

# 低温弱光对西葫芦幼苗的光合响应研究

席晓飞, 马正龙, 许辉欣

(甘肃省酒泉市农业科学研究院, 甘肃 酒泉 735000)

**摘要:** 以西葫芦品种翡翠2号、特选丰抗旱、美胡2号、特早美玉、百盛2号为试材, 研究了低温15℃/8℃(昼/夜)、弱光8 000 Lx 光照强度处理对西葫芦幼苗的光合响应的影响。结果表明, 低温弱光处理下生长的幼苗, 与日光温室中正常生长的幼苗相比较, 5个品种的西葫芦幼苗净光合速率、气孔导度、叶绿素含量均有不同程度下降, 胞间CO<sub>2</sub>浓度有所升高。供试西葫芦品种特选丰抗旱综合指数表现良好, 可作为较适合酒泉市设施栽培的品种推广。

**关键词:** 西葫芦; 低温弱光; 光合响应

**中图分类号:** S642.6; S184 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1463(2015)04-0030-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2015.04.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2015.04.009)

## Study on Low Temperature and Weak Light on Photosynthetic Response of Zucchini

XI Xiao-fei, MA Zheng-long, XU Hui-xin

(Jiuquan Institute of Agricultural Sciences, Jiuquan Gansu 735000, China)

**Abstract:** Using Jade 2, Texuanfengkangzao, Meihu 2, Tezaomeiyu, Baisheng 2 as the test material, to study the 15℃/8℃(day/night) low temperature, 8 000 Lx light intensity on photosynthetic response to light the pumpkin seedlings in the sunlight greenhouse. The result shows that the plants of normal growth compared, the net photosynthetic rate, stomatal conductance, chlorophyll content of five varieties of squash seedling has different rate drop, the intercellular CO<sub>2</sub> concentration increases under the low temperature of weak light. The Texuanfengkangzao of five squash varieties is suitable for facility culture squash variety in Jiuquan city.

**Key words:** Zucchini; Low temperature and weak light; Photosynthetic response

西葫芦别名白瓜、番瓜、美洲南瓜、冬瓜、三月瓜等<sup>[1-2]</sup>, 一年生草质藤本(蔓生)蔬菜作物, 由于其生长周期短、较耐储运、产量高等优点, 在我国南北方均有种植。因其品质优、风味佳、营养丰富而深受消费者青睐<sup>[3-4]</sup>。目前, 西葫芦

已经成为设施栽培的主要蔬菜作物种类之一, 但西葫芦栽培对温度的要求极为严格, 不同程度的低温弱光胁迫, 对西葫芦的生长、光合作用、碳和氮代谢、酶活性和干物质积累产生不同程度的影响, 导致生理活动失调, 同时导致化瓜、沤

收稿日期: 2015-01-04

作者简介: 席晓飞(1979—), 男, 陕西宝鸡人, 助理研究员, 主要从事瓜菜新品种选育及推广工作。E-mail: 87510522@qq.com

执笔人: 马正龙

- 雨分布特征分析[J]. 气象科学, 2011, 31(增刊): 99-104.
- [9] 封红, 何宗健, 游海, 等. 南昌市酸雨污染特征分析[J]. 南昌大学学报(工科版), 2003, 25(1): 30-32.
- [10] 金腊华. 东广州地区酸雨特征及其对植物的影响研究. 城市环境与城市生态, 2002, 15(6): 11-13.
- [11] 杨浩明, 王体健, 程炜, 等. 华东典型地区大气硫沉降通量的观测和模拟研究[J]. 气象科学, 2005, 25(6): 560-568.
- [12] 林长城, 林祥明, 邹燕, 等. 福建福州气象条件与酸雨的关系研究[J]. 热带气象学报, 2005, 21(3): 330; 336.
- [13] 巴金, 杨洁, 王淑凤. 重庆地区近10年酸雨时分布和季节变化特征分析[J]. 气象, 2008, 34(9): 82-85.
- [14] 王文兴. 中国酸雨成因研究[J]. 中国环境科学, 1994, 14(5): 324-329.
- [15] 朱晓炜, 李栋梁, 李耀辉. 民勤年沙尘暴发生频次研究[J]. 干旱气象, 2010, 28(4): 401-406.
- [16] 王宝鉴, 张强, 张杰. 对民勤绿洲生态退化问题的探讨[J]. 干旱气象, 2004, 22(4): 87-92.

(本文责编: 陈珩)

根、产量下降,成为西葫芦稳产高产的主要限制因子之一<sup>[5-7]</sup>。

目前,国内外对西葫芦的耐低温弱光特性研究较多<sup>[5]</sup>,且发现具耐低温弱光特性的西葫芦品种不少,但是适合酒泉市设施栽培的耐低温弱光西葫芦品种较少。因此,酒泉市农业科学研究院对低温弱光条件下西葫芦幼苗的若干光合指标变化进行了研究,旨在为筛选适合酒泉市设施栽培西葫芦品种和耐低温弱光鉴定方法提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试西葫芦品种为翡翠 2 号(北京中农天腾蔬菜种子)、特选丰抗旱(山西王牌新特种苗有限公司)、美胡 2 号(北京捷利亚种业有限公司)、特早美玉(凌源市仁大农业科技有限公司)、百盛 2 号(广州市大农园艺种子有限公司)。试验仪器为 CIRAS-2 便携式光合作用测定系统,试验用品 95%乙醇、95%丙酮。

### 1.2 试验方法

试验于 2014 年 3 月在酒泉市农业科学研究院试验基地进行。将 5 个供试西葫芦品种的种子浸种催芽后分别播于 10 cm × 10 cm 营养钵中,置于日光温室内,营养土配制及其他管理按照常规方法进行。

试验共设 10 个处理,5 个供试西葫芦品种各分别设 1 个低温弱光处理和正常生长处理,各处理均以单株为处理对象,3 次重复。西葫芦幼苗 3 叶 1 心时移入人工气候箱进行低温弱光胁迫处理,处理温度为 15 ℃/8 ℃(昼/夜),光照强度 8 000 Lx,温光周期均为 14 h/10 h(昼/夜),空气相对湿度保持在 70%~80%,分别以各品种在日光温室内的正常生长的幼苗为对照(CK)。处理 5 d 后,利用 CIRAS-2 型光合测定系统测定幼苗中位叶的净光合速率( $P_n$ )、蒸腾速率( $E$ )、气孔导度( $G_s$ )、胞间  $CO_2$  浓度( $C_i$ ),同时采用 95%乙醇-丙酮浸提法测定叶绿素含量<sup>[8]</sup>。采用 Excel 和 DPS 软件对试验数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 低温弱光对西葫芦幼苗净光合速率的影响

净光合速率体现了植物有机物的积累。由图 1 可以看出,在日光温室内正常生长的 5 个西葫芦品种的净光合速率不同,以特选丰抗旱最高,为 14.9  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ;美胡 2 号最低,为 9.8  $\mu\text{mol}/$

( $\text{m}^2\cdot\text{s}$ );其余 3 个品种的净光合速率位于二者之间,由大到小的次序为特早美玉、翡翠 2 号、百盛 2 号。低温弱光处理后,5 个西葫芦品种的幼苗净光合速率均有不同程度下降,处理后的净光合速率仍以特选丰抗旱最高,为 8.1  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ;美胡 2 号最低,为 5.5  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。净光合速率下降幅度由大到小的次序为特早美玉、百盛 2 号、翡翠 2 号、特选丰抗旱、美胡 2 号。

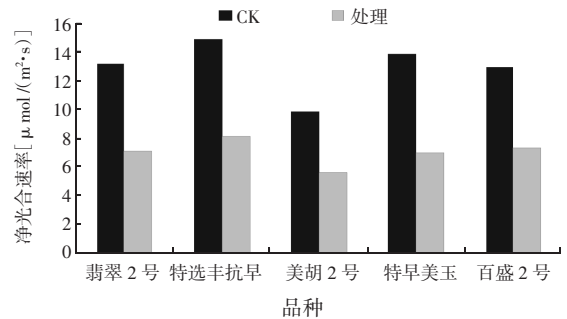


图 1 低温弱光对西葫芦幼苗净光合速率的影响

### 2.2 低温弱光对西葫芦幼苗气孔导度的影响

气孔导度即气孔张开的程度,影响光合作用、呼吸作用及蒸腾作用。由图 2 可以看出,在日光温室内正常生长的 5 个西葫芦品种的气孔导度不同,以特选丰抗旱最高,为 247.5  $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ;美胡 2 号的气孔导度最低,为 195  $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ;其余 3 个品种的气孔导度位于二者之间,由大到小的次序为特早美玉、翡翠 2 号、百盛 2 号。低温弱光处理后,使得 5 个西葫芦品种的幼苗净气孔导度有不同程度下降,处理后的气孔导度仍为特选丰抗旱最高,为 144.3  $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ,美胡 2 号最低,为 94.2  $\text{mmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。气孔导度下降幅度由大到小的次序为特早美玉、百盛 2 号、翡翠 2 号、特选丰抗旱、美胡 2 号。

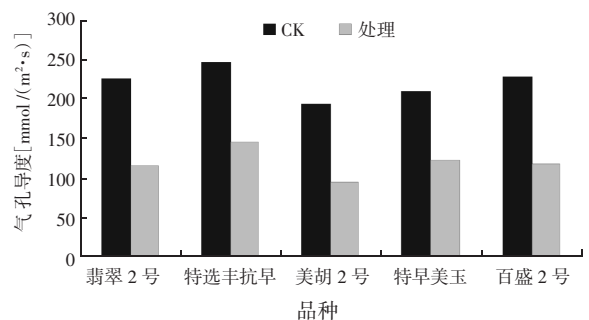


图 2 低温弱光对西葫芦幼苗气孔导度的影响

### 2.3 低温弱光对西葫芦幼苗蒸腾速率的影响

蒸腾速率是指植物在一定时间内单位叶面积蒸腾的水量。如图 3 所示,5 个西葫芦品种幼苗的

蒸腾速率在低温弱光处理前后各品种间均不相同,在日光温室内正常生长的 5 个西葫芦品种以特选丰抗早最高,为  $7.22 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;美胡 2 号蒸腾速率最低,为  $5.56 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;其余 3 个品种蒸腾速率位于二者之间,由大到小的次序为特早美玉、翡翠 2 号、百盛 2 号。低温弱光处理后,5 个西葫芦品种的幼苗蒸腾速率均有不同程度下降,处理后的蒸腾速率仍为特选丰抗早最高,为  $4.33 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;美胡 2 号最低,为  $2.14 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ;其余 3 个品种蒸腾速率介于二者之间,且由大到小的次序为特早美玉、百盛 2 号、翡翠 2 号。5 个西葫芦品种的蒸腾速率下降幅度由大到小的次序为翡翠 2 号、特早美玉、百盛 2 号、特选丰抗早、美胡 2 号。

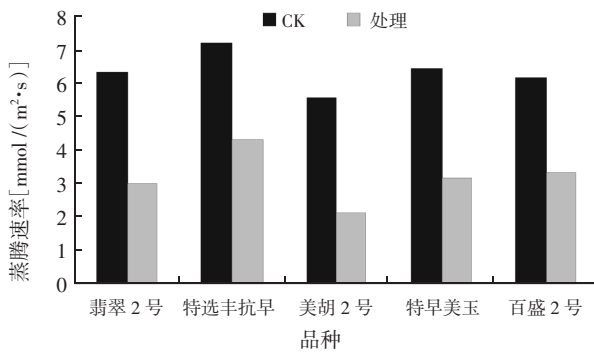


图3 低温弱光对西葫芦幼苗蒸腾速率的影响

#### 2.4 低温弱光对西葫芦幼苗胞间 CO<sub>2</sub> 浓度的影响

通过图 4 可看出,5 个品种的西葫芦幼苗未经低温弱光处理前胞间 CO<sub>2</sub> 浓度大致相同,特选丰抗早稍高,为  $212.7 \mu\text{mol}/\text{mol}$ ;以美胡 2 号稍低,为  $196.8 \mu\text{mol}/\text{mol}$ 。低温弱光处理后的,5 个西葫芦品种的幼苗胞间 CO<sub>2</sub> 浓度都有上升,且测定值和上升幅度均有所差异。处理后胞间 CO<sub>2</sub> 浓度以特选丰抗早最高,为  $287.7 \mu\text{mol}/\text{mol}$ ;以美胡 2 号最低,为  $238.3 \mu\text{mol}/\text{mol}$ ;其余 3 个品种介于二者之间,且由大到小的次序为百盛 2 号、特早美玉、

翡翠 2 号。胞间 CO<sub>2</sub> 浓度上升幅度由大到小的次序为特选丰抗早、百盛 2 号、特早美玉、翡翠 2 号、美胡 2 号。

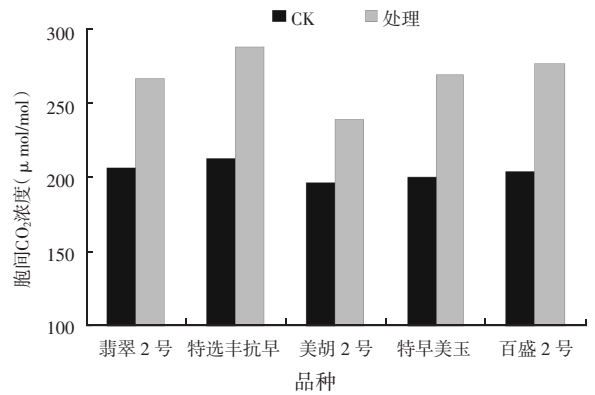


图4 低温弱光对西葫芦幼苗胞间CO<sub>2</sub>浓度的影响

#### 2.5 低温弱光对西葫芦幼苗叶绿素的影响

叶绿素是植物体进行光合作用的重要色素,其含量的多少与植物光合能力大小有密切的关系。前人研究认为,低温不但影响叶绿素的合成,更造成叶绿素降解加剧,使叶绿素含量下降,而弱光条件下辣椒叶绿素含量上升、叶面积增加。这是因为在弱光逆境条件下,叶绿素含量的增加可能属于一种保护性的反应,用来弥补光照不足对辣椒叶片光合作用的影响<sup>[9]</sup>。由表 1 可知,在日光温室内正常生长的 5 个西葫芦品种间的叶绿素含量、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、叶绿素 a/b 差异不大,但特选丰抗早的叶绿素含量、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量及叶绿素 a/b 较其余 4 个品种稍高。低温弱光处理后,5 个西葫芦品种幼苗的叶绿素含量、叶绿素 a 含量及叶绿素 a 与叶绿素 b 比值均有降低,叶绿素 b 含量上升,但特选丰抗早的叶绿素含量、叶绿素 a 的含量、叶绿素 b 含量及叶绿素 a/b 较其余 4 个品种稍高。不同品种间叶绿素含量、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量及叶绿素 a/b 变化趋势基本相同,但各品种降低或上升幅

表 1 低温弱光对不同品种西葫芦幼苗叶绿素含量的影响

品种	叶绿素a含量 (mg/gFW)		叶绿素b含量 (mg/gFW)		叶绿素含量 (mg/gFW)		叶绿素a/b	
	正常生长处理 (CK)	低温弱光处理	正常生长处理 (CK)	低温弱光处理	正常生长处理 (CK)	低温弱光处理	正常生长处理 (CK)	低温弱光处理
翡翠2号	2.29 ± 0.045 1	1.72 ± 0.025 2	0.96 ± 0.020 8	0.99 ± 0.030 6	3.24 ± 0.025 2	2.71 ± 0.030 0	2.398 ± 0.097 9	1.748 ± 0.069 4
特选丰抗早	2.35 ± 0.020 8	1.79 ± 0.043 6	1.08 ± 0.025 2	1.12 ± 0.015 3	3.44 ± 0.030 6	2.91 ± 0.030 6	2.173 ± 0.056 7	1.594 ± 0.059 0
百盛2号	1.96 ± 0.066 6	1.26 ± 0.095 4	0.95 ± 0.015 3	0.98 ± 0.026 5	2.91 ± 0.070 0	2.27 ± 0.070 0	2.053 ± 0.073 8	1.288 ± 0.129 8
特早美玉	2.09 ± 0.062 5	1.75 ± 0.050 3	1.01 ± 0.020 8	1.05 ± 0.015 3	3.10 ± 0.051 6	2.80 ± 0.036 1	2.064 ± 0.105 0	1.676 ± 0.072 0
美胡2号	2.13 ± 0.070 2	1.51 ± 0.046 2	1.03 ± 0.047 3	1.10 ± 0.015 3	3.17 ± 0.051 3	2.62 ± 0.032 1	2.069 ± 0.153 6	1.372 ± 0.059 5



度不同, 叶绿素 a 下降幅度由小到大的次序为特早美玉、特选丰抗旱、翡翠 2 号、美胡 2 号、百盛 2 号, 叶绿素 b 上升幅度不大且大致相同。

### 3 小结与讨论

1) 以西葫芦品种翡翠 2 号、特选丰抗旱、美胡 2 号、特早美玉、百盛 2 号为试材, 研究了低温 15 ℃/8 ℃(昼/夜)、弱光 8 000 Lx 光照强度处理对西葫芦幼苗的光合响应。结果表明, 在日光温室内正常生长的 5 个西葫芦品种的净光合速率不同, 以特选丰抗旱最高, 低温弱光处理后, 5 个西葫芦品种的幼苗净光合速率均有不同程度下降, 但处理后的净光合速率仍为特选丰抗旱最高。在日光温室内正常生长的 5 个西葫芦品种的气孔导度不同, 以特选丰抗旱最高, 经低温弱光处理后的气孔导度仍为特选丰抗旱最高。蒸腾速率在日光温室内正常生长的 5 个西葫芦品种以特选丰抗旱最高, 低温弱光处理后使得 5 个品种的西葫芦幼苗蒸腾速率均有不同程度下降, 处理后的蒸腾速率仍为特选丰抗旱最高。5 个品种的西葫芦幼苗未经低温弱光处理前胞间 CO<sub>2</sub> 浓度大致相同, 以特选丰抗旱稍高, 处理后 5 个西葫芦品种胞间 CO<sub>2</sub> 浓度以特选丰抗旱最高。5 个西葫芦品种幼苗在日光温室正常生长时, 西葫芦幼苗叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、叶绿素含量及叶绿素 a/b 均以特选丰抗旱较高, 经低温弱光处理后仍以特选丰抗旱较高, 证明在供试的 5 个西葫芦品种中, 特选丰抗旱综合表现良好, 可作为较适合酒泉市设施栽培的西葫芦品种推广。

2) 光合作用是影响植物生物产量的主要因素之一, 涉及复杂的生理生化代谢过程, 温度和光照是影响光合作用的主要因素。气孔导度与蒸腾作用成正比, 而叶片细胞间隙 CO<sub>2</sub> 浓度和气孔导度是分析净光合速率降低原因的指标。通过本研究可知, 低温弱光逆境显著抑制了西葫芦植株光合作用的进行。胞间 CO<sub>2</sub> 浓度降低导致净光合速率降低, 是由于气孔导度降低所致, 即气孔开度下降导致胞间 CO<sub>2</sub> 浓度下降, 使得叶绿体内 CO<sub>2</sub> 供应受阻。本试验中, 低温 (15 ℃/8 ℃)、弱光 (8 000 Lx) 处理导致西葫芦植株光合作用显著下降, 净光合速率下降并处于较低水平。净光合速率下降的同时气孔导度也明显下降, 但胞间 CO<sub>2</sub> 浓度升高, 说明弱光低温下光合作用的下降也是由于非气孔因素, 这与张国斌等在辣椒上的研究结

果相同<sup>[10]</sup>。低温弱光处理条件下, 西葫芦不同品种光合参数变化的规律基本一致, 但不同品种光合作用对低温弱光条件的响应程度不同, 较耐低温弱光的品种在低温弱光条件下可以保持相对较高的净光合速率和气孔导度, 提高对逆境胁迫的适应能力。叶绿素是植物体进行光合作用的重要色素, 其含量的多少与植株光合能力的大小有着密切的关系。在一定范围内, 光合能力随着叶绿素含量的增加而提高。实际上, 很少的叶绿素就可以满足光合作用的需要, 叶绿素含量一般不会成为限制光合作用的因素, 但在弱光照下, 叶绿素就可能成为一个限制因素。本研究表明, 低温弱光处理不同程度的降低了各西葫芦品种叶绿素含量, 且不耐低温弱光的品种下降幅度大于耐低温弱光品种, 这与前人在黄瓜、辣椒等上的研究结论一致<sup>[10]</sup>, 这表明在低温弱光复合逆境条件下, 低温对叶绿素含量的影响起主导作用。

### 参考文献:

- [1] 于继山, 孙艳霞. 天祝县高海拔灌区西葫芦品种引种观察初报[J]. 甘肃农业科技, 2014(6): 41-42.
- [2] 张思成, 张慧芳. 9 个西葫芦品种在红古区的引种试验结果[J]. 甘肃农业科技, 2013(1): 24-25.
- [3] 卢耀忠, 李 云. 天祝县绿色 A 级西葫芦生产技术[J]. 甘肃农业科技, 2010(1): 46-47.
- [4] 刘进选, 俞连香, 杨志梅, 等. 天祝县日光温室西葫芦“冬秀 2 号”秋冬春一大茬栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2014(6): 60-62.
- [5] 周晓丽, 张 荣, 王泽浩. 低温弱光胁迫对西葫芦幼苗生长及生理特性的影响[J]. 甘肃农业科技, 2009(3): 14-16.
- [6] 周晓丽, 李文伟, 张 荣. 施钾对西葫芦生理特性及产量和品质的影响[J]. 甘肃农业科技, 2009(3): 14-16.
- [7] 徐跃进, 李春艳, 俞振华. 西葫芦抗冷性生理生化指标分析[J]. 湖北农业科学, 2006(3): 211-213.
- [8] 刘栓桃, 董艳敏, 卢亚楠, 等. 低温弱光对两个西葫芦品种幼苗光合速率及叶绿素荧光参数的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(2): 139-143.
- [9] 王 萍, 郭晓冬, 郁继华, 等. 低温弱光对辣椒生长及光合作用的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2006(3): 360-363.
- [10] 张国斌, 郁继华, 许耀照, 等. 低温弱光对辣椒幼苗叶绿素荧光参数的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2004(6): 615-619.

(本文责编: 郑立龙)