

# 不同亚适温环境对番茄幼苗适应性的影响

赵瑞秋, 叶 华, 张亚红

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**以宁夏日光温室栽培常用的番茄品种“以色列 168”幼苗为试材,通过智能人工气候箱模拟设施生产中的昼/夜温度为 24℃/11℃、21℃/8℃、18℃/5℃ 3 个亚适温环境,比较了不同温度条件下番茄幼苗丙二醛、脯氨酸、电导率和过氧化氢酶 4 个生理生化指标的变化。结果表明:与适宜温度 CK(28℃/15℃)生长的植株相比,T1 处理(24℃/11℃)的番茄幼苗能适应至少 10 d 的亚适温环境,T2(21℃/8℃)处理的番茄幼苗在经历了 8 d 的亚适温环境后适应力增强,T3 处理(18℃/5℃)的番茄幼苗经历 6 d 亚适温环境后生长力下降。

**关键词:**番茄;幼苗;亚适温;适应性

**中图分类号:**S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)16-0010-04

中国北方地区冬季寒冷,通过日光温室反季节种植,能改善小气候环境,为冬季蔬菜生产创造条件<sup>[1]</sup>。目前日光温室蔬菜生产已经成为北方农业发展的一项重要经济支柱产业,但有些地区还存在着设施不完善、结构落后的日光温室,特别是在冬春季节,日光室内温度偏低、湿度偏高<sup>[2]</sup>,影响了蔬菜的高产稳产。

随着市场的需求和生产的发展,番茄栽培已成为日光温室蔬菜生产的一个重要部分,而番茄(*Lycopersicon esculentum*)是起源于热带、亚热带地区的一种喜温性蔬菜,对温度反应敏感,其生长发育的适宜温度为 20~25℃,温度低于 10℃生长发育受阻,8℃时生长量增加迟缓,5℃生长完全停止<sup>[3-4]</sup>。据赵丽莉等<sup>[5]</sup>调查,宁夏地区的日光温室多受外界温度影响,1 月份温室内温度最低,平均气温 8~10℃,冬季极端最低温度小于 2℃,出现在上午 7:00~9:00 之间。温室内温度的特点是昼夜温差大、低温持续时间长、温度保持不稳定,在这种温室环境下生长的番茄常常处于“亚健康”状态,最终导致番茄产量和品质的下降甚至植株死亡。该试验根据宁夏冬季日光室内温度变化规律,设计 3 个番茄幼苗生长的亚适温环境,利用智能人工气候箱设置亚适温环境培养番茄幼苗,探究番茄幼苗在亚适温条件下的适应性和耐受期,以期防御灾害性天气对番茄生产造成的伤害提供

理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试番茄品种“以色列 168”由宁夏巨丰种苗有限责任公司提供。

### 1.2 试验方法

试验于 2012 年 4 月在宁夏大学农科实训基地进行,将供试品种播种于 72 穴盘内基质育苗,基质成分为草炭:珍珠岩=2:1。当番茄第 2 片真叶出现时分苗至 12 cm×13 cm 营养钵内土培,土培成分为园土:基质:羊粪=6:2:1。育苗气温保持昼温 25~28℃,夜温不低于 15℃,光照为自然光。待幼苗长至 5 叶 1 心时,选取长势一致的幼苗移入智能人工气候箱内进行处理。每处理 20 株,3 次重复。

供试材料在智能人工气候箱内以 28℃/15℃(昼 8 h/夜 16h)为对照(CK),设 3 组处理,分别为 T1:24℃/11℃、T2:21℃/8℃、T3:18℃/5℃,空气相对湿度保持在 50%~60%,土壤湿度保持在 60%~80%,光源为智能人工气候箱自带日光灯管,设定光照强度为 4 000 lx,光照时间为 9:00~16:00(按冬季日光温室揭放苫时间设置)。试验处理时间为 10 d,分别在第 2、4、6、8、10 天的 14:00 时摘取各个部位叶片测量各项相关指标。

### 1.3 项目测定

丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法测定;脯氨酸含量采用酸性茚三酮比色法测定;过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外吸收法测定<sup>[6]</sup>;相对电导率采用电解质外渗量法测定<sup>[7]</sup>。

**第一作者简介:**赵瑞秋(1988-),女,宁夏中宁人,硕士研究生,研究方向为蔬菜学。E-mail:zhurq881010@163.com

**责任作者:**张亚红(1965-),女,宁夏平罗人,博士,教授,博士生导师,现主要从事设施园艺环境调控等研究工作。E-mail:zyhcau@sina.com

**基金项目:**国家星火计划资助项目(S2011G300013)。

**收稿日期:**2013-04-08

## 2 结果与分析

### 2.1 亚适温条件对番茄幼苗丙二醛含量的影响

丙二醛(MDA)是膜脂过氧化过程中的分解产物,其含量通常作为膜脂氧化的指标,表示细胞膜脂过氧化程度和植物对逆境反应的强弱<sup>[8]</sup>。由图1可知,不同温度处理下的番茄植株内MDA含量发生了不同的变化,且随着处理温度的降低和处理时间的延长,MDA含量增加,增加幅度也在增大,表明亚适温环境加剧了番茄幼苗细胞膜脂的过氧化,使番茄植株本身对不适宜环境有一定的抵抗能力。CK则保持在一个相对稳定的水平,10 d内仅增加了0.13  $\mu\text{mol/g}$ ,说明适宜的生长环境不会造成细胞膜脂的过氧化。T1处理在第10天的含量较对照增长了61.2%,T2增长了205.33%、T3增长了357.5%,且T2和T3的MDA含量随处理时间的延长持续上升,增加速率加快,但T3增加的速率高于T2,说明T3对细胞膜脂过氧化程度高。T3在6 d之后MDA增加速率加快,第6天的增加量为CK的200.7%,而第10天较CK增长了357.5%,可能是在经历了6 d的T3(18℃/5℃)处理之后,T3的低温胁迫对番茄幼苗的伤害较大,造成MDA的大量迅速累积,植株对亚适温的抵抗能力下降。

### 2.2 亚适温条件对番茄幼苗脯氨酸含量的影响

脯氨酸是植物细胞中重要的渗透调节物质,对植物抗逆性起着重要的调节作用,植物通过增加细胞内脯氨酸含量来增强对外界低温环境的耐受性<sup>[10]</sup>。由图2可知,随着处理时间的延长,3个处理的脯氨酸含量都出现了相应的增加,说明植株对外界环境做出了反应,由于亚适温的影响,调节了自身的适应能力。CK在10 d内的平均含量为21.06  $\mu\text{g/g}$ ,10 d内含量变化差异不显著,即脯氨酸没有调节适宜生长环境中的番茄幼苗。随着温度的降低和处理时间的延长,植株脯氨酸增加的速度加快,其增加幅度为T3>T2>T1。T1在第2~8天之间,脯氨酸增加速率保持平稳,第8天后脯氨酸增加速率明显加快,说明在经历了8 d的亚适温胁迫后,对亚适温的耐受性降低,脯氨酸作为一种保护物质<sup>[14]</sup>,积累

量增加对植株起到保护作用。T2处理的脯氨酸含量在第2天较CK增加了64.66%,第4天增加了87.08%,第6天增加了143.98%,第8天增加了167.87%,第10天增加了189.15%,其中4~8 d时增加速率较快,8 d之后脯氨酸增加速率减小,说明8 d之后脯氨酸对植株的保护能力减弱,植株抵抗亚适温胁迫能力减弱。T3处理的脯氨酸含量随着处理时间的延长,2、4、6、8、10 d分别比CK增加了116.08%、180.94%、250.44%、245.5%和266.06%,T3的增加量和增加速率均为最高,但在6 d之前脯氨酸积累速率大于6 d之后,说明6 d之前脯氨酸对植株的调节作用强于6 d之后,可能在经过6 d的亚适温胁迫后,脯氨酸对逆境的调节能力下降,植株的生长受到了影响。

### 2.3 亚适温条件对番茄幼苗相对电导率的影响

电解质渗透的相对电导率可表示膜透性的变化,当植物受到寒害等逆境胁迫时,细胞膜受到损害,膜透性增加,从而导致细胞内的物质外渗,使植物细胞浸取液的电解质浓度增大,电导率提高。不同的品种膜结构的稳定性不同,所以用电导率法测定不同作物或同一作物不同品种在相同胁迫下膜透性的增大程度,根据细胞导电性的差异,确定膜透性大小,可推测膜的受伤程度和对寒冷的抗性强弱<sup>[12]</sup>。由图3可知,3个处理在受到低温胁迫后随着处理时间的延长相对电导率均呈上升趋势,对照则保持相对稳定,说明细胞膜没有受到损害。T1在第10天略有下降,较第8天下降了1.9%,其余均增加,由此可以推断,番茄幼苗在经历了8 d之后的亚适温胁迫后,提高了自身对亚适温的适应能力,细胞膜受到的伤害降低。T2处理的电导率保持缓慢升高,10 d内的平均增加速率为5.975%,6 d后增长速率较6 d前有所下降。T3的上升速率最快,第10天达到了78.8%,T3在第4天增加量最高,较第2天增加了18.1%,第10天较第8天增加了14.0%,说明番茄幼苗在T3处理4 d时,细胞膜受到的伤害较大。随着亚适温胁迫时间的延长,电导率持续上升,细胞膜受到的伤害越来越大,如果胁迫继续,植株很可能会因此而死亡。

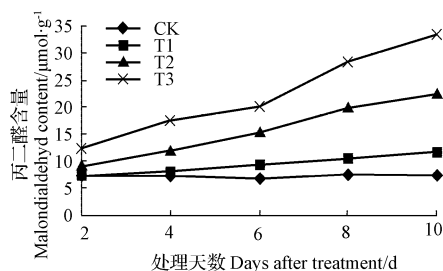


图1 亚适温条件对番茄幼苗丙二醛含量的影响

Fig.1 Effect of suboptimal temperature on MDA content of tomato seedlings

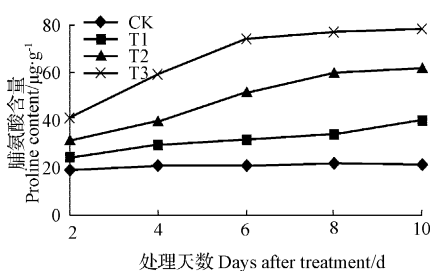


图2 亚适温条件对番茄幼苗脯氨酸含量的影响

Fig.2 Effect of suboptimal temperature on proline content of tomato seedlings

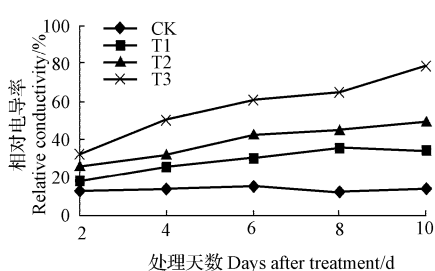


图3 亚适温条件对番茄幼苗相对电导率含量的影响

Fig.3 Effect of suboptimal temperature on relative conductivity of tomato seedlings

## 2.4 亚适温条件对番茄幼苗过氧化氢酶活性的影响

过氧化氢酶(CAT)作为膜脂过氧化防御系统的组成部分,能够在逆境胁迫或衰老过程中清除植物体内的过氧化氢,减少 $\cdot\text{OH}$ 的形成,维持体内的活性氧代谢平衡,保护膜结构,减轻有毒物质对活细胞的毒害,延迟或阻止细胞结构的破坏,使组织保持活力,从而使植物能在一定程度上忍耐、减缓或抵抗逆境胁迫,或延缓植物器官的衰老过程<sup>[13]</sup>。由图4可知,亚适温环境导致番茄幼苗CAT活性总体呈逐渐下降趋势,而CK在10 d内的CAT活性保持平稳。T1处理一直保持缓慢下降的状态,在第10天下降量为CK的14.99%,说明T1处理对番茄幼苗细胞膜结构的伤害不大。T2处理呈现先下降后升高的状态,在处理第4天后出现缓慢的升高,第8天后升高速率加快,第10天较第4天增加了29.2%,说明番茄幼苗在经历了4 d的T2处理之后,开始逐渐适应亚适温环境,保护酶系统发挥作用致使CAT活性增强。T3处理的CAT活性在10 d内都受到抑制,且第6天前下降速率较快,6 d后下降速率相对减慢,说明T3在前6 d对番茄幼苗的伤害较大,CAT活性下降迅速,植株对亚适温胁迫的抵抗能力在逐渐下降,6 d之后CAT活性变弱,逐渐失去对膜系统的保护能力。

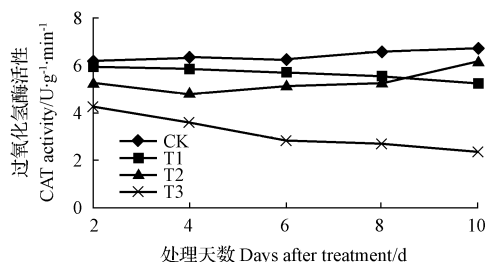


图4 亚适温条件对番茄幼苗过氧化氢酶活性的影响

Fig. 4 Effect of suboptimal temperature on CAT activity of tomato seedlings

## 3 结论与讨论

番茄属于冷敏感型植物,与极端低温不同,亚适温并不会造成细胞膜结构和功能的破坏,但是亚适温条件会导致细胞活性氧的积累和膜脂过氧化作用<sup>[15]</sup>。低温条件下植物细胞受到破坏的最初部位是细胞膜,细胞膜透性的升高是低温伤害最重要的标志<sup>[16]</sup>。该试验结果表明,亚适温环境会导致番茄幼苗MDA、脯氨酸含量持续增加,细胞膜脂过氧化作用加剧,相对电导率升高,膜透性增加,CAT发生变化,保护酶系统能力减弱。这与王瑞等<sup>[17]</sup>研究MDA、脯氨酸和相对电导率与植物抗寒性强弱的结果一致,鲁福成等<sup>[18]</sup>也提出了由于低温使膜损伤,膜透性增加,从而导致CAT活性明显下降,而张学财等<sup>[19]</sup>研究发现,剑麻在低温胁迫下,抗寒品种的CAT活性会有所上升,表现出对寒害逆境的抵御作用,由此可以证明丙二醛含量、脯氨酸含量、电导率和CAT

活性与植物的抗冷性存在相关性,可以表示植株在逆境下受到伤害的程度。综合试验各项生理生化指标的变化,说明番茄幼苗能够忍受24℃/11℃的亚低温胁迫至少10 d。在21℃/8℃的胁迫下,番茄幼苗先表现出抵抗力逐渐下降的趋势,在经历了8 d的胁迫后表现出对逆境的适应力,抵抗能力开始增强。18℃/5℃处理的各项指标都表明,番茄幼苗对亚适温的耐受能力降低,在第6天有明显的变化,由此推断番茄幼苗能够忍受不超过6 d的18℃/5℃温度胁迫,胁迫大于6 d可能会对导致番茄幼苗造成不可恢复的伤害,细胞膜因此受到严重的伤害而死亡。

番茄幼苗期的生长直接影响了生殖生长,幼苗的健康生长是产量和品质的保障。在生产中要特别注意幼苗期生长温度的管理,尤其是对灾害性天气的防御,注意番茄幼苗可以忍耐不同亚适温的时长,以保证在受到亚适温胁迫后能恢复生长能力,极端温度持续时间较长时应及时采取有效环境调控措施,避免不必要的经济损失。

## 参考文献

- [1] 袁静,李树军. 山东寿光冬季日光温室温度变化特征及低温预报[J]. 中国农学通报,2012,28(3):300-304.
- [2] 李晓红,李虹,魏文生. 日光温室病虫害发生原因浅析与综合防治对策[J]. 北方园艺,2000(4):45-46.
- [3] 李树德,卢良恕. 番茄育种和栽培的回顾与展望[M]//21世纪中国农业科技展望. 山东:山东科学技术出版社,1993:549-557.
- [4] 李树德. 中国主要蔬菜抗病育种进展[M]. 北京:科学出版社,1995:229-232.
- [5] 赵丽莉,胡瑞民,张亚红. 山东寿光日光温室在宁夏五个地区冬季的温度变化[J]. 安徽农业科学,2012,40(32):15973-15976.
- [6] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,1995:94-96.
- [7] 陈爱葵,韩瑞宏,李东洋. 植物叶片相对电导率测定方法比较研究[J]. 广东教育学院学报,2010,30(5):88-91.
- [8] 朱世东. 茄果类幼苗低温伤害与膜脂过氧化作用[J]. 安徽农学院学报,1991,18(2):141-147.
- [9] 王田浩,于希容. 不同水肥条件下番茄叶片中丙二醛含量对产量和畸形果的影响[J]. 宁夏农林科技,2010(4):28-29.
- [10] 孙佳佳,张其安,江力,等. 3种不同耐寒番茄品系的生理特性研究[J]. 安徽农业科学,2010(5):2315-2317.
- [11] 陈杰中,徐春香. 植物冷害及抗冷机理[J]. 福建果树,1998(2):21-23.
- [12] 王善广,张华云,郭鄂,等. 生物膜与果树抗寒性[J]. 天津农业科学,2000,6(1):37-40.
- [13] 王荣富. 植物抗寒性指标的种类及应用[J]. 植物生理学报,1990,16(2):102-108.
- [14] 王小华,庄南生. 脯氨酸与植物抗寒性的研究进展[J]. 中国农学通报,2008,24(11):398-402.
- [15] 林多,王世刚. 番茄耐低温研究进展[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(6):585-589.
- [16] 李美茹,刘鸿先,王以柔. 植物抗冷性分子生物学研究进展(综述)[J]. 热带亚热带植物学报,2000,8(1):70-80.



# 不同类型砧木对“红富士”苹果地下及地上部分生长的影响

马 丽<sup>1,2</sup>, 娄喜艳<sup>3</sup>

(1. 商丘师范学院 生命科学学院, 植物与微生物互作重点实验室, 河南 商丘 476000; 2. 中国农业大学 园艺植物研究所, 北京 100193; 3. 商丘工学院 土木工程学院, 河南 商丘 476000)

**摘 要:**以八棱海棠实生砧、M9 和 SH40 矮化自根砧、或 M9 和 SH40 中间砧(八棱海棠作基砧)为砧木,分别与“红富士”苹果嫁接,利用根系观测系统,研究了不同砧木苹果根系生长状况,并分析了其与地上部生长的相关性。结果表明:年平均根长密度、表面积密度、体积密度、根条数密度均表现为“红富士”/八棱海棠>“红富士”/SH40/八棱海棠>“红富士”/M9/八棱海棠>“红富士”/M9>“红富士”/SH40。在接穗和乔砧八棱之间加入矮化中间砧,使根长密度减小,但仍然高于矮化自根砧。与“红富士”/八棱海棠相比,M9 和 SH40 作中间砧或基砧均使树体变小。相关性分析表明,累积枝条长度、干径、短枝数量和长枝数量均可作为判断根系特征的重要指标,其中长枝数量和累积枝条长度可作为判断多项根系性状的重要指标。

**关键词:**苹果树;根系生长;营养生长;相关性

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)16-0013-05

根系是果树生长发育的中心器官,它通过吸收水分、矿质营养和合成内源激素等方式对地上部分的新梢

和叶片生长、碳素同化、花芽分化、果实发育等许多过程产生深刻影响<sup>[1-2]</sup>。自英国东茂林试验站开展了矮化砧木的研究以来,矮化砧木在生产中的应用带来了果树栽植密度的重大变革<sup>[3]</sup>。在苹果和许多其它果树上,矮化砧木不仅可以提高栽培品种的抗逆性,而且对生长和结果亦有良好影响<sup>[4-5]</sup>。但是,矮化砧木的根系往往不如乔化砧木的发达<sup>[6-7]</sup>,虽然根系对果树高产稳产起着重要的作用<sup>[8]</sup>,但前人对果树根系的研究多集中在土壤理

**第一作者简介:**马丽(1982-),女,博士,讲师,现主要从事园林植物的教学与科研工作。E-mail:ndmali@163.com.

**基金项目:**河南省教育厅科学技术研究重点资助项目(13B210194);河南省科技攻关计划资助项目(122102310613; 122102110213)。

**收稿日期:**2013-04-08

[17] 王瑞,马凤鸣,李彩凤,等. 低温胁迫对玉米幼苗脯氨酸、丙二醛含量及电导率的影响[J]. 东北农业大学学报,2008,39(5):20-23.

[18] 鲁福成,王明启. 逆境条件下几种蔬菜作物生理指标的变化[J]. 天津

农业科学,2001,7(2):6-10.

[19] 张学财,周文钊,李俊峰. 低温胁迫下 4 个剑麻品种的 SOD、POD、CAT 变化[J]. 中国热带农业,2009(4):24.

## Influence of Different Suboptimal Temperature on Adaptability of Tomato Seedlings

ZHAO Rui-qiu, YE Hua, ZHANG Ya-hong

(College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract:** Taking ‘Israel 168’ tomato seedlings as materials, using the intelligent artificial climate box to simulate 3 suboptimal temperature environment (Day/Night 24℃/11℃, 21℃/8℃, 18℃/5℃) in production facilities, MDA, proline, electric conductivity and catalase four physiological and biochemical indexes of tomatoes under different temperature were measured. The results showed that, compared to the plant growth in the appropriate temperature CK (28℃/15℃), T1 treatment (24℃/11℃) of tomato seedlings could adapt to suboptimal temperature environment at least 10 d, T2 treatment (21℃/8℃) of tomato seedlings adaptability enhancement after 8 d suboptimal temperature environment, T3 treatment (18℃/5℃) of tomato seedlings growth declined through 6 d suboptimal temperature environment.

**Key words:** tomato; seedlings; suboptimal temperature; adaptability