

低温弱光对生态型瓠瓜幼苗生长和生理生化特性的影响

刘永华, 吴晓花, 李国景*, 汪宝根, 鲁忠富

(浙江省农业科学院 蔬菜研究所, 浙江 杭州 310021)

摘要: 对不同生态型瓠瓜的耐低温弱光特性研究表明, 低温弱光下设施早熟栽培型瓠瓜的种子发芽率、幼苗生长速率、PS II 最大光化学量子产量(F_v/F_m)和净光合速率(P_n)显著高于露地栽培型。而质膜透性、丙二醛(MDA)含量和冷害指数则显著低于露地栽培型。低温弱光处理后不同类型瓠瓜的抗氧化酶(SOD, POD, CAT)活性均显著升高, 且设施栽培型瓠瓜上升幅度显著高于露地栽培型。

关键词: 低温弱光; 瓠瓜; 抗氧化酶; 光合作用; 叶绿素荧光

中图分类号: S642.9

文献标识码: A

文章编号: 1004-1524(2006)06-0421-04

Effects of chilling and low light intensity on the seedling growth and physiological and biochemical characteristics of different ecotype gourd

LIU Yong-hua, WU Xiao-hua, LI Guo-jing*, WANG Bao-gen, LU Zhong-fu

(Institute of Vegetable, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China)

Abstract: The effects of chilling and low light intensity on the seedling growth and physiological and biochemical characteristics of different ecotype gourd (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl. (Syn. *L. leucantha* Rusby)) were studied. Results indicated that under chilling and low light intensity, the seed germination rate, seedling growth rate, P_n (net photosynthetic rate) and F_v/F_m (maximum quantum yield of PS II) of greenhouse-type cultivar were significantly higher than openfield-type cultivars. Chilling injury index, plasmalemma permeability and MDA (thiobarbituric acid reactivitiesubstances) content of greenhouse-type cultivar were lower than the latter. Under chilling and low light intensity, activities of antioxidant enzyme in gourd leaves increased significantly compared with the control. And the increased extent of the antioxidant enzyme activities of greenhouse-type cultivar was higher than openfield-type cultivars under chilling and low light intensity.

Key words: chilling and low light intensity; gourd; antioxidant enzyme; photosynthesis; chlorophyll fluorescence

温度过低会使植物受到寒害(冷害或冻害), 自然界中寒害现象特别突出, 几乎涉及所有的经济作物^[1]。瓠瓜 *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl. (Syn. *L. leucantha* Rusby) 原产于热带, 性喜温暖和强光照, 不耐低温。随着瓠瓜设施早熟栽培面积的不断扩大, 设施生产中存在的低温和

弱光日益引起人们的重视, 这要求用于设施早熟栽培的瓠瓜品种具备较强的耐低温弱光能力。国内外学者对西瓜、葡萄、番茄和黄瓜^[2~5]等园艺作物耐低温弱光方面的研究报道较多。但迄今尚未见到有关瓠瓜耐低温弱光方面的研究报道。本研究以三种不同生态型(设施早熟栽培型、春露地栽培型和夏秋露地栽培型)的瓠瓜为材料进行对比研究, 探讨设施早熟栽培型瓠瓜耐低温弱光的生理生化特性, 以为瓠瓜的耐低温弱光育种提供依据。

收稿日期: 2005-09-08

基金项目: 浙江省科技厅项目(2004C30055)

作者简介: 刘永华(1978-), 河南焦作人, 硕士, 主要从事蔬菜抗逆生理及分子育种研究。

* 通讯作者: E-mail: Guojing_li@yahoo.com.cn; Tel/Fax: 0571-86403050

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的瓠瓜材料有 (A) 设施早熟栽培型 (浙蒲 2 号)、耐低温弱光能力强 (B) 春露地栽培型 (宁波夜开花) (C) 夏秋露地栽培型 (圆瓠)。试验于 2004 年 1 月—2005 年 5 月在浙江省农业科学院蔬菜研究所实验室进行。

1.2 低温对不同类型瓠瓜种子发芽率的影响

将三个生态型瓠瓜品种的种子于室温下清水浸种 8 h 后用于发芽试验,低温发芽温度为 18℃,对照为 28℃,统计第 9 d 的发芽率。

1.3 低温弱光对不同类型瓠瓜生长和生理生化指标的影响

瓠瓜生长采用基质(蛭石)培,待幼苗长至三叶一心期,进行低温弱光处理:昼温 12℃/夜温 8℃,光强 50 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,光周期 12 h。对照为:昼温 28℃/夜温 18℃,光强 200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,光周期 12 h,各处理均重复 4 次。低温弱光处理 7 d 后,按樊治成^[6]的方法进行冷害分级并计算冷害指数。用英国 Hansatech 公司的 FMS2 型便携式荧光测定仪测定瓠瓜功能叶的初始荧光(F_0)和 PS II 最大光化学量子产量(F_v/F_m),测定方法参照李国景^[7]。其余植株恢复两天后用英国 PP Systems 公司的 CIRAS-1 型便携式光合测定系统

测定净光合速率(P_n),恢复条件同对照。同时取功能叶进行叶片质膜透性、MDA 含量和抗氧化酶(SOD,POD,CAT)活性的测定。叶片质膜透性的测定参考杨根平^[8]的方法。MDA 含量的测定参照 Cakmak^[9]的方法。抗氧化酶(SOD,POD,CAT)活性的测定参考 Lee^[10]的方法。采用 SAS 统计软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 低温弱光对瓠瓜种子发芽率和幼苗生长的影响

表 1 表明,低温弱光下 A 的种子发芽率显著高于 B 和 C,并且 A 的幼苗冷害指数显著低于 B 和 C。低温弱光处理后,不同类型瓠瓜的生长均受到显著抑制,但 A 生长受到的抑制较 B 和 C 轻,表明 A 和其他两个类型瓠瓜相比具有较强的耐低温弱光能力,在低温弱光下仍能保持较高的生长速率。

2.2 低温弱光对瓠瓜幼苗叶绿素荧光和光合作用的影响

表 2 表明,低温弱光处理后不同类型瓠瓜的初始荧光(F_0)均显著上升,其中 A 上升的幅度低于 B 和 C。低温弱光处理后 A 的 PS II 最大光化学量子产量(F_v/F_m)显著高于 B 和 C。同时低温弱光处理后 A 的净光合速率受抑制程度显著低

表 1 低温对瓠瓜种子发芽率和幼苗生长的影响

Table 1 Effects of chilling and low light intensity on the seed germination rate and seedling growth rate of gourd

项目	对照			低温弱光			低温弱光/对照		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
种子发芽率/%	99 a	98 a	95 a	94 a	79 b	49 c	0.95	0.81	0.52
冷害指数	—	—	—	0.29 b	3.35 a	2.80 a	—	—	—
地上部干物重/g	6.1 b	7.3 a	7.6 a	4.9 c	4.8 c	4.4 c	0.81	0.66	0.58

注:没有相同字母标记的数字在 $P = 0.05$ 水平差异显著。下同。

表 2 低温弱光对瓠瓜幼苗叶绿素荧光和光合作用的影响

Table 2 Effects of chilling and low light intensity on chlorophyll fluorescence and photosynthesis of gourd seedlings

项目	对照			低温弱光			低温弱光/对照		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
初始荧光(F_0)	154 c	147 d	147 d	165 b	176 a	163 b	1.07	1.20	1.11
最大光化学量子产量(F_v/F_m)	0.853 ab	0.853 ab	0.859 a	0.832 bc	0.805 d	0.811 cd	0.975	0.944	0.944
光合速率/ $\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	4.99 a	4.33 a	5.00 a	4.05 b	1.98 c	2.75 c	0.81	0.46	0.55

表3 低温弱光对瓠瓜幼苗质膜透性、MDA含量和抗氧化酶活性的影响

Table 3 Effects of chilling and low light intensity on plasmalemma permeability, MDA content and activities of antioxidant enzymes of gourd seedling leaves

项目	对照			低温弱光			低温弱光/对照		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
质膜透性/%	8 c	7 c	7 c	15 b	17 ab	19 a	1.87	2.43	2.71
MDA/nmol·g ⁻¹ FW	0.54 c	0.68 c	0.61 c	0.65 c	1.03 a	0.83 b	1.20	1.52	1.36
SOD/U·g ⁻¹ FW	245 d	253 d	261 d	363 a	306 c	334 b	1.48	1.21	1.28
POD/ μ mol·g ⁻¹ ·min ⁻¹ FW	4.06 d	5.05 bc	4.76 c	5.81 a	5.32 ab	6.15 a	1.43	1.05	1.28
CAT/ μ mol·g ⁻¹ ·min ⁻¹ FW	0.15 c	0.12 c	0.13 c	0.38 a	0.27 b	0.30 b	2.53	2.25	2.30

于B和C,且A的净光合速率的绝对值也显著高于B和C。这表明A的光合系统经低温弱光处理后仍能维持较高的运转效率。

2.3 低温弱光对瓠瓜幼苗叶片质膜透性、MDA含量和抗氧化酶活性的影响

表3表明,低温弱光处理后不同类型瓠瓜叶片的质膜透性和MDA含量均不同程度的上升,但A上升的幅度显著低于B和C,且绝对值也显著低于B和C。低温弱光处理后,不同类型瓠瓜叶片的抗氧化酶活性均显著上升,其中A的3种抗氧化酶活性上升的幅度均显著高于B和C。而且除POD外,A的SOD和CAT活性绝对值也显著高于B和C。

3 讨论

低温下,A的种子发芽率显著高于B和C,而冷害指数显著低于后者,表明设施栽培型瓠瓜耐低温弱光照的能力显著高于露地栽培型。逆境下植物组织内的活性氧水平往往升高,它一方面引起脂质过氧化,对膜造成伤害,另一方面引起光合系统各种酶的失活,造成光抑制^[11]。低温弱光处理后,各类型瓠瓜的质膜透性、MDA含量和 F_0 值均显著上升,净光合速率和 F_v/F_m 值显著下降,这表明各类型瓠瓜的质膜完整性和光合能力均受到活性氧不同程度的破坏,但是设施栽培型的质膜完整性和光合能力受到活性氧的破坏程度要比露地栽培型的要轻。

以往的研究表明,低温胁迫下活性氧的过量产生是造成植物受到冷害的重要原因之一,植物的抗冷性和抗氧化能力成正相关。刘慧英^[3]的研究表明西瓜嫁接苗的抗冷性之所以高于实生

苗,是因为低温胁迫下嫁接苗较实生苗具有更高的抗氧化能力。周瑞莲^[12]的研究表明,抗寒性强的高山草较抗寒性弱的高山草具有更高的抗氧化酶活性,认为抗氧化酶活性和抗冷性成正相关。有关抗氧化能力和抗冷性关系最有说服力的证据来自于抗氧化酶的转基因研究。Gupta^[13]等将外源Cu/Zn-SOD基因导入烟草中,转化株的叶绿体中SOD超表达,活性升高,增加烟草抵抗低温的能力。Kornyejev^[14]研究表明棉花叶片中超量表达叶绿体抗氧化酶基因SOD,APX,GR可以提高光能的利用率,维持较高的电子传递速率,减轻冷诱导对光系统II的光抑制。低温弱光处理后,两种生态型瓠瓜的抗氧化酶活性均显著上升。值得注意的是,设施栽培型瓠瓜抗氧化酶活性的上升幅度要显著高于露地栽培型,而且除POD外,SOD和CAT活性的绝对值也是前者高于后两者,这可能是设施栽培型瓠瓜的耐低温弱光能力高于露地栽培型的原因之一。

参考文献:

- [1] 李新国,张建霞,孙中海.植物抗寒基因工程研究进展(综述)[J].亚热带植物科学,2004,33(4):69-73.
- [2] 吴月燕,杨祚胜,丁伟红.高温弱光对葡萄叶片光合生理生化指标的影响[J].浙江农业学报,2005,17(1):7-10.
- [3] 刘慧英,朱祝军,吕国华.低温胁迫对嫁接西瓜耐冷性和活性氧清除系统的影响[J].应用生态学报,2004,15(4):659-662.
- [4] 王孝宣,李树德,东惠茹,等.番茄品种耐寒性与ABA和可溶性糖含量的关系[J].园艺学报,1998,25(1):56-60.
- [5] 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.
- [6] 樊治成,贾洪玉,郭洪芸,等.西葫芦耐冷性生理指标研究[J].园艺学报,1999,26(5):309-313.
- [7] 李国景,刘永华,吴晓花,等.长豇豆品种耐低温弱光性和叶绿素荧光参数等的关系[J].浙江农业学报,2005,17(6):

359 - 362.

[8] 杨根平 ,高爱丽 ,荆家海 . 钙素和水分亏缺对黄瓜叶片细胞质膜透性的影响[J]. 西北植物学报 ,1993 ,13(2) :89 - 95.

[9] Cakmak I , Marschner H. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase , ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves[J]. *Plant Physiol* ,1992 ,98 :1222 - 1227.

[10] Lee DH , Lee CB. Chilling stress-induced changes of antioxidant enzymes in the leaves of cucumber : in gel enzyme activity assays [J]. *Plant Science* ,2000 ,159 :75 - 85.

[11] Tjus SE , Moller BL , Scheller HV. Photosystem I is a nearly target of photoinhibition in barley illuminated at chilling tempera-

ture[J]. *Plant Physiol* ,1998 ,116 :755 - 764.

[12] 周瑞莲 ,赵哈林 . 高寒山区草本植物的保护酶系统及其在低温生长中的作用[J]. 西北植物学报 ,2002 ,22(3) :566 - 573.

[13] Gupta AS. Overexpression of superoxide dismutase protects plants from oxidation stress[J]. *Plant Physiology* ,1993 ,103 :1067 - 1073.

[14] Kornyejev D , Logan BA , Payton P , et al. Enhanced photochemical light utilization and decreased chilling-induced photoinhibition of photosystem II in cotton over expressing genes encoding chloroplast-targeted antioxidant enzymes [J]. *Physiol Plantarum* ,2001 ,113(3) :323 - 331.

(责任编辑 袁醉敏)

欢迎订阅 2007 年《浙江农业学报》

《浙江农业学报》是由浙江省农业科学院和浙江省农学会主办 ,经原国家科学技术委员会批准公开发行的综合性农业学术期刊。该刊为“中国科技核心期刊” ,被国际著名的三大农业数据库《国际农业与生物研究中心(CABI)文摘数据库 CAB Abstracts》《联合国粮农组织(FAO)数据库(AGRIS)》《美国国家农业图书馆数据库(AGRICOLA)》 ,以及《中国科学引文数据库(CSCI)》《中国期刊全文数据库(CJD)》《中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)》等 10 多种权威数据库收录。据中国科学文献计量评价研究中心《中国学术期刊综合引证报告》2006 版报道 ,该刊 2005 年影响因子为 0.432 ,5 年影响因子为 0.459 ,他引总引比为 0.95。该刊曾获全国优秀农业期刊奖和浙江省优秀期刊奖 ,多次被浙江省科技期刊编辑学会评为优秀期刊。

该刊为双月刊 ,大 16 开本 ,封面彩色铜版纸 ,逢单月 25 日出版。国内每期定价 6.00 元 ,全年 6 期 36 元。该刊系参加“全国非邮发报刊联合征订”的期刊 ,请广大订户直接向“全国非邮发报刊联合征订服务部”订阅 ,地址 :300385 天津市大寺泉集北里别墅 17 号联合征订服务部 ;电话 (022)23973378 ,23962479 ;E-mail :LHZD@public.tpt.tj.cn ;需要联合征订目录者 ,可直接向征订服务部函索或上网查阅。网址 :www.LHZD.com ,欢迎上网 ,下载“电子订单”订阅。漏订者请直接与该刊编辑部联系。

地址 310021 杭州石桥路 198 号浙江省农业科学院

电话 (0571)86404190 ,传真 (0571)86404129

E-mail zjnyxb@126.com zjnyxb@zaas.org

http //zjnb.chinajournal.net.cn