和自根苗在处理第4天时POD活性最高。处理第5天时雪中甲和日本南瓜砧木苗的POD活性均极显著高于自根苗和扎哈木砧木苗。

CAT是植物体内分解H₂O₂的另一条途径,与SOD共同作用清除体内的超氧阴离子和H₂O₂,最大限度地减少羟基自由基的形成。由图3可知,CAT活性随处理天数的延长也呈现出先升高后降低的变化规律,自根苗CAT活性在处理第1天时达最高,扎哈木砧木苗在处理第2天时达最高,雪中甲和日本南瓜砧木苗在处理第3天时达最高。从处理第3天后雪中甲和日本南瓜砧木苗的CAT活性均极显著高于自根苗和扎哈木砧木苗。

2.2 低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗丙二醛含量的影响

丙二醛含量的变化是反映膜脂过氧化作用的一个重要指标,它可以反映植物遭受逆境伤害的程度。本试验随着低温弱光处理时间的延长,MDA含量逐渐升高,说明在持续低温弱光胁迫下细胞自身保护体系遭到破坏,细胞膜脂过氧化程度升高,细胞进入程序性凋亡。在处理期间,自根苗的MDA的含量始终高于嫁接苗,其中在处理的第3天、第5天,自根苗的MDA含量显著高于雪中甲嫁接苗,表明自根苗的膜脂过氧化的程度高于嫁接苗,膜脂过氧化程度从高到低依次为自根苗、扎哈木砧木苗、日本南瓜砧木苗和雪中甲砧木苗。

2.3 低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗光合作用的影响

光合速率越高,植物在光合作用中吸收的二氧

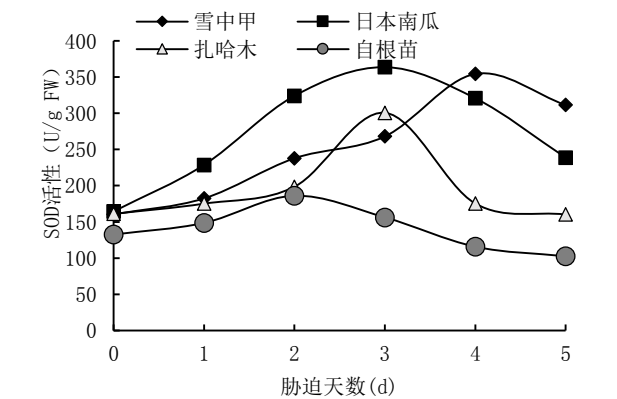


图1 低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗SOD活性的影响

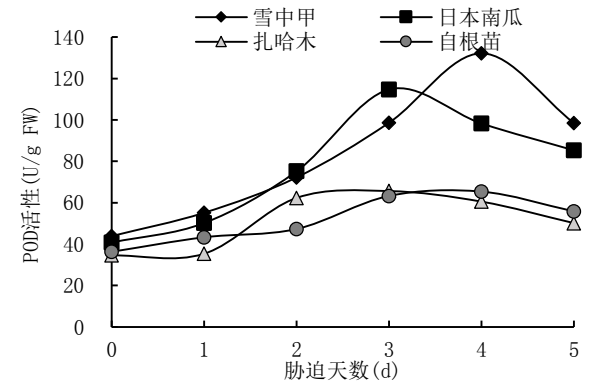


图2 低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗POD活性的影响

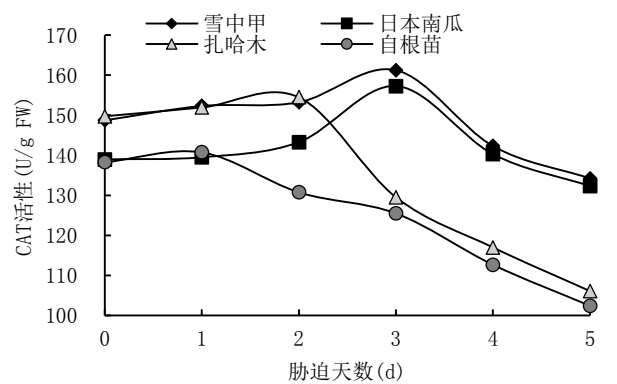


图3 低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗CAT活性的影响

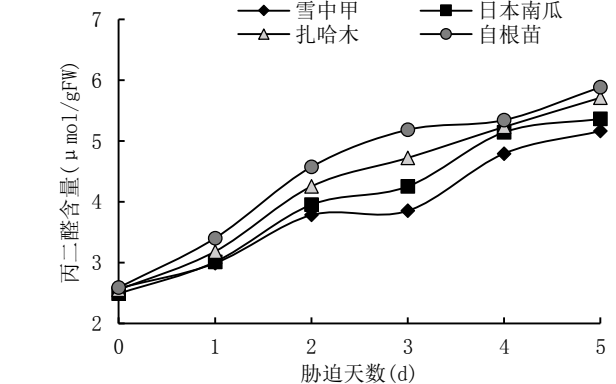


图4 低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗丙二醛含量的影响

化碳越多,制造的碳水化合物就越多,产量越高。低温弱光处理5 d后对甜瓜嫁接苗及自根苗的净光合速率进行测定,结果见表1,雪中甲、日本南瓜和扎哈木3种砧木嫁接苗的净光合速率高于自根苗,分别比自根苗高了30.9%、26.3%和6.7%,其中雪中甲砧木苗和日本南瓜砧木苗的净光合速率极显著高于自根苗,但二者之间差异未达显著水平,扎哈木砧木苗与自根苗差异不显著。

CO₂是植物进行光合作用制造有机物质的原料,对3种砧木嫁接苗和自根苗的胞间CO₂浓度进行测定(表1),3种砧木嫁接苗的胞间CO₂浓度均高于自根苗,分别比自根苗高了18.2%、8.2%和3.0%,其中雪中甲砧木苗与自根苗差异达极显著水平,而日本南瓜砧木苗和扎哈木砧木苗与自根苗差异未达显著水平。

植物通过调节气孔孔径的大小控制植物光合作用中CO₂吸收和蒸腾过程中水分的散失,气孔导度的大小与光合及蒸腾速率紧密相关。低温弱光处理后嫁接苗和自根苗的气孔导度和蒸腾速率的变化差异较大(表1),3种砧木嫁接苗的气孔导度均极显著高于自根苗,分别比自根苗高了27.0%、30.9%和24.1%,但三者之间差异不显著;3种砧木嫁接苗的蒸腾速率均高于自根苗,分别比自根苗高了55.2%、73.6%和40.0%,其中雪中甲和日本南瓜砧木嫁接苗与自根苗差异达极显著水平,扎哈木砧木苗与自根苗差异未达显著水平。低温胁迫下嫁接苗仍保持较高的气孔导度和胞间CO₂浓度,说明其具有较高的光合底物浓度和传导能力,这就为嫁接苗叶片同化更多的光合产物提供了生理基础。

表1 低温弱光对不同砧木甜瓜嫁接苗光合作用的影响

处理	光合速率(μmol/m ² ·s)	胞间CO ₂ (μmol/mol)	气孔导度(mmH ₂ O/m ² ·s)	蒸腾速率(mmol/m ² ·s)
自根苗	5.21±0.562 Bb	208.54±8.54 Bb	22.47±2.45 Bb	1.25±0.152 Bb
雪中甲砧木苗	6.82±0.635 Aa	246.41±9.54 Aa	28.54±2.79 Aa	1.94±0.178 Aa
日本南瓜砧木苗	6.58±0.569 Aa	225.58±7.84 Bb	29.41±1.87 Aa	2.17±0.248 Aa
扎哈木砧木苗	5.56±0.634 Bb	214.88±8.45 Bb	27.89±3.12 Aa	1.75±0.189 ABab

注:同列不同大小写字母分别表示在0.01水平和0.05水平上差异显著

3 讨 论

低温弱光逆境条件不仅会提高细胞活性氧水平,同时也可诱发植物防御体系的建立,抗氧化酶系统是植物主要的防御系统,而SOD、POD、CAT等被认为是清除活性氧过程中最主要的抗氧化酶类。王洪涛等^[14]研究表明,低温弱光胁迫1 d时,辣椒叶片SOD和POD活性迅速升高,胁迫3 d后活性降低,但嫁接苗酶活性始终高于自根苗。高俊杰等^[15]也认为,嫁接黄瓜较高的SOD活性升高是其抗冷性增强的主要原因。本试验研究了低温弱光下甜瓜3种砧木嫁接苗和自根苗叶片SOD、POD和CAT活性的变化,结果表明,三种酶活性均呈现出先升高后降低的变化趋势,与王洪涛的研究结果一致,表明胁迫初期抗氧化酶活性的提高是甜瓜对外界环境的一种应激和自我保护作用,随着胁迫时间的延长,抗氧化酶活性降低主要原因是受抑程度超出甜瓜自身的适应与保护能力,但不同砧木嫁接苗和自根苗抗氧化酶达最高时的天数不同,雪中甲和日本南瓜砧木苗酶活性在第3天或第4天时达到最高值,且酶活性均高于自根苗,表明嫁接可以增强甜瓜的抗氧化酶活性,抑制活性氧和自由基的产生和积累,从而增强其对低温弱光胁迫的抗性。本试验中低温弱光下甜瓜嫁接苗及自根苗叶片MDA含量逐渐增加,其中自根苗MDA含量始终高于嫁接苗,表明自根苗的膜脂过氧化程度较嫁接苗严重,随着胁迫天数的增加,MDA含量将会继续增加,膜的完整性将会遭到破坏,使细胞内组分大量外渗,造成细胞伤害,最后导致植株死亡。

嫁接即是利用砧木根系的优良特性提高接穗的抗逆性,植株根系活力强,吸收能力强,则植株生长健壮,对光合作用是否有影响,也有学者做了大量的研究,周玉丽等^[16]研究表明,茄子嫁接苗功能叶片的净光合速率显著高于自根苗。嫁接黄瓜和西瓜植株的光合速率也均高于自根苗^[17-18]。而李天来等^[19]研究表明,嫁接明显地增加了薄皮甜瓜的总叶面积,但对叶片中叶绿素的含量影响不大,并且对植株生长发育各时期的功能叶片的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度及胞间CO₂浓度影响不明显。本试验对甜瓜3种砧木嫁接苗和自根苗在低温弱光胁迫处理5 d后的光合特性进行比较,结果表明嫁接苗的净光合速率、气孔导度、胞间CO₂浓度和蒸腾速率均高于自根苗,其中雪中甲和日本南瓜砧木嫁接苗与自根苗差异达极显著水平。

综上所述,低温胁迫下,薄皮甜瓜嫁接苗的保护酶活性高于自根苗,膜脂氧化的程度低于自根苗,同时低温弱光下光合底物CO₂的传导受抑制的程度低于自根苗,因此具有较高的光合速率。对3种砧木嫁接苗比较,其中雪中甲砧木嫁接苗耐低温弱光性能最强,其次是日本南瓜砧木嫁接苗,扎哈木砧木苗最弱,但均高于自根苗。

参考文献:

- [1] 王 群,金嘉丰,赵 艳,等.不同嫁接方法对薄皮甜瓜生长的影响[J].长江蔬菜,2014(8):49-51.
- [2] 苏长跃,史庆华,焦自高,等.不同嫁接方式对甜瓜幼苗生理代谢的影响[J].山东农业科学,2014,46(6):44-47.
- [3] 张 莉,陈 晟,施佳宏,等.不同砧木对嫁接甜瓜若干生理指标的影响[J].热带作物学报,2014,35(6):1161-1165.
- [4] 高忠奎,刘文君,何 忠,等.桂蜜12号厚皮甜瓜砧木筛选试验[J].南方农业学报,2013,44(4):649-652.
- [5] 刘朋义,别之龙.不同嫁接方法对甜瓜枯萎病抗性的影响及其生理响应[J].长江蔬菜,2011(24):33-37.
- [6] 徐慧春,王 迪,杜志强,等.不同砧木嫁接对甜瓜抗病性及生长发育的影响[J].黑龙江农业科学,2014(3):81-83.
- [7] 张新英,付秋实,朱慧芹,等.嫁接对甜瓜果实发育及风味品质的影响[J].中国蔬菜,2014(6):13-19.
- [8] 张卫峰,李文杰,刘慧英.不同砧木对嫁接甜瓜生长发育及果实品质的影响[J].新疆农垦科技,2014(11):15-17.
- [9] 田晓彬,齐红岩,李 岩,等.不同砧木嫁接对薄皮甜瓜成熟期品质、香气合成相关酶活性及基因表达的影响[J].中国农业科学,2012,45(9):1766-1774.
- [10] 谭明明,贺忠群,郑万刚.嫁接对铜胁迫下甜瓜幼苗光合特性与矿质元素吸收的影响[J].华北农学报,2014,29(5):186-192.
- [11] 孙 群.植物生理研究技术[M].杨凌:西北农林科技大学出版社,2007:138-171.
- [12] 邹 琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2003:129-130.
- [13] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:258-260.
- [14] 王洪涛,艾希珍,郑 楠,等.嫁接对低温弱光下辣椒幼苗膜脂过氧化及抗氧化酶活性的影响[J].应用生态学报,2010,21(5):1289-1294.
- [15] 高俊杰,秦爱国,于贤昌.低温胁迫下嫁接对黄瓜叶片SOD和CAT基因表达与活性变化的影响[J].应用生态学报,2009,20(1):213-217.
- [16] 周玉丽,舒英杰.低温弱光对茄子幼苗膜脂过氧化和细胞膜保护酶系的影响[J].安徽技术师范学院学报,2004,18(3):9-12.
- [17] 张衍鹏,于贤昌,张振贤,等.日光温室嫁接黄瓜的光合特性和保护酶活性[J].园艺学报,2004,31(1):94-96.
- [18] 乜兰春,陈贵林.西瓜嫁接苗生长动态及生理特性研究[J].西北农业学报,2000,9(1):100-103.
- [19] 李天来,李骥尧,刘轶飞.硝酸钙对嫁接网纹甜瓜果实糖含量及糖代谢相关酶活性的影响[J].中国蔬菜,2011(14):15-22.

(责任编辑:范杰英)