

低温寡照对日光温室番茄幼苗生长的影响

于红^{1,2}, 黎贞发¹, 罗新兰², 李春¹, 刘淑梅¹

(1. 天津市气候中心, 天津 300074; 2. 沈阳农业大学, 辽宁 沈阳 110866)

摘要:以“金棚1号”番茄为试材, 选择典型节能型日光温室, 通过张挂遮阳网建立低温寡照环境, 利用盆栽试验研究冬季低温寡照对日光温室番茄幼苗生长的影响。结果表明: 低温寡照处理下番茄生长受到抑制, 净光合速率、气孔导度、叶绿素含量均下降, 胞间CO₂浓度与对照比较变化不明显; 在最低温度2~3℃, 透光率51.96%条件下, 低温寡照2 d, 对温室番茄影响较小, 可迅速恢复至对照水平; 低温寡照3 d, 产生一定影响, 但是依然可恢复; 低温寡照4 d, 影响较大, 即使置于良好环境, 依然恢复不明显; 低温寡照5 d, 严重影响温室蔬菜生产, 置于良好条件依然恢复性差, 各项指标均有下降趋势。

关键词:日光温室; 番茄; 低温寡照; 致灾指标

中图分类号:S 641.226 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)24-0056-05

低温寡照是天津市冬季日光温室蔬菜生产过程中主要的复合气象灾害类型, 连续低温寡照条件使温室不能获得有效热量, 蔬菜生长所需的光温条件得不到满足, 影响蔬菜的产量及品质, 给温室蔬菜生产造成巨大的经济损失^[1-2]。我国在研究低温寡照对日光温室蔬菜影响上多采用人工气候箱进行试验^[3-5], 与温室蔬菜日常生长环境条件存在较大差异, 其研究结果与实

际情况也有一定差距。因此在日光温室常规管理下研究低温寡照对蔬菜影响是有必要的。番茄是天津市设施蔬菜的主要品种之一, 并且番茄是典型的喜温喜光蔬菜^[6]。因此该研究以番茄为试材, 在日光温室实际生产及常规管理下, 通过张挂遮阳网建立低温寡照环境。通过测定株高、净光合速率、叶绿素含量、气孔导度等光合参数指标的变化情况, 来研究低温寡照对温室蔬菜的影响程度。为指导冬季日光温室生产, 优化管理措施, 减少低温寡照灾害天气造成的经济损失提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄品种为“金棚1号”, 是天津市主栽品种之一, 对低温弱光均具有一定的抗性。

第一作者简介:于红(1984-), 女, 在读硕士, 研究方向为农业气象与设施园艺。E-mail: hairongyh@126.com。

责任作者:黎贞发(1964-), 男, 广西横县人, 本科, 研究员, 研究方向为农业气象与农业遥感。E-mail: lzfaaa@126.com。

基金项目:公益性(气象)科研专项资助项目(GYHY(QX)201006028)。

收稿日期:2011-10-10

28~30℃。浆果着色至成熟期白天应保持在30~32℃, 夜间10℃左右, 昼夜温差大, 有利于浆果着色。

3.3 整形及修剪

“户太8号”葡萄生长量大, 试验采用“倒L”型水平修剪技术, 定植第1年, 春季芽萌动后留1个强壮梢作主蔓, 其余抹除; 新梢40 cm以下的副梢全部抹除, 其余的副梢留1~2片叶重复摘心, 主蔓新梢长至100 cm时摘心。冬季修剪时, 选留一个木质化程度好的健壮枝在80 cm处短截。第2年葡萄萌发后, 主蔓在40 cm用绑缚绳将弯曲枝条水平绑缚在第1道丝上, 第1道丝以下的芽全都抹去, 均匀选留4个健壮新梢(间隔15 cm左右)直立向上绑缚, 抹去其它新梢, 使每株葡萄树上均匀分布4个结果枝, 每条结果枝只留1个果穗, 所有结果枝于6~7片叶摘心, 摘心后枝条上出现的副梢及时抹去。

3.4 花果管理

结果枝在开花前5~7 d摘心, 并掐去果穗长度的1/4~1/5的穗尖, 同时将副穗除去。在开花初期和盛期分别用0.3%硼肥和0.3%尿素混合液喷洒果穗, 以提高坐果率。落花后再将小粒、畸形粒疏掉, 疏粒后喷1次杀菌剂, 然后套袋, 浆果膨大至着色期每667 m²施入30 kg复合肥, 以促进浆果着色, 改善品质。

3.5 病虫害防治

“户太8号”葡萄抗病能力强, 但在高密度、高温、高湿的设施栽培条件下, 应加强病虫害防治。在萌芽前, 树体喷布3~5度石硫合剂, 对减轻全年的病虫害发生极其有效。开花前喷40%的多菌灵500倍液, 果实生长期交替喷波尔多液、多菌灵或百菌清, 可防治灰霉病和霜霉病的发生。

1.2 试验方法

试验在天津市西青农业高新试验园区内进行,所用温室为节能型日光温室(温室长 81 m、净跨度 8 m、墙高 2.4 m、屋脊高 3.2 m)。选择培育至 4~5 叶期的番茄植株,于 12 月 2 日定植于直径 30 cm、高 23 cm 花盆中,每盆 1 株,共 50 株。栽培基质中 $V_{\text{田土}}:V_{\text{有机肥}}=10:1$,定植后置于日光温室内缓苗。将日光温室用塑料膜分隔成三部分,温室西部张挂遮阳网 1 层,进行遮阴处理,建立低温寡照环境,温室东侧进行正常管理设为对照,中间部分起到缓冲作用,保证遮阴处理温室与对照温室之间温度、光照等条件不会相互影响。

根据天津市 12 个设施农业区县 30 a 逐日历史观测数据统计,天津地区连续低温寡照时间最长的一次是平均 4.2 d^[7],因此该试验设置低温寡照 2、3、4、5 d、不遮阴为对照共 5 个处理,每处理 5 株,于 2011 年 1 月 18 日将处于花芽分化期的处理组番茄植株全部放入遮阴温室区,开始进行低温寡照处理。对照组番茄植株放入对照温室区。然后分别将低温寡照处理 2、3、4、5 d 后的植株搬入对照温室区进行恢复试验。

1.3 项目测定

环境指标:温室内使用 Microlite U 盘式温度记录仪,分别放置在遮阴温室区与对照温室区,每 30 min 自动测量 1 次。温室光照强度采用温室环境监测仪进行测量,每 10 min 自动测量 1 次。测量位置与温度记录仪放置点相同。形态指标:使用直尺分别在处理前

(1 月 18 日)及处理后(1 月 24 日)进行番茄植株高度测量,每个处理 5 株,每株重复测量 3 次,计算番茄植株处理前后生长变化量。生理指标:使用美国 Li-cor 公司生产的 Li-6400 光合仪,分别在处理后及恢复期对番茄上数第 6 片功能叶进行净光合速率、胞间 CO_2 浓度、气孔导度的测量。使用日本美能达有限公司生产的 SPAD-502 型相对叶绿素含量测定仪在处理前后对第 6 片功能叶片进行相对叶绿素含量测量,每处理 5 株,每株重复测量 3 次,计算植株处理前后相对叶绿素变化量。

1.4 数据分析

数据统计分析采用 Spss 统计软件,运用 LSD 多重比较法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 日光温室不同处理区温度及光照强度的变化

由图 1 可知,遮阴处理后光照强度平均为 $108.35 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,对照区光照强度平均为 $225.54 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,张挂 1 层遮阳网透光率平均为 51.96%,根据天津市冬季日光温室生产管理特点,温室 8:00 之前及 16:00 之后需放下保温被,以保证温室温度。因此在该时间段内光照强度非常低,接近于 $0 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。天津市 1 月份温度较低,低温寡照处理 2~5 d 最低温度基本保持平稳变化,在 $2\sim3^\circ\text{C}$ 之间,但是遮阴时间越长,最低温度持续时间越长。

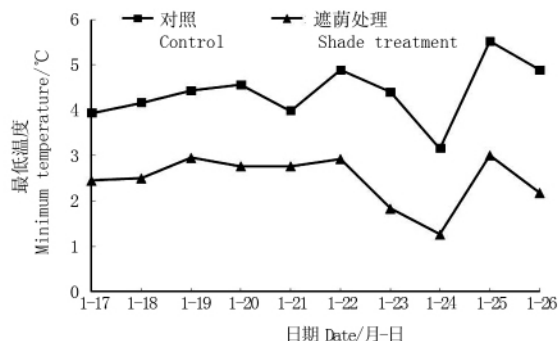
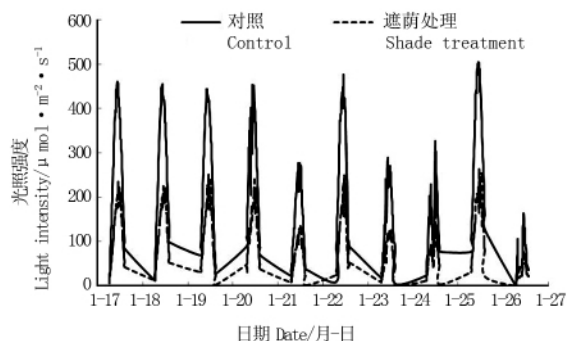


图 1 日光温室内不同处理的最低温度及光照强度的变化

Fig. 1 Changes of minimum temperature and light intensity with different treatment in solar greenhouse

2.2 低温寡照对番茄植株增长量的影响

由表 1 可知,低温寡照处理后番茄生长受到不同程度的抑制,低温寡照 2 d 后番茄植株生长抑制不显著,处理 3 d 后植株生长量与对照相比受到显著抑制 ($P<0.05$),但是 2 d 处理与 3 d 处理二者间差异显著,低温寡照 4~5 d,番茄生长受到极显著的抑制 ($P<0.01$)。说明低温寡照 2 d 对番茄植株影响较小,低温寡照 3 d 对番茄植株生长产生一定的影响,低温寡照 4~5 d 严重影响番茄植株的生长。

2.3 低温寡照对番茄植株叶片叶绿素含量的影响

由表 2 可知,各低温寡照处理与对照相比较,相对

叶绿素含量均显著降低 ($P<0.05$),但低温寡照处理 2、3、4 d 这 3 个处理间差异并不显著,说明低温寡照处理 2~4 d 对叶绿素含量的影响差距不大。低温寡照 5 d 处理相对叶绿素含量降低达到了极显著水平 ($P<0.01$),说明 5 d 处理严重影响了叶绿素正常含量,对番茄生长影响较大。

2.4 低温寡照对番茄植株叶片净光合速率的影响

由图 2 可看出,低温寡照处理 2、3、4、5 d 后番茄净光合速率分别为 CO_2 17.97、15.66、11.56、10.73 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,低温寡照处理的净光合速率明显低于对照,并且处理的天数越多,净光合速率越小。低温寡照处理 2 d (图 2a)

表 1 低温寡照对植株增长量的影响

Table 1 The influence on plant growth under low temperature and less sunlight

低温寡照处理 Treatment of low temperature and less sunlight /d	植株增长量 Plant growth/cm	显著性 Significance 0.05	0.01
CK	5.8	a	A
2	5.0	ab	AB
3	4.2	bc	AB
4	3.4	c	BC
5	1.6	d	C

注:大写字母表示 $P<0.01$ 水平;小写字母表示 $P<0.05$ 水平;同一列中不同字母代表差异显著。下同。
Notes:Capital letter expresses $P<0.01$ level;Small letter expresses $P<0.05$ level;Significant differences treatments in the same column are indicated by different letters. The same as below.

表 2 低温寡照对叶绿素含量的影响

Table 2 The influence on relative change of chlorophyll content under low temperature and less sunlight

低温寡照处理 Treatment of low temperature and less sunlight /d	相对叶绿素变化量 Relative change of chlorophyll	显著性 Significance 0.05	0.01
对照 Control	-0.30	c	B
2	-5.16	b	AB
3	-6.44	b	AB
4	-5.27	b	AB
5	-9.72	a	A

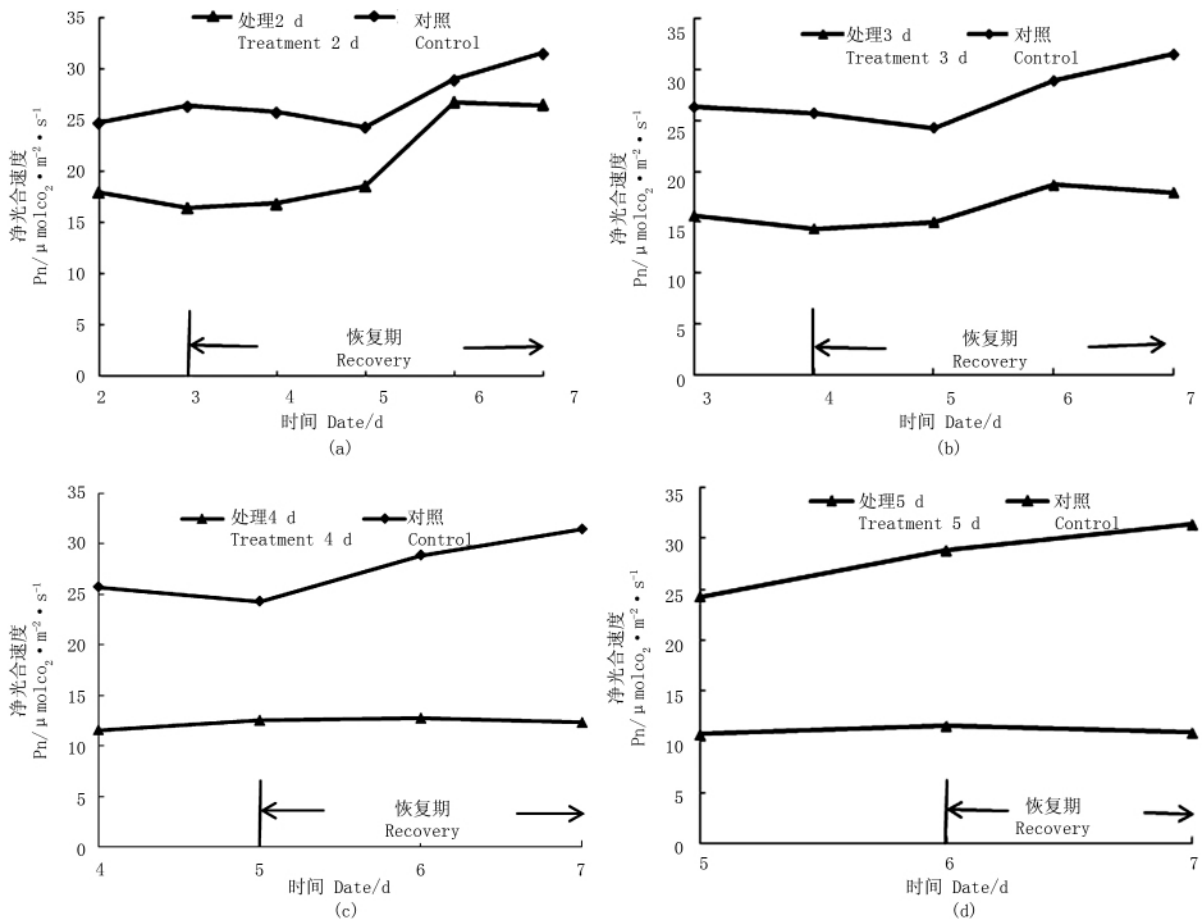


图 2 低温寡照对番茄叶片净光合速率的影响

Fig. 2 The influence on photosynthetic rate(Pn)with different low temperature and less sunlight

净光合速率降低了 27.25%,恢复 2 d 净光合速率就开始回升,恢复 4 d 后净光合速率仅比对照小 7.47%;处理 3 d(图 2b)的番茄净光合速率降低了 40.55%,恢复 3 d 后净光合速率也开始回升,但是仍与对照相差

35.25%;低温寡照处理 4~5 d(图 2c~d),净光合速率基本稳定在较低水平,分别与对照相差 55.09%和 55.86%,恢复 2 d 后仍比对照小 55.98%和 59.93%。说明低温寡照 2 d 对净光合速率影响较小,基本可恢复对

照水平,低温寡照 3 d 对番茄有一定影响,恢复后与对照相比仍有一定差距。低温寡照 4~5 d,番茄净光合速率恢复性较差,即使进行恢复,净光合速率依然有下降趋势。

2.5 低温寡照对番茄叶片气孔导度的影响

由图 3 可看出,不同低温寡照处理,气孔导度均下降较明显,并且保持在较低水平。低温寡照处理 2 d (图 3a),气孔导度同对照相比降低了 50%,对其进行恢复 1 d 后气孔导度即开始快速上升,恢复 4 d 后,气孔导度比对照小 23.68%;低温寡照 3 d (图 3b),气孔导度下降了 46.42%。恢复 2 d 气孔导度仅比对照小

18.26%,但是在恢复 2 d 后气孔导度有所降低;低温寡照 4 d (图 3c)对气孔导度影响较大,气孔导度下降了 53.19%,恢复 2 d 后,仍与对照相差 49.64%,气孔导度变化较小;处理 5 d 后 (图 3d),气孔导度下降了 58.09%,恢复后仍与对照相差 54.91%,并且依然有下降趋势。因此低温寡照 2 d 对番茄气孔导度影响较小,一旦环境适宜均可迅速恢复接近于对照水平;3 d 稍有影响,虽可迅速恢复,但恢复后期气孔导度有所降低;低温寡照 4 d 气孔导度影响较大,恢复不明显;低温寡照 5 d 气孔导度恢复性差,并有下降趋势。

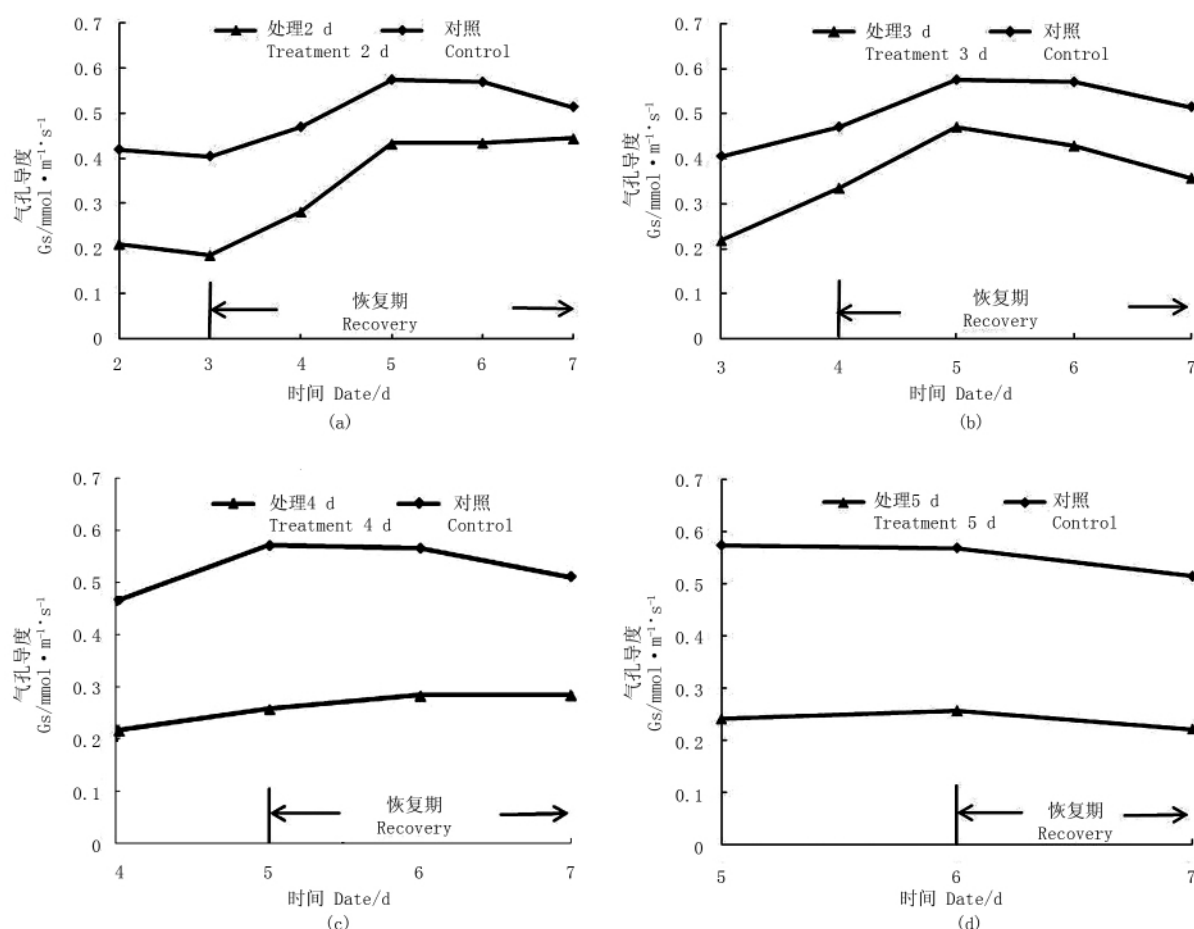


图 3 低温寡照对番茄叶片气孔导度的影响

Fig. 3 The influence on stomatal conductance(Gs) with different low temperature and less sunlight

2.6 不同低温寡照处理对胞间 CO₂ 浓度的影响

该试验条件下胞间 CO₂ 浓度与对照相比,变化不明显,但是在低温寡照处理 3 d 以上,其恢复后期,处理组 CO₂ 浓度比对照浓度稍高,这可能是低温寡照处理下植株适应性反应的结果。

3 结论与讨论

低温寡照处理下温室最低温度基本保持在 2~3℃,透光率为 51.96%。低温寡照 2 d 对天津日光温

室番茄生产的影响较小,可迅速恢复至对照水平;低温寡照 3 d 虽有影响但仍可恢复;但是低温寡照 4~5 d,植株生长量、净光合速率、气孔导度等各项指标均受到较大的影响,即使给予良好环境其恢复性也较差。因此在出现连续低温寡照 2 d 时,基本维持正常温光管理即可。3 d 低温寡照天气可适当增温补光。天气预报有 4~5 d 低温寡照时需要及早进行加温补光措施,降低由低温寡照造成的损失。

温度与光照是影响温室番茄产量及品质的重要因子^[8-9],温室蔬菜对低温寡照胁迫响应的共同特征是叶片净光合速率的变化。黄伟等^[10]、胡文海等^[11]、张志刚等^[12]认为,随着温度及光照强度的减弱,净光合速率、气孔导度均降低,蔬菜生长受到抑制。在该试验条件下,也相应的验证了这些研究结果。在低温寡照处理条件下,该试验结果为相对叶绿素含量降低。与张红梅等^[13]研究结果一致,但陈青君等^[14]认为,在低温弱光条件下叶绿素含量是增加的。这可能是由于试验处理方法及品种差异导致的。胞间 CO₂ 浓度随低温寡照时间的延长与对照相比差异较小,这与孟焕文等^[15]的研究结果存在差异。在气孔导度降低的条件下,胞间 CO₂ 浓度变化不明显,应该是叶绿体活性限制、RUBP 羧化酶活性限制、无机磷限制等非气孔因素阻碍了 CO₂ 的利用^[16-18]。

该研究以天津市典型日光温室,结合天津市气候特点来设计试验,因此所得结果具有一定区域性特点。此次试验仅从低温寡照对番茄植株增长量及生理指标的影响方面进行了探讨,没有对后期的干物质及产量影响进行跟踪,这方面有待于进一步试验研究。

参考文献

- [1] 魏瑞江. 日光温室低温寡照灾害指标[J]. 气象科技, 2003, 31(1): 50-53.
- [2] 关福来, 杜克明, 魏瑞江, 等. 日光温室低温寡照灾害监测预警系统设计[J]. 中国农业气象, 2009, 30(4): 601-604.
- [3] 孙治强, 张强, 张惠梅. 低温弱光对番茄叶绿素含量变化的影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(1): 82-85.
- [4] 陈青君, 范双喜, 王绍辉. 弱光与偏低温弱光下温室黄瓜耐性指标的研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21: 72-76.
- [5] 任华中, 黄伟, 张福墁. 低温弱光对温室番茄生理特性的影响[J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(1): 95-101.
- [6] Hu W H, Zhou Y H, Du Y S, et al. Differential response of photosynthesis in greenhouse and field-ecotypes of tomato to long-term chilling under low light [J]. Journal of Plant Physiology, 2006, 163: 1238-1246.
- [7] 李春, 黎贞发, 谢东杰. 天津市日光温室生产的气候资源比较分析[J]. 北方园艺, 2010(4): 63-65.
- [8] 赵玉萍, 邹志荣, 杨振超, 等. 不同温度和光照对温室番茄光合作用及果实品质影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2010, 34(5): 125-130.
- [9] Elizondo R, Eduardo O. Field testing of tomato chilling tolerance under varying light and temperature conditions [J]. Chilean Journal of Agricultural Research, 2010, 70(4): 552-558.
- [10] 黄伟, 任华中, 张福墁. 低温弱光对番茄苗期生长和光合作用的影响[J]. 中国蔬菜, 2002(4): 15-17.
- [11] 胡文海, 喻景权. 低温弱光对番茄叶片光合作用和叶绿素荧光参数的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(1): 41-46.
- [12] 张志刚, 尚庆茂. 低温、弱光及盐胁迫下辣椒叶片的光合特性[J]. 中国农业科学, 2010, 43(1): 123-131.
- [13] 张红梅, 余纪柱, 金海军. 低温弱光对黄瓜植株生长、光合特性的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(3): 339-342.
- [14] Chen Q J, Zhang F M, Jiang Y, et al. The physiologic reaction of *Cucumber* to low temperature and low light intensity [J]. Agricultural Sciences in China, 2003, 2(2): 200-205.
- [15] 孟焕文, 程智慧, 吴洋, 等. 温度胁迫对番茄转化酶表达和光合特性的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006, 34(12): 41-52.
- [16] 梁芳, 郑成淑, 孙宪芝, 等. 低温弱光胁迫及恢复对切花菊光合作用和叶绿素荧光参数的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(1): 29-35.
- [17] 徐俊增, 彭世彰, 丁加丽, 等. 控制灌溉的水稻气孔限制值变化规律试验研究[J]. 水利学报, 2006, 37(4): 486-490.
- [18] Bertamini M, Zulini L, Muthuchelian K, et al. Low night temperature effects on photosynthetic performance on two grapevine genotypes[J]. Biologia Plantarum, 2007, 51(2): 381-385.

Effect of Low Temperature and Less Sunlight on the Growth of Tomato Seedling in Solar Greenhouse

YU Hong^{1,2}, LI Zhen-fa¹, LUO Xin-lan², LI Chun¹, LIU Shu-mei¹

(1. Tianjin Climate Center, Tianjin 300074; 2. Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: 'Jinpeng No. 1' tomato was chosen as material, according to the weather characteristics of Tianjin, choose a typical greenhouse to establishing environment of low temperature and spare sunlight with shade nets, the influence of low temperature and less sunlight on the seedling growth of tomato in greenhouse in winter with the pot experiment were studied. The results showed that under the environment of low temperature and less sunlight, the grows of tomato was depressing, net photosynthetic rate, stomatal conductance and chlorophyll content were all decreasing, but the change of CO₂ concentration was inconspicuous; on the condition of the lowest temperature was 2~3°C and the 51.96% of light transmittance, influence on tomato was minor and it can resume quickly with two days low temperature and less sunlight; it could make a little influence with three days of low temperature and less sunlight it could resume quickly; but with the four days condition the influence on tomato was serious it could not be resumed well even though in better environment; with the five days condition the influence on tomato was critical it could not be resumed at all.

Key words: solar greenhouse; tomato; low temperature and less sunlight; disaster grades