

低温胁迫对甜瓜幼苗膜透性及膜脂过氧化物的影响

和红云¹, 薛琳², 田丽萍¹, 陈远良²

(1. 石河子大学 生命科学学院 新疆 石河子 832000; 2. 石河子蔬菜研究所, 新疆 石河子 832000)

摘要:以早金和伊丽莎白为试材,在人工气候箱控制条件下,研究了不同温度下(30℃/20℃(昼/夜,下同)、21℃/12℃、15℃/8℃)及低温持续时间对2种甜瓜幼苗叶片细胞膜透性、膜脂过氧化及保护酶系统的影响。结果表明:低温造成了甜瓜细胞膜伤害,15℃/8℃条件下,甜瓜的细胞膜伤害率、MDA含量高于30℃/20℃、21℃/12℃,细胞膜透性大,膜脂过氧化程度高;早金SOD、POD、CAT活性变化复杂,一定范围内随低温程度高而增强,超过一定范围后则随低温程度加剧而下降;各温度条件下,伊丽莎白膜伤害率、MDA含量和保护酶系统比早金稳定,因而具有较强的低温耐受性。

关键词:早金;伊丽莎白;低温;电导率;MDA;保护酶系统

中图分类号:S 652.04⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2008)06-0004-04

甜瓜在世界园艺中始终占有重要地位,其生产规模居水果产业第9位。我国的甜瓜种植面积和产量均居世界第一。甜瓜已成为中国一个具有国际竞争力和较大经济价值增长空间的重要的园艺产业。近年来,为了提高经济效益和挖掘市场潜力,利用塑料大棚,小拱棚和日光温室进行设施栽培。在反季节栽培中,设施内的低温往往成为制约设施栽培中喜温性蔬菜生产力发挥的主要因素。目前关于番茄低温逆境生理研究的报道很多^[1-3],但有关甜瓜的研究很少。因此,研究甜瓜不同试材耐冷力的强弱在生产和理论上都具有重要的意义。试验采用人工降温胁迫的方法对不同甜瓜品种抗氧化酶系统活性的影响,旨在探讨低温对抗氧化酶系在防御活性氧对细胞伤害中的作用,并为甜瓜抗逆育种和反季节栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料及方法

试验选取新疆2种主栽品种早金和伊丽莎白为试材(石河子蔬菜研究所供种),于2006年5~7月在石河子大学农学院试验站进行。

1.2 试验方法

选取籽粒饱满、大小一致的种子浸种催芽;播种于8 cm×8 cm的塑料营养钵中,栽培基质为营养土、蛭石和珍珠岩(2:1:1)。发芽后每隔4~5 d浇以Hoagland营养液,期间注意保持培养基质中水分充足;待幼苗长到3叶1心时转入RXZ型人工智能气候箱(江南宁波仪

器厂)进行低温处理。试验设3个温度梯度:30℃/20℃、21℃/12℃、15℃/8℃,处理光照均为12 500 lx。

1.3 测定指标与方法

于处理后第1、4、7、10天随机取样,取甜瓜幼苗第3、4叶,测定叶片的电导率、丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性。

SOD活性的测定:氮蓝四唑(NBT)法,参照《植物生理生化实验原理和技术》^[4];POD活性的测定:采用愈创木酚法,参照《植物生理生化实验原理和技术》^[4];CAT活性的测定:采用紫外吸收法,参照《植物生理学实验指导》^[5];丙二醛(MDA)含量的测定:用TCA法测定,参照李合生编《植物生理生化实验原理和技术》^[4];质膜透性的测定:参照邹琦编《植物生理学实验指导》^[5]。

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对甜瓜幼苗叶片细胞膜透性的影响

低温的伤害往往首先作用于质膜上,使质膜的选择透过性发生改变或丧失,导致溶质外渗,因而质膜的透性变化可显示细胞膜结构和功能的受损程度^[6]。

从图1可以看出,在低温处理下,甜瓜叶片细胞膜均受到了不同程度的伤害,其伤害率随着处理时间的延长而增大。在15℃/8℃温度处理下,甜瓜的细胞膜透性均高于30℃/20℃和21℃/12℃处理,且随着处理时间的延长,其细胞膜伤害率明显上升。早金的增加幅度大于伊丽莎白,处理第10天时,相对电导率比第1天高86.7%,而伊丽莎白增加了66.7%。说明早金的细胞膜受到了较大的伤害,伊丽莎白细胞膜受到伤害的程度较小。

30℃/20℃、21℃/12℃处理下,早金相对电导率第10天比第1天分别高出66.7%和69.2%;而伊丽莎白分别高出41.7%和46.2%。3个温度水平都说明,在相同条件下,伊丽莎白有更强的抗冷性。

第一作者简介:和红云(1979-),男,硕士,现从事蔬菜生理生态的研究。E-mail: 562553777@qq.com。

通讯作者:薛琳。

收稿日期:2008-02-23

2.2 低温胁迫对甜瓜幼苗叶片抗氧化酶活性的影响

SOD、POD 和 CAT 等统称为抗氧化酶或保护酶,是植物体内活性氧清除剂。在正常情况下,植物体内的活

性氧产生与清除处于动态平衡状态,当遭到逆境胁迫时,活性氧积累增多,破坏抗氧化酶的结构、活性或含量水平^[7]。

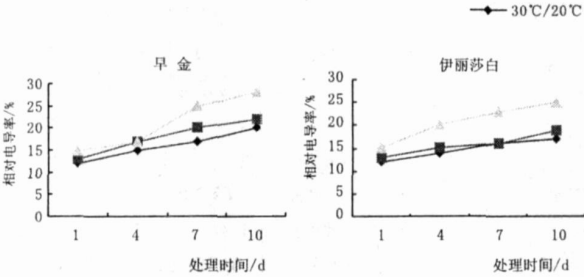


图1 低温对甜瓜幼苗细胞膜透性的影响

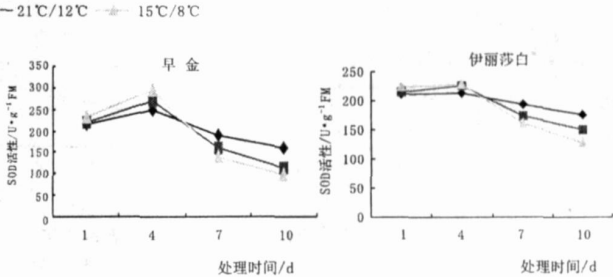


图2 低温胁迫下甜瓜幼苗 SOD 活性的变化

2.2.1 低温胁迫对甜瓜幼苗叶片 SOD 酶活性的影响

作为植物体内的一种保护酶, SOD 可以清除体内自由基的过多积累, 缓解逆境的伤害。低温胁迫处理导致叶片中的 SOD 活性明显降低, 且随处理时间的延长而活性下降(图 2)。从图 2 可以看出, 2 个品种 SOD 都呈现先升后降的趋势, 但是 2 个品种间降低的幅度有所差异。说明甜瓜幼苗遭受低温胁迫时, SOD 酶即开始积极作用, 清除活性氧和自由基, 胁迫程度越大, 作用越强; 同时降低的幅度不同说明品种间对于低温胁迫的抗性有差异。随处理时间延长, 在 21℃/12℃和 15℃/8℃温度处理下, 早金的 SOD 活性第 10 天比处理前期 1 天下降了分别为 48.9%和 58.7%; 而伊丽莎白的 SOD 活性下降了分别为 30.3%和 42.8%。早金的 SOD 活性降低幅度明显大于伊丽莎白。结果说明, 当温度过低、胁迫时间过长时, SOD 酶的活性就会受到破坏, 从而加速了细胞膜的过氧化作用。SOD 酶活性降低的差异说明, 低温胁迫对伊丽莎白酶活性影响较轻, 伊丽莎白的抗性要强于早金。

2.2.2 低温胁迫对甜瓜幼苗叶片 POD 酶活性的影响

POD 酶是植物体内普遍存在的、活性较高的一种保护酶, 它与呼吸作用、光合作用及生长素的氧化等都有密切关系。低温处理导致叶片中的 POD 活性显著上升,

且随处理时间的延长而活性增强(图 3)。这与张国斌^[8]在辣椒幼苗上、康恩祥^[9]在西葫芦幼苗上的结论相同。在 30℃/20℃处理下, 早金和伊丽莎白 2 个品种 POD 酶活性第 10 天比第 1 天都有所增加, 分别是 3.7 倍和 3.3 倍, 早金要稍高于伊丽莎白。在 21℃/12℃、15℃/8℃处理下, 第 10 天时, 早金 POD 酶活性比 30℃/20℃处理下高出 54.2%、73.3%; 伊丽莎白高出 38.8%、42.5%, 说明伊丽莎白的抗冷性要高于早金。

2.2.3 低温胁迫对甜瓜幼苗叶片 CAT 酶活性的影响

CAT 酶主要存在于植物的过氧化物体(或乙醛酸循环体)中, 主要功能是清除光呼吸或脂肪酸β-氧化过程中形成的 H₂O₂。CAT 活力的升高有助于清除细胞中代谢所产生的 H₂O₂^[13]。低温处理导致叶片中的 CAT 活性呈降低趋势, 且随处理时间的延长而活性下降(图 4), 说明低温胁迫破坏了 CAT 酶系统的动态平衡, 导致了酶活性的下降。从试验结果可以看出, 早金 CAT 酶下降幅度大, 尤其是 15℃/8℃处理下, 第 7 天比第 1 天下降了 64.4%, 而同等条件下伊丽莎白下降了 32.3%。伊丽莎白 CAT 活性在 30℃/20℃、21℃/12℃、15℃/8℃处理条件下, 表现出变化幅度小、稳定的特征, 说明 3 个温度梯度下植株 CAT 酶活性受到的影响均较小, 也说明伊丽莎白比早金的低温耐受性更强。

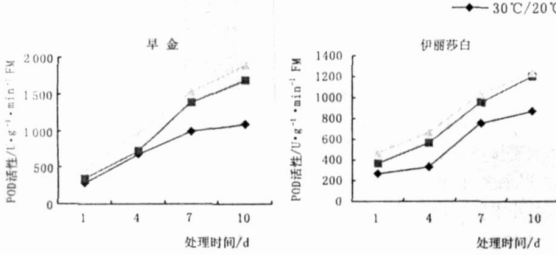


图3 低温下甜瓜幼苗 POD 活性的变化

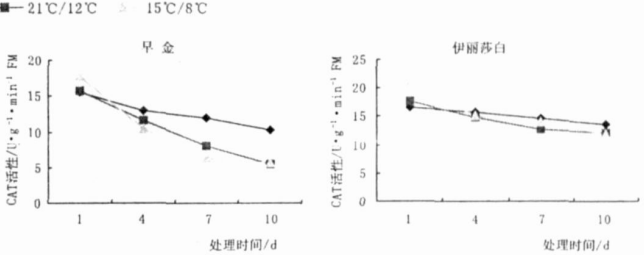


图4 低温下甜瓜幼苗 CAT 活性的变化

2.3 低温胁迫对甜瓜幼苗叶片 MDA 的影响

MDA 是膜脂过氧化作用的最终产物, 是膜系统受害的重要标志之一^[9]。从图 5 可以看出, 甜瓜幼苗经低

温胁迫后, 叶片中 MDA 的含量有了明显增加。在处理初期, 各温度下 2 个品种的 MDA 含量差异不大。随着时间的延长和胁迫温度的降低, MDA 的含量有了显著

的变化,呈现出随时间的延长和胁迫程度增强,变化增加明显的特征。图5的数据表明在15℃/8℃处理条件下,

2个品种MDA的含量明显高于30℃/20℃、21℃/12℃处理。说明温度越低,过氧化作用越强。

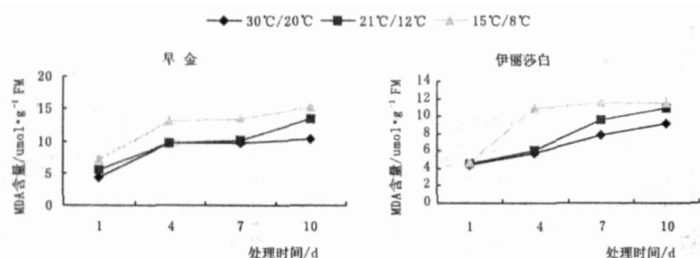


图5 低温下甜瓜幼苗MDA含量的变化

3 讨论

作为植物体内的一种保护酶,SOD可以清除体内自由基的过多积累,缓解逆境的伤害^[10,11]。POD是植物体内普遍存在的、活性较高的一种保护酶,它与呼吸作用、光合作用及生长素的氧化等都有密切关系。CAT普遍存在于植物的所有组织中,其活性与植物的代谢强度及抗逆能力有一定的关系。SOD、CAT和POD统称保护酶,又称活性氧清除剂,在正常情况下处于动态平衡状态。

近年来的研究表明,SOD作为植物细胞中最重要的清除自由基的酶之一,其主要功能是清除O₂⁻产生H₂O₂。H₂O₂可以和O₂⁻相互作用产生更多的氧自由基,对细胞形成伤害。逆境下H₂O₂可以和O₂⁻相互作用产生更多的氧自由基,从而加剧了膜脂过氧化而导致膜系统受损,最终组织受到破坏。而POD和CAT可以清除体内的H₂O₂,维持体内的活性氧代谢平衡,保护膜结构,从而使植物能在一定程度上忍耐、减缓或抵抗逆境的胁迫。活性氧于逆境胁迫下的积累,会在植物细胞膜系统上诱发膜脂过氧化作用,破坏膜结构,使膜内物质向外渗漏,从而使植物遭受伤害。MDA是膜脂过氧化分解的产物,MDA积累和细胞膜透性增大是由于POD和CAT不能及时消除SOD等产生的H₂O₂膜质发生过氧化的结果,因此在一定程度上MDA含量的高低可以表示细胞膜脂过氧化的程度和植物对逆境条件反应的强弱^[12]。

结果表明:2个甜瓜品种在低温胁迫下细胞膜透性都随时间的延长而增加(图1),说明低温对甜瓜的细胞膜造成了伤害。这与前人的研究结果是一致的^[13,14]。但是需要注意的是2个品种相对电导率的增幅是有差异的,在3个处理下早金都表现出相对电导率的增加大于伊丽莎白,说明相同条件下,低温对早金细胞膜伤害的程度比伊丽莎白更严重,从而说明伊丽莎白较早金有更强的抗冷性。

甜瓜在低温胁迫下启动了自身的应激反应,引起了一系列的抗氧化酶的变化。POD活性提高,SOD和CAT活性却下降,MDA含量增加,表明了植株为避免遭受低温逆境的伤害也做出了适应性反应。从试验的结果来看,早金在低温胁迫时表现出各个指标的增幅或降幅都明显大于伊丽莎白。这说明在同等条件下,早金在

遭受低温时抗性不及伊丽莎白;换句话说,在一定的温度范围内,伊丽莎白较早金在生理生化方面适应的广度要大一些。然而在试验的过程中,也得出了与前人的研究存在不一致乃至相互矛盾的结果,如李淑艳^[15]等的研究,黄瓜在15℃/5℃处理下SOD活性呈现“V”形趋势;刘志斋^[16]等研究玉米试验表明,低温胁迫玉米幼苗后POD的变化呈现“先升后降”的趋势。由此可以看出,甜瓜对低温胁迫的适应性是相当复杂的,需要多项生理生化过程的统一和协调,但诸多的生理生化过程之间的相互关联程度以及更深层次的作用机理需要继续研究。

参考文献

- [1] HU W H(胡文海), YU J Q(喻景全). Effects of chilling under low light on photosynthesis and chlorophyll fluorescence characteristic in tomato leaves [J]. Acta Horticulturae Sinica(园艺学报), 2001, 28(1): 41-46(in Chinese).
- [2] REN H ZH(任华中), HUANG W(黄伟), ZHANG F M(张福增). Effects of low temperature and poor light on some physiological parameters of tomato [J]. Journal of China Agricultural University(中国农业大学学报), 2002, 7(1): 95-101(in Chinese).
- [3] HUANG W(黄伟), REN H Z(任华中), ZHANG F M(张福增). Influences of low temperature and poor light on growth and photosynthesis of tomato seedling [J]. China Vegetables(中国蔬菜), 2002(4): 15-17(in Chinese).
- [4] 李合生. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [5] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [6] Ikeda I. 日本柑桔的冻害和防冻措施(植物耐寒性及防寒技术)[M]. 学术书刊出版社.
- [7] 王宝山. 生物自由基与植物膜伤害[J]. 植物生理学通讯, 1988(2): 12-18.
- [8] 张国斌. 低温弱光对辣椒幼苗生长与光合生理特性的影响[D]. 甘肃农业大学硕士论文, 2005: 43-44.
- [9] 康恩祥. 低温弱光对西葫芦幼苗生长及生理生化特性的影响[D]. 甘肃农业大学硕士论文, 2006: 35-36.
- [10] 陈少裕. 膜脂过氧化对植物细胞的伤害[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(2): 84-90.
- [11] 曾韶西, 王以柔, 刘鸿先. 低温光照下与黄瓜子叶叶绿素降低有关的酶促反应[J]. 植物生理学报, 1991, 17(2): 177-182.
- [12] 王建华, 刘鸿先, 徐同. 超氧化物歧化酶(SOD)在植物逆境和衰老生理中的作用[J]. 植物生理学通报, 1998(5): 51-53.
- [13] 曾韶西, 王以柔, 李美茹, 等. 冷锻炼和ABA诱导水稻幼苗提高抗冷性期间膜保护系统的变化[J]. 热带亚热带植物学报, 1994, 2(1): 44-50.
- [14] 郑东虎, 葛晓光, 张宪政, 等. 冷胁迫对番茄膜脂过氧化与抗氧化酶系统的影响[J]. 北方园艺, 2003(4): 46-47.
- [15] 李淑艳. 低温对黄瓜保护酶体系及相关生理指标的影响[D]. 东北农业大学硕士论文, 2002: 15-16.
- [16] 刘志斋, 蔡一林, 王久光. 不同低温处理对离体玉米叶片POD活性的影响[J]. 西南农业学报(自然科学版), 2004, 26(4): 386-388.

六种滇产悬钩子的果实品质评价

王仕玉¹, 段修安¹, 张 泽¹, 郭凤根²

(1. 云南农业大学 园林园艺学院, 云南 昆明 650201; 2. 云南农业大学 农学院, 云南 昆明 650201)

摘 要: 从主要经济性状和一般营养成分两个方面评价了产于云南的三叶悬钩子、栽秧泡、灰毛果莓、红泡刺藤、茅莓和红毛悬钩子等 6 种悬钩子的果实品质, 结果表明: 灰毛果莓在果实重量、果实大小、总糖含量、糖酸比等指标上均居首位, 开发价值最高; 栽秧泡和红泡刺藤的维生素 C 含量和可溶性固形物含量大大超过其他 4 种的相应含量, 其余指标居中, 开发价值高; 茅莓的果实含水量和出汁率最高, 果实重量和大小均居第二, 其他指标多居中等, 也有较高的开发价值; 红毛悬钩子的各项指标处于中下水平, 开发价值低; 三叶悬钩子在果实重量、果实大小、总糖含量、糖酸比、维生素 C 含量等多项指标上均居末席, 但总酸含量却最高, 开发价值最低。在 6 种悬钩子中, 有 5 种悬钩子果实的营养成分均属首次报道; 比较了滇产茅莓和资料报道的外省茅莓的维生素 C 含量, 发现产于云南的茅莓果实的维生素 C 含量要远远高于其他省所产的相应含量。

关键词: 悬钩子; 果实品质; 评价; 云南省

中图分类号: S 663.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2008)06—0007—03

悬钩子是蔷薇科(Rosaceae)悬钩子属(*Rubus* L.)植物的总称, 通常果实可食的称为树莓或可食悬钩子, 是近年来国内外兴起的第三代水果之一^[1]。悬钩子属全

世界共有 750 余种, 我国有 204 种 104 变种, 云南有 107 种 45 变种^[2], 资源丰富且大都处于野生状态, 开发利用前景广阔。果实品质评价是果树种质资源评价的重要方面, 国内外有关悬钩子果实的品质评价主要集中在栽培品种上^[3-7], 对于野生悬钩子种类近年已有少量报道^[8-15], 但有关云南省的悬钩子果实品质的评价尚未见到报道。为开发利用云南省丰富的悬钩子资源, 对产于云南的 6 种悬钩子属植物的果实进行了外观品质和营养成分的分析评价。

第一作者简介: 王仕玉(1965-), 女, 重庆合川人, 博士, 副教授, 从事果树种质资源的评价与利用研究。E-mail: wsyfgf@yahoo.com.cn。
通讯作者: 郭凤根。E-mail: fenggen64@yahoo.com.cn。
收稿日期: 2008—02—23

Effect of Low Temperature on Membrane Leakage and Lipid Peroxidation in Muskmelon Seedling Leaves

HE Hong-yun¹, XUE Lin², TIAN Li-ping¹, CHEN Yuan-liang²

(1. Life Science College Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China; 2. Vegetable Research Center, Shihezi, Xinjiang 832000, China)

Abstract: Two muskmelon cultivars, Zaojin and Elizabeth were treated under different low-temperatures. The membrane permeability, MDA, activity of SOD, CAT, POD were determined on the 1, 4, 7 and 10 day after being treated. The results showed that the effects of critical temperature (15 °C/8 °C) on membrane permeability and MDA contents increased in both cultivars was more significant than that of lower temperature (30 °C/20 °C and 21 °C/12 °C). The activity of SOD, POD and CAT in Zaojin increased while time prolonging in some extent. However, out of the extent, all protected enzyme activities decreased while time prolonging. Under any temperature, the membrane permeability and MDA content of Elizabeth were less than Zaojin, the protected enzyme activities of Elizabeth were more steadier than Zaojin. It suggested that the membrane permeability, MDA and activity of SOD, CAT and POD can be used as target for identifying cold-tolerance cultivars.

Key words: *Cucumismelo* L.; Low-temperature stress; Membrane permeability; MDA; Resistantoxidation enzyme activities