

# 不同西瓜品种苗期耐低温弱光性综合评价

杨万邦, 刘东顺, 赵晓琴, 苏永全, 李晓芳

(甘肃省农业科学院 蔬菜研究所, 兰州 730070)

**摘要:**以 6 个西瓜品种为参试材料, 在温度为  $12^{\circ}\text{C}$ , 光强为  $100\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  下进行了苗期耐低温弱光性鉴定。结果表明: 各品种的冷害指数、膜透性、MDA 均随胁迫时间的延长而增加, 而 SOD 活性、叶绿素含量随着胁迫时间的延长先增加而后降低, Pro 因品种不同而呈不同变化趋势。通过计算隶属函数值对低温弱光胁迫下西瓜幼苗各项生理指标进行了综合评价, 6 个西瓜品种耐低温弱光性由强到弱依次是陇丰早成>陇金兰>京欣一号>美抗九号>陇蜜无籽>金秀。

**关键词:**西瓜; 低温弱光; 耐冷性; 综合评价

**中图分类号:** S 651.04<sup>+</sup>.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)04-0010-04

西瓜(*Citrullus lanatus*)是人们非常喜爱的水果。近年来在西北地区反季节西瓜栽培取得了可喜的成功, 日光温室及早春大中棚西瓜栽培的面积越来越大。但由于西瓜对低温敏感, 在冬季日光温室种植中常常受到低温的不良影响, 其中包括  $0^{\circ}\text{C}$  左右的冻害与偏低温( $\leq 15^{\circ}\text{C}$ )冷害, 遇到连阴天, 日光温室气温常常低于  $5^{\circ}\text{C}$ <sup>[1]</sup>, 成为反季节西瓜生产的一大隐患。因此生产上除了注重保暖措施外, 推广种植耐低温弱光的西瓜品种不失为最有效的举措。

有关西瓜在低温胁迫下的生理变化已有报道<sup>[1-4]</sup>, 该试验就是通过研究低温弱光胁迫下不同西瓜品种的一些生理指标变化, 对其耐低温弱光能力进行综合评价, 为生产中准确选择耐低温弱光的西瓜品种提供理论依据和实践基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

参试的 6 份材料均为甘肃省近几年日光温室主栽品种。分别是陇丰早成(花皮红瓢)、陇金兰(花皮黄瓢)、京欣一号、美抗九号(花皮红瓢)、陇蜜无籽(花皮无籽)、金秀(黄皮)。

### 1.2 处理方法

试验于 2006 年 10 月在甘肃省农科院蔬菜研究所日光温室和生物技术研究所以进行。选取籽粒饱满、大小一致的种子集中催芽, 播于  $10\text{cm}\times 10\text{cm}$  塑料营养钵, 正常光温管理, 平均温度为  $27.4/14.7^{\circ}\text{C}$ , 光照强度约为

$700\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。待西瓜苗长至三叶一心期进行低温弱光处理, 处理在哈尔滨东联电子公司产人工气候箱内进行。参照许勇<sup>[2]</sup>、刘文革<sup>[3]</sup>等方法, 温度设为  $12^{\circ}\text{C}$ , 光强为  $100\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 光暗各 12 h, 处理 8 d, 处理后第 0、2、4、6、8 天分别取第 2 和第 3 片真叶测定有关生理指标, 重复 3 次。

### 1.3 测定方法

**1.3.1 冷害指数** 参照许勇等<sup>[1]</sup>的冷害分级方法, 在处理第 0、2、4、6、8 d 调查 6 个西瓜品种在低温弱光胁迫下的伤害情况, 并统计冷害指数(冷害指数 =  $\sum(\text{各级株数}\times\text{级数})/\text{总株数}$ )。每处 10 株, 3 次重复。

**1.3.2 生理指标测定** 生理指标测定参照李合生<sup>[5]</sup>编《植物生理生化实验原理和技术》; 膜透性采用电导法测定, 以相对电导率来表示; 丙二醛(MDA)采用硫代巴比妥酸比色法; 脯氨酸(Pro)含量测定采用水合印三酮法; 超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用氮蓝四唑法(NBT 法); 叶绿素含量测定采用浸提法。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温弱光胁迫对西瓜幼苗冷害指数的影响

6 个品种西瓜幼苗受到低温弱光胁迫 2 d 后, 老叶均出现了轻微的皱缩、变形; 到第 4 天陇蜜无籽和金秀幼苗功能叶出现皱缩、变形; 随着胁迫时间的延长, 美抗九号、陇蜜无籽、金秀部分功能叶失绿变黄; 胁迫 8 d 后各品种间冷害指数表现了明显的差异, 冷害指数由小到大依次为陇丰早成、陇金兰、京欣一号、美抗九号、金秀、陇蜜无籽(见表 1)。

### 2.2 低温弱光胁迫对西瓜幼苗叶片膜透性的影响

细胞膜系统是低温伤害的中心, 而其伤害程度(相对电导率)可以作为植物耐冷性强弱的指标<sup>[6,7]</sup>。由图 1 可以看出, 随着胁迫时间的延长相对电导率逐渐增大。

**第一作者简介:** 杨万邦(1980-), 男, 研究实习员, 主要从事西瓜甜瓜育种及栽培生理研究。E-mail: yangwanbang-6@163.com。

**基金项目:** 甘肃省科技厅事业费项目(QS041-C31-08)。

**收稿日期:** 2007-12-09

其中金秀、陇蜜无籽的增幅较大, 分别比处理前增加了 238.24%、219.80%; 而陇丰早成、陇金兰、京欣一号、美抗九号的增幅较小, 分别比处理前增加了 104.76%、159.57%、173.27%、164.42%。因此陇丰早成、陇金兰耐冷性较强, 京欣一号、美抗九号次之, 陇蜜无籽、金秀较差。

表 1 低温弱光胁迫下西瓜叶片冷害指数变化

品种	处理天数/d				
	0	2	4	6	8
陇丰早成	0	0.397dD	1.803dC	2.427dD	2.843eE
陇金兰	0	0.517cC	1.973cBC	2.570cCD	3.013dDE
京欣一号	0	0.540cC	1.973cBC	2.663cC	3.150dD
美抗九号	0	0.653bB	2.067cB	2.917bB	3.453cC
陇蜜无籽	0	0.817aA	2.606aA	3.127aA	4.383aA
金秀	0	0.727bAB	2.443bA	3.213aA	3.957bB

注: 小写字母表示差异显著 ( $\alpha=0.05$ ), 大写字母表示差异极显著 ( $\alpha=0.05$ )。

2.3 低温弱光胁迫对西瓜幼苗叶片丙二醛(MDA)含量的影响

由图 2 可以看出, 处理前 4 d 各品种 MDA 含量增幅明显, 且冷敏性品种增幅显著大于耐冷性品种, 随后

各品种 MDA 含量继续增加, 但增幅较小。到第 8 天陇丰早成、陇金兰、京欣一号、美抗九号、陇蜜无籽、金秀 MDA 含量分别比处理前增加了 123.53%、141.61%、151.11%、164.44%、163.83%、173.5%。由于植物受低温胁迫时膜脂过氧化作用的主要产物是 MDA, 其含量可以反映植物对逆境反应的强弱<sup>[8]</sup>, 而陇丰早成 MDA 含量最低, 说明其耐低温性能最强; 陇金兰、京欣一号次之; 美抗九号、陇蜜无籽 MDA 含量较高, 耐冷性较低; 金秀 MDA 含量最高, 则其耐冷性最差。

2.4 低温弱光胁迫对西瓜幼苗叶片脯氨酸(Pro)含量的影响

由图 3 可以看出, 从处理后到第 6 天各品种 Pro 含量呈增加趋势, 且增幅较大。从第 6 天开始除美抗九号和陇蜜无籽 Pro 含量有所下降外, 其余 4 个品种仍呈上升趋势, 但增幅很小。处理 8 d 后各品种 Pro 含量由大到小依次是陇金兰、陇丰早成、京欣一号、美抗九号、金秀、陇蜜无籽。

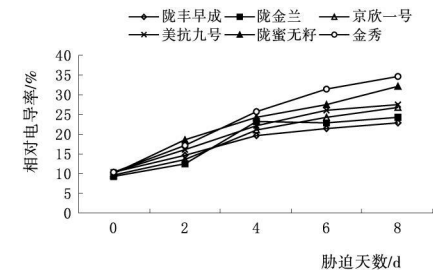


图 1 低温弱光对西瓜幼苗叶片细胞膜透性的影响

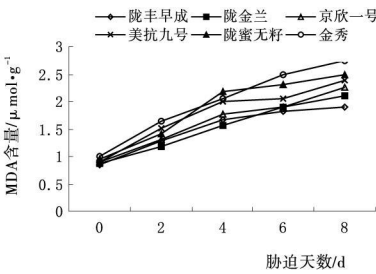


图 2 低温弱光对西瓜幼苗叶片MDA含量的影响

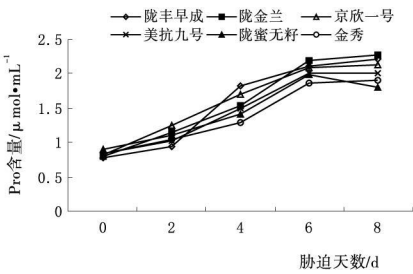


图 3 低温弱光对西瓜幼苗叶片Pro含量的影响

2.5 低温弱光胁迫对西瓜幼苗叶片超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

SOD 是植物体内重要的保护酶之一, 可以清除过量的活性氧, 对植物的抗寒性有重要作用<sup>[9]</sup>。由图 4 可见, 在处理前陇蜜无籽 SOD 活性最高, 这与刘文革等<sup>[3]</sup>对三倍体西瓜的研究结果一致。从胁迫开始直到第 6 天, 陇蜜无籽 SOD 活性一直呈缓慢上升趋势, 而后稍有降低; 其他 5 个品种 SOD 活性从处理开始到第 4 天上升到峰值, 说明体内的保护酶系统对低温胁迫做出了响应。随后由于低温弱光胁迫的加剧, 致使西瓜幼苗体内保护酶活性或合成机制受到破坏, SOD 活性开始下降, 其中京欣一号和美抗九号的降幅较大。到第 8 天各品种 SOD 活性由高到低依次是陇蜜无籽、陇丰早成、陇金兰、京欣一号、金秀、美抗九号。

2.6 低温弱光胁迫对西瓜幼苗叶绿素含量的影响

由图 5 可以看出, 由于陇蜜无籽是三倍体, 在处理前其叶绿素含量比其它二倍体高, 而金秀是黄皮西瓜, 其叶片中叶绿素含量明显低于其他品种。从开始处理

到第 2 天, 各品种叶绿素含量呈上升趋势, 可能是弱光激活了叶绿素合成机制, 导致其含量升高。而后随着低温弱光处理的延长, 各品种叶绿素含量开始降低, 刘慧英等<sup>[4]</sup>在嫁接西瓜上的研究也证实了这一点。其中陇蜜无籽的降幅最大, 比处理前降低了 46.28%, 由于金秀本身叶绿素含量低, 其耐弱光能力也最差。处理 8 d 后各品种叶绿素含量由大到小依次是陇丰早成、京欣一号、陇金兰、美抗九号、陇蜜无籽、金秀。

2.7 低温弱光胁迫下西瓜幼苗各生理指标的隶属函数值

由于植物受到低温弱光胁迫时, 会影响生理活动的各个方面, 不能用单一的指标评价某个品种的耐冷性<sup>[4]</sup>, 因此该试验将测定的指标按求隶属函数的方法进行计算, 利用多指标进行综合评价, 以期准确揭示各品种对低温弱光胁迫的反应, 提高鉴定结果的准确性。

隶属函数值的计算依照龚明等<sup>[10]</sup>的方法, 计算各品种间的耐低温弱光性指标隶属函数值  $X(\mu)$ , 累加后取平均值, 平均值越大, 其耐低温弱光性越强。

测定指标与耐低温弱光性正相关:  $X(\mu) = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$ ; 测定指标与耐低温弱光性负相关:  $X(\mu) = 1 - (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$ 。其中  $X_i$  为某个品种处理 8 d 时的某一指标值  $X_{max}$ 、 $X_{min}$  为所有供试品

种该指标的最大值和最小值。  
根据隶属函数平均值的大小(表 2), 低温弱光胁迫 8 d 后, 6 个西瓜品种耐低温弱光性由强到弱依次是陇丰早成> 陇金兰> 京欣一号> 美抗九号> 陇蜜无籽> 金秀。

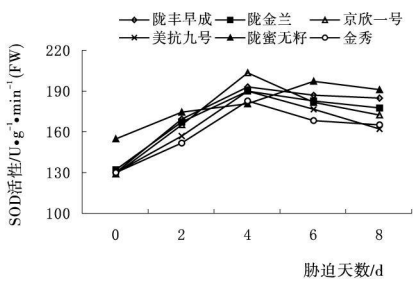


图 4 低温弱光对西瓜幼苗叶片 SOD 活性的影响

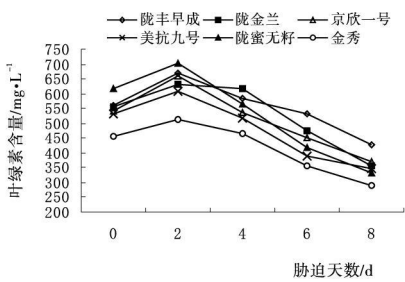


图 5 低温弱光对西瓜幼苗叶片叶绿素含量的影响

表 2 西瓜幼苗在低温弱光胁迫下各生理指标的隶属函数值

品种	各指标隶属函数值							平均值
	冷害指数	电导度	MDA	Pro	SOD	叶绿素	总计	
陇丰早成	1.000	1.000	1.000	0.872	0.793	1.000	4.665	0.777
陇金兰	0.962	0.777	0.7584	1.000	0.552	0.485	3.757	0.626
京欣一号	0.890	0.592	0.569	0.681	0.352	0.574	3.065	0.511
美抗九号	0.746	0.538	0.425	0.298	0.000	0.398	1.867	0.311
陇蜜无籽	0.000	0.169	0.305	0.000	1.000	0.291	1.596	0.266
金秀	0.507	0.000	0.000	0.213	0.108	0.000	0.828	0.138

3 讨论

研究表明, 植物在逆境胁迫产生过剩的自由基会加剧膜质过氧化, 其产物 MDA 可以作为反映植物抗逆性的指标<sup>[8]</sup>。马德华等<sup>[11]</sup>发现 MDA 含量与黄瓜各品种耐低温性呈显著负相关。在该试验中几个西瓜品种在低温弱光胁迫下电解质渗透率逐步增大, 说明低温弱光对细胞膜造成了伤害; 而作为膜质过氧化的主要产物 MDA, 其含量也显著升高, 并且各品种电解质渗透率、MDA 含量的高低与最后的综合评价有较好的一致性。  
植物在逆境胁迫下保护酶活性降低、合成机制受到破坏, 从而使活性氧大量积累, 引起膜质过氧化, 前人有关西瓜在低温胁迫下 SOD 变化的研究结果比较复杂, 有的认为 SOD 活性持续降低<sup>[2]</sup>, 有的认为持续升高<sup>[12]</sup>, 该试验的研究结果是先升高后降低, 这可能与温度、光照、胁迫时间以及品种的不同有关。Pro 作为一种渗透调节物质, 对于维持细胞膨压、调节细胞膜的稳定性有重要作用, 该试验中 Pro 含量都有不同程度的增加, 说明在低温弱光胁迫下 Pro 的积累对调节水势和维持细胞膜的稳定性起了作用。  
低温弱光胁迫初期叶绿素含量略有升高, 可能是弱光激活了植物自身的保护机制, 叶绿素含量的升高说明

植物通过提高对光能的利用率来弥补低温弱光造成的光合作用下降。但随着胁迫时间的延长叶绿素含量开始降低, 可能是低温致使叶绿素合成受阻或导致叶绿素降解。6 个西瓜品种除陇蜜无籽外叶绿素含量越高, 其耐低温弱光能力越强, 说明有较高的叶绿素含量的品种更适应低温弱

光环境。  
通过求隶属函数值, 对低温弱光胁迫下多个生理指标进行了综合评价, 认为陇丰早成耐低温弱光性最强, 其次是陇金兰和京欣, 美抗九号、陇蜜无籽较差, 但两者之间差异不显著, 金秀耐低温弱光能力最差。该试验结果是在苗期人工模拟环境中得出, 至于各品种在日光温室中的具体表现, 有待进一步研究与验证。

参考文献

[1] 许勇, 王永健, 张峰, 等. 西瓜幼苗耐低温研究初报[J]. 华北农学报 1997, 12(2): 93-96.  
[2] 许勇, 张海鹰, 康国斌, 等. 西瓜野生种质幼苗耐冷性的生理生化特性与遗传研究[J]. 华北农学报 2000 15(2): 67-71.  
[3] 刘文革, 王鸣, 阎志红. 不同倍性蜜西瓜幼苗在低温胁迫下的生理生化特性[J]. 果树学报 2003 20(1): 44-48.  
[4] 刘慧英, 朱祝军, 吕国华, 等. 低温胁迫下西瓜嫁接苗的生理变化与耐冷性关系的研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36(11): 1325-1329.  
[5] 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.  
[6] 刘建辉, 崔鸿文. 电导法测定黄瓜抗旱性的研究[J]. 西北农业大学学报, 1995, 23(4): 74-77.  
[7] 邹志荣, 陆帼一. 低温对辣椒幼苗膜脂过氧化和保护酶系统变化的影响[J]. 西北农业学报 1994 3(3): 51-56.  
[8] 陈贵, 胡文玉, 谢雨绵, 等. 提取植物体内 MDA 的溶剂及 MDA 作为衰老指标的探讨[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(1): 44-46.  
[9] 戴金平, 沈征言, 简令成. 低温锻炼对黄瓜幼苗多种酶活性的影响[J]. 植物学报 1991, 33(8): 627-632.  
[10] 龚明. 作物抗旱鉴定方法与指标及综合评定[J]. 云南农业大学学报, 1989, 4(1): 73-81.  
[11] 马德华, 卢育华, 庞金安. 低温对黄瓜幼苗膜脂过氧化的影响[J]. 园艺学报, 1998, 25(1): 61-64.  
[12] 彭金光, 孙玉宏, 师瑞红, 等. 10℃低温对西瓜幼苗耐性生理指标的影响[J]. 安徽农学通报 2006 12(10): 42-45.

# 低温胁迫对甜瓜幼苗叶绿素含量及荧光参数的影响

和红云<sup>1</sup>, 薛琳<sup>2</sup>, 田丽萍<sup>1</sup>, 陈远良<sup>2</sup>

(1. 石河子大学 新疆 石河子 832000; 2. 石河子蔬菜研究所, 新疆 石河子 832000)

**摘要:** 采用人工控温的办法, 研究了 30℃/20℃、21℃/12℃、15℃/8℃(昼/夜)3 个温度条件下甜瓜的光合色素含量和叶绿素荧光参数。结果表明: 低温条件造成了甜瓜幼苗叶绿素含量下降, 并且随着温度的下降情况加剧; 叶绿素荧光分析表明, 在不同的低温胁迫下, 甜瓜幼苗 *Fv/Fm*、*Fv/Fo* 和 *qP* 下降, *qN* 升高, 15℃/8℃条件下最为严重。说明低温胁迫使甜瓜叶光系统 PS II 活性中心受损; 低温使光化学反应的相对份额 *FPSII* 下降, 表明温度胁迫使光合电子传递过程受抑制, 光合电子传递速率下降。

**关键词:** 早金; 伊丽莎白; 低温胁迫; 光合作用; 叶绿素; 荧光动力学参数  
**中图分类号:** S 652; Q 945.78 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2008)04—0013—04

光合作用是植物最基本的生命活动, 是植物合成有机质和获取能量的根本源泉, 同时光合器官又是植物的冷敏感部位, 低温直接影响光合机构的性能和活性<sup>[1]</sup>。叶绿素 a 荧光与光合作用中各种反应密切相关, 包含了许多光合作用信息, 多种逆境因子对植物光合作用的影响也可通过它反映出来<sup>[2-3]</sup>。目前在反季节栽培中, 温度是设施栽培的最大影响因子, 低温是最常见的逆境胁迫。迄今有关喜温蔬菜耐低温的报道仅在黄瓜<sup>[4]</sup>、番茄<sup>[5]</sup>、茄子<sup>[6]</sup>等作物上作过初步研究, 但在甜瓜上则未见

报道。因此, 试验试图通过研究不同低温胁迫对甜瓜幼苗叶绿素含量及荧光参数的影响, 探讨甜瓜幼苗对不同低温胁迫的适应性反应及其生理机制, 以期为甜瓜设施栽培专用品种的选育和高产栽培技术体系的建立提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

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

## Evaluation on Low Temperature and Light Intensity Tolerance of Different Watermelon Varieties at Seedling Stage

YANG Wan-bang, LIU Dong-shun, ZHAO Xiao-qin, SU Yong-quan, LI Xiao-fang  
(Institute of Vegetable, Gansu Academy of Agricultural Science, Lanzhou, Gansu 730070, China)

**Abstract:** Six watermelon varieties were studied in order to evaluate their chilling tolerance under the condition of 12℃ temperature and 100 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> light intensity. The results indicted that the chilling injury index of electrolytic leakage and MDA contents increased, the activities of SOD and Chlorophyll II contents rose at first and then decreased, the Proline contents changed with different varieties. With evaluating these index by subordinate function value, the chilling tolerance of these watermelon varieties from strong to weak is Longfengzaocheng> Longjinlan> Jingxin No. 1> Meikang No. 9> Longmiw uz> Jinxiu.

**Key words:** Watermelon; Low temperature and light intensity; Chilling tolerance; Comprehensive evaluation