

DOI:10.11937/bfyy.201703013

夜间低温对温室番茄及黄瓜苗期生长的影响

于红¹, 官志宏², 李春², 李宁³, 吕玉环¹

(1. 天津市武清区气象局, 天津 301700; 2. 天津市气候中心, 天津 300074; 3. 天津市西青区气象局, 天津 300380)

摘要:以黄瓜和番茄幼苗为试材, 采用常规管理降温结合控温设备将温室夜间温度控制在 6~10℃, 通过盆栽试验, 研究了 6~10℃低温环境对番茄及黄瓜苗期生长的影响。结果表明: 在 6~10℃条件下, 低温处理 1~3 d 可视作番茄进行抗寒锻炼, 对番茄影响较小, 低温处理 4 d 出现叶片低垂、叶片出现黄色斑点、叶缘卷曲、叶片中间凸起等不良形态症状, 对番茄的影响开始显现。低温处理 5~8 d 番茄各项指标均明显下降, 且处于较低水平, 对番茄影响较大, 低温处理 9~10 d 番茄出现植株萎蔫, 不能正常生长。但黄瓜在 6~10℃条件下, 植株整体生长缓慢, 即使短期处于 6~10℃条件下, 对黄瓜生长的影响依然很大。说明夜间低温 6~10℃对番茄幼苗前期生长影响不明显, 但黄瓜生长条件需要 10℃以上, 否则不利于黄瓜幼苗的生长。

关键词:日光温室; 番茄; 黄瓜; 低温冷害

中图分类号:S 641.226.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)03-0056-05

天津市设施农业发展迅速, 蔬菜种植又是天津设施农业生产的主要类型。设施生产不仅改善了冬季对蔬菜的需求, 更是农民增收及农业增效的优选途径^[1-2]。但是天津市设施类型仍以节能型不加温日光温室为主, 当遇到降温、持续雾霾、连阴天等天

气室内夜间时常出现 6~10℃的低温环境^[3]。而农户对于这种情况的认识与防治力度均不足, 极易受低温冷害的影响, 引起蔬菜生育期延迟或器官生理机能受损, 影响蔬菜产量及品质, 严重的制约设施农业发展及安全生产^[4-9]。番茄和黄瓜是天津市常见的设施蔬菜种植种类, 占蔬菜种植面积的 43%左右, 并且番茄和黄瓜是典型的喜温喜光蔬菜^[10]。因此, 该试验在 6~10℃低温环境下, 对温室番茄、黄瓜进行 1~10 d 持续低温胁迫研究夜间低温对植株生长的影响, 量化低温灾害指标, 指导温室高效生产, 以期气象灾害监测及防灾减灾提供参考依据。

第一作者简介:于红(1984-), 女, 硕士, 工程师, 研究方向为设施农业气象服务。E-mail:hairongyh@126.com

基金项目:公益性行业(气象)科研专项资助项目(GYHY201306039); 天津市农业科技成果转化与推广资助项目(201502150)。

收稿日期:2016-10-08

Embryology Research for *Taraxacum mongolicum*

WU Yanfang, ZHANG Jian, WEI Qun, YUAN Longyi

(College of Horticulture and Gardening, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434025)

Abstract: *Taraxacum mongolicum* was used as material. Emasculation bagging experiment and paraffin section methods were taken to study embryology of *T. mongolicum*, in order to a theoretical foundation for the research of apomixis. The results showed that dandelion seed rate for emasculation bagged was 68.90%, thus facultative apomixis was preliminarily believed in *T. mongolicum*. *T. mongolicum* belonged to polygonum type sac. During Four-nucleate embryo sac stage, the nucleus size were different. After the development of mature embryo sac, the development of central cell and egg cell were not synchronized, egg cell development was earlier than central cell generally.

Keywords: *T. mongolicum*; facultative apomixis; embryology; endosperm

1 材料与方法

1.1 试验温室条件及控温系统

供试节能型不加温砖墙日光温室,温室棚长 56 m;跨度 8.5 m;后墙高度 2 m;脊高 3.5 m;墙体厚度 0.4 m,电力设施齐全。试验采用透光隔热的阳光板将温室间隔为 3 个部分,温室西侧为低温区长 20 m,用于进行低温试验,温室东侧为对照区长 26 m,用于放置对照及恢复期处理植株。中间部分为温度缓冲区长 10 m,保证 2 个试验区的温度不相互干扰。在低温区与对照区分别安装补光、暖气、暖

风机等加温设施,避免试验阶段光照因素干扰试验结果。试验温室结构见图 1。

采用设计温度控制系统,进行温度控制。包括远程控制开关,现场自动控制设备(温控开关、温度探头)以及荣事达公司生产的 2 000 W 加热器 2 个,3 300 W 加热器 1 个。远程控制方法为应用‘smart switch’远程控制开关,通过短信息方式,将暖风机开关自动控制在 20:00 开启至翌日 08:00 关闭。若夜间温度低于设定的 6~10 ℃时,启动自动控制设备,暖风机开关会自动开启进行加温。

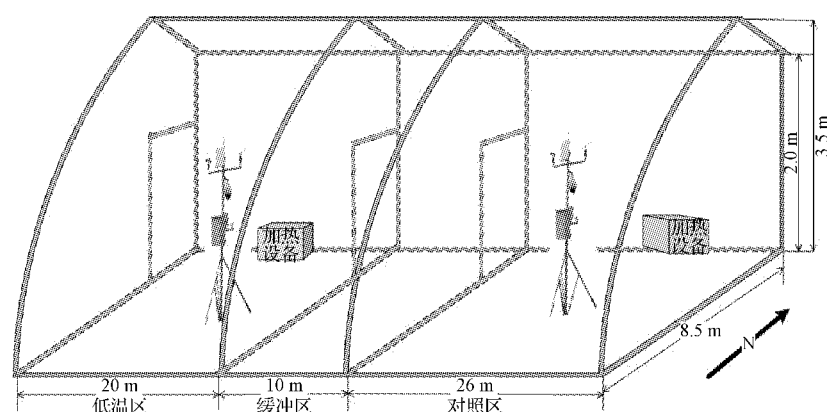


图1 试验温室结构

Fig. 1 Structure of greenhouse for the test

1.2 试验材料

供试番茄品种“朝研 298”,黄瓜品种“津优 38 号”均为天津市目前主栽品种,对低温环境具有一定的抗性。

1.3 试验方法

该试验于 2012 年 1 月在天津市西青区温室生产基地进行。采用盆栽进行试验,花盆参数为直径 30 cm、高度 23 cm。番茄、黄瓜各 200 株。2012 年 1 月 10—20 日进行低温试验,番茄为 7 叶龄期,黄瓜为 3 叶龄期。按常规管理,冬季温室内温度 6~25 ℃,白天相对湿度低于 60%,夜间相对湿度最高为 100%。采用减少草苫厚度和增加放风时间进行降温处理,同时使用暖风机自动加热方法进行增温处理,使温室夜间温度保持在 6~10 ℃。将处于苗期的番茄及黄瓜在低温区进行低温处理,共处理 1~10 d,以对照区正常生长的植株为对照(CK),温度范围为 13~30 ℃。完成每一水平低温处理后,将植株幼苗搬回对照区进行恢复,恢复时间为 5 d。对每一水平及恢复阶段进行各项指标测量,每处理 5 次重复,选取 3 株生长较为一致的植株进行测量,根据处

理与恢复 5 d 后的测量值,计算各指标变化量。

1.4 项目测定

1.4.1 环境指标的测定 温室内温度采用 microlite U 盘式温度记录仪(以色列 Fourier 公司)进行监测。在温室低温区与对照区中间位置距地 1.5 m 处分别安装一个,每 30 min 自动测量一次。

1.4.2 形态指标的测定 采用皮尺测量植株高度(植株茎基部至生长点);采用游标卡尺测量植株茎粗。

1.4.3 生理指标的测定 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测定番茄及黄瓜上数第 3 功能叶片相对叶绿素含量。

1.5 数据分析

试验数据统计分析采用 SPSS、DPS 统计软件,利用 LSD 多重比较法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 温室温度变化

由图 2 可知,除 1 月 11 日出现 5 ℃左右低温及 1 月 16 日出现 10.6 ℃左右的温度外,其余时间温度均符合试验要求。

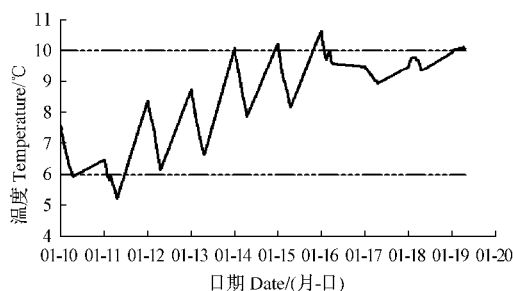


图2 试验阶段温室内夜间温度变化

Fig. 2 Changes of temperature at night during the experiment

2.2 夜间低温对番茄及黄瓜株高生长量的影响

由图3可知,低温处理1~10 d 番茄植株增长量均明显小于对照处理植株增长量,低温处理前3 d 对番茄株高抑制作用较明显,其中低温3 d 处理株高变化量与对照相比降低了82.99%。低温4~8 d 处理对株高抑制作用较前3 d 处理相对减小,其中低温5 d 处理比对照小38.65%,低温8 d 处理比对照小62.96%,但是低温处理4 d 番茄开始出现叶缘向下卷曲、并且叶缘有黄色斑点出现,叶片中心突起等现象。低温处理9~10 d 番茄即开始出现全株萎蔫现象,出现了植株负增长情况。说明番茄在6~10 °C 的低温条件下,低温前3 d 处理影响较明显,低温4~8 d 处理抑制作用变缓慢,这可能是前3 d 处理的低温条件造成的抗寒锻炼的结果,但是植株形态开始产生不良症状。低温处理9~10 d 以上植株萎蔫、叶片失活,番茄植株不能正常生长。

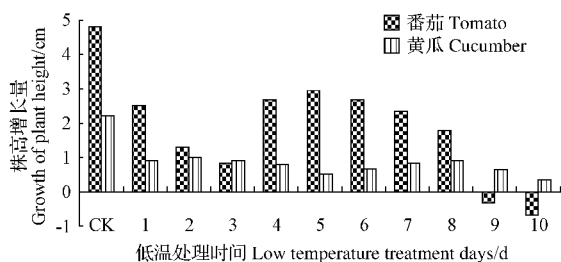


图3 6~10 °C对番茄及黄瓜株高生长量的影响

Fig. 3 Influence on growth of plant height of tomatoes and cucumbers under 6—10 °C

6~10 °C 低温对黄瓜苗期株高增长量影响较大,黄瓜生长基本被抑制。低温1~10 d 处理,所有黄瓜植株生长均较缓慢,增长量不到1.5 cm,其中低温5 d 处理植株与对照相比相差77.27%,低温10 d 处理与对照相差84.85%。经过低温处理后的黄瓜叶片出现大量的黄色斑点,叶缘向下卷曲等症状。说明6~10 °C 低温抑制了黄瓜生长势,不利反应明

显,在该温度范围内对黄瓜的影响极大。

2.3 夜间低温对番茄及黄瓜茎粗变化量的影响

由图4可知,对照处理下番茄茎粗生长速度普遍快于低温处理下番茄植株。6~10 °C 条件下低温1~10 d 各处理对番茄茎粗的影响差异不明显,但低温前3 d 与对照相比番茄茎粗增长量下降的较快,其中低温2 d 处理比对照小44.81%,低温4~8 d 番茄茎粗增长量高于低温1~3 d 处理,低温9~10 d 处理番茄茎粗增长缓慢,分别增长0.05 cm 及0.03 cm。说明在6~10 °C 条件下,番茄茎粗增长较慢,低温1~3 d 处理番茄茎粗增长量降低明显,但经过1~3 d 的抗寒锻炼,低温4~8 d 处理番茄茎粗增长速度稍有增加。其中低温4 d 处理番茄茎粗增长量与对照相差34.56%,而低温9~10 d 处理番茄植株几乎停止生长。

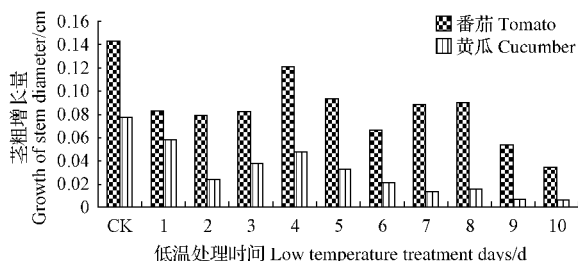


图4 6~10 °C对番茄及黄瓜茎粗生长量的影响

Fig. 4 Influence on growth of stem diameter of tomatoes and cucumbers under 6—10 °C

6~10 °C 低温条件黄瓜茎粗增长缓慢,但是低温1~10 d 不同处理间差异较为明显,低温1 d 处理茎粗增长量比对照降低24.87%,低温2 d 处理比对照降低69.09%,低温3~4 d 处理茎粗增长略有增加,比对照分别降低51.64%、38.47%,低温5 d 处理以上茎粗增长量逐渐降低,其中低温9~10 d 茎粗基本没有变化。表明低温1 d 茎粗增长量影响相对较小,低温处理2~3 d 后茎粗增长量会有一个明显回升的现象,低温处理5 d 开始茎粗增长量开始下降,至低温处理9~10 d 黄瓜基本停止生长,并且叶片黄化现象严重,植株有枯黄萎蔫现象。

2.4 夜间低温对番茄及黄瓜叶绿素含量的影响

叶绿素含量在正常环境条件下基本保持稳定,不会出现较大波动,但低温等逆境条件会影响叶绿素生物合成酶的活性,从而影响叶绿素的合成。因此测定叶绿素含量可以较好的反应低温对蔬菜的影响程度^[11-12]。

由表1可知,6~10 °C 低温处理1~3 d 番茄相对叶绿素含量变化量与对照相比有所增加,低温1~

3 d 处理间差异不显著;低温 4~7 d 处理其相对叶绿素含量变化量与对照相比差异较小,但处理间差异不显著;低温 8~10 d 处理与对照相比相对叶绿素含量变化量均显著降低,但处理间差异不显著。说明低温 3 d 处理因植株的抗逆性反应,使叶绿素含量有一个显著增加的过程。低温处理 8 d 以上相对叶绿素含量变化量显著降低,并且低温持续时间越长,相对叶绿素含量越小,因此低温处理 8 d 以上对番茄的正常生长影响较大。

表 1 6~10 ℃对番茄相对叶绿素含量的影响

Table 1 Influence on variable quantity of relative chlorophyll content of tomatoes under 6—10 ℃

处理 Treatment /d	相对叶绿素含量变化量 Variable quantity of relative chlorophyll content	0.05 显著性 Significance at 5%	0.01 显著性 Significance at 1%
CK	2.57	ab	ABC
1	4.40	a	A
2	5.10	a	A
3	3.33	ab	AB
4	1.90	ab	ABC
5	1.43	ab	ABC
6	-0.37	abc	ABC
7	-2.40	bc	ABC
8	-5.17	c	C
9	-4.73	c	BC
10	-5.60	c	C

由表 2 可知,在 6~10 ℃的低温条件下,黄瓜低温 1~10 d 处理与对照相比其相对叶绿素含量均降低,低温 1~7 d 处理同对照相比差异不显著,低温处理 9 d 以上叶绿素相对变化量极显著降低。

表 2 6~10 ℃对黄瓜相对叶绿素含量的影响

Table 2 Influence on variable quantity of relative chlorophyll content of cucumbers under 6—10 ℃

处理 Treatment /d	相对叶绿素变化量 Variable quantity of relative change of chlorophyll	0.05 显著性 Significance at 5%	0.01 显著性 Significance at 1%
CK	4.20	a	A
1	2.20	abc	AB
2	2.37	ab	AB
3	2.13	abc	AB
4	-1.53	abcd	ABC
5	-3.57	cd	ABC
6	-1.50	abcd	ABC
7	-0.47	abcd	ABC
8	-2.23	bcd	ABC
9	-3.53	cd	BC
10	-4.97	d	C

3 结论与讨论

温室生产过程中,人为创造低温环境多采用增加通风时间、降低保温被的使用厚度以及推迟保温被的放帘时间等方法。这些降温操作,虽然可以迅

速的将温度降低,但是对于降温强度的控制性较差,温度不能准确控制在所需范围内,进而不能量化分析低温对番茄、黄瓜的影响程度^[13-14]。该试验除使用上述方法进行降温外,还采用自动加温控制系统,使低温较为精确地控制在设定范围内。通过测定株高、茎粗及相对叶绿素含量,判断番茄及黄瓜苗期在夜间低温逆境条件下,对不同低温胁迫持续时间的响应。

该试验结果表明,除个别时段温度超出试验设计要求的温度范围外(<1 ℃),基本可以较好的将温室夜间温度控制在所需的温度区间。实现了量化降温的要求,保证了试验结果的可靠性与准确性。将该温度控制方法引用到日光温室常规生产管理中,可保证温室内部最低温度条件不低于蔬菜生长下限,有效降低蔬菜种植风险性。

该研究结果表明,在同一处理条件下,番茄抗低温能力强于黄瓜。番茄在 6~10 ℃条件下,低温 1~3 d 可作为番茄抗寒锻炼,对番茄影响较小,温室可保持正常温光管理。而杜纪格等^[15]、郑东虎等^[16]对番茄采取全天低于 6 ℃低温条件处理,导致多数品种负增长,会冻害死亡。低温处理 4 d 开始番茄生长受到较明显的影响,此时可使用柴草或煤燃烧来提高室内温度,也可使用热风炉等设施进行临时加温。低温 5~8 d 番茄各项指标均明显下降,且处于较低水平,对番茄影响较大,此时除采取室内加温外还需做好室外保温工作,如增加覆盖物的厚度,可在草苫上加盖多层牛皮被或旧被褥等进行保温。低温 9~10 d 番茄出现植株萎蔫、叶片失活、植株高度负增长,番茄植株不能正常生长,这与熊作明等^[17]、周青等^[18]研究结果相一致。

黄瓜在 6~10 ℃低温条件下,1~10 d 各低温处理株高生长均较缓慢且各处理间差异不明显,株高生长量不超过 1.5 cm,茎粗增长量小于 0.1 cm,1~10 d 各处理下叶绿素含量与对照相比均降低。低温 9~10 d 处理黄瓜叶片黄化严重,植株萎蔫甚至死亡。低温处理后出现虫害,植株叶片出现大量的黄色斑点,叶缘向下卷曲等症状,使黄瓜植株几乎不能保证正常生长。因此黄瓜生长条件需要 10 ℃以上,与张乃明^[19]、保积玲^[20]、李径孝等^[21]的研究结果一致。

参考文献

- [1] 方伟,徐晓婷. 辽宁蔬菜产业现状及发展[J]. 新农业,2010(8): 33.
- [2] 徐凡,刘洋,马承伟. 天津地区典型日光温室使用现状调查[J].

北方园艺,2010(15):19-24.

- [3] 陈青君,黄瓜低温弱光耐受性评价指标体系以及弱光耐受性 QTL 定位的研究[D]. 北京:中国农业科学院,2003.
- [4] 高浩,黎贞发,潘学标,等. 中国设施农业气象业务服务现状与对策[J]. 中国农业气象,2010,31(3):402-406.
- [5] 刘德义,黎贞发,李春. 基于 GPRS 的 LED 屏信息发布系统及在设施农业气象服务中的应用[J]. 照明工程学报,2011,22(2):67-70.
- [6] 周莹,王双喜. 设施农业发展研究进展[J]. 现代农业科技,2010(1):257-258.
- [7] 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.
- [8] RAFAEL E,EDUARDO O. Field testing of tomato chilling tolerance under varying light and temperature conditions[J]. Chilean Journal of Agricultural Research,2010,70(40):552-558.
- [9] 闫树中. 日光温室蔬菜低温冷害的预防及补救措施[J]. 甘肃农业科技,2010(5):59-60.
- [10] WEN H H, YAN H Z, YAO S D, 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.
- [11] 王丽娟,李天来,李国强. 夜间低温对番茄幼苗光合作用的影响[J]. 园艺学报,2006,33(4):757-761.
- [12] SMEETE L, HOGENBOOM N G. Introduction to an investigation into the possibilities of using growth and physiological characters in breeding tomato for low energy condition[J]. Euphytica,1985(34):705-707.
- [13] MEIR T, JOSEF T. Radiative heat transfer from heating tubes in a greenhouse[J]. Agricultural Engineering Research,1998,69(2):185-188.
- [14] 胥芳,邵磊,陈教科. 降温技术在温室领域的应用[J]. 农机化研究,2009(10):210-214.
- [15] 杜纪格,宋建华,杨学奎. 设施园艺栽培新技术[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2008:120-121.
- [16] 郑东虎,黄俊轩,王丽娟. 番茄低温生态学的研究进展[J]. 北方园艺,2002(3):36-37.
- [17] 熊作明,袁伟,陈学好,等. 亚低温对温室黄瓜生长发育的影响[J]. 中国蔬菜,2007(11):19-21.
- [18] 周青,王纪忠,陈新红. 持续低温对黄瓜幼苗形态和生理特性的影响[J]. 北方园艺,2010(16):1-3.
- [19] 张乃明. 设施农业理论与实践[M]. 北京:化学工业出版社,2006.
- [20] 保积玲. 日光温室黄瓜栽培技术[J]. 农业科技,2011,28(7):955-956.
- [21] 李径孝,陈芳君,张洁玉,等. 温室蔬菜病虫害发生特点及绿色防控措施[J]. 陕西农业科学,2011(5):125-126.

Influence of Low Temperature at Night on Growth of Tomato and Cucumber at Seedling Stage in Greenhouse

YU Hong¹, GONG Zhihong², LI Chun², LI Ning³, LYU Yuhuan¹

(1. Wuqing District Meteorological Bureau, Tianjin 301700; 2. Tianjin Climate Center, Tianjin 300074; 3. Xiqing District Meteorological Bureau, Tianjin 300380)

Abstract: Tomato and cucumber seedling were used as test materials, in order to study the influence of low temperature at night on growth of tomato and cucumber at seedling stage in greenhouse, the temperature was controlled at 6—10 °C interval with conventional management and temperature control system, made the potted plant experiment. The results showed that effect of under 1—3 days' low temperature at 6—10 °C conditions on tomato was small, it could be as a cold acclimation. Leaves of tomato began to appear drooping, yellow spots, leaf edge curl, blade intermediate convex adverse morphological symptoms of tomato. The effects began to appear during the 4 days' low temperature. After 5—8 days' low temperature the impact was strong, the indexes of tomato all decreased significantly and at a low level, after 9—10 days' low temperature the growth of tomato plant was abnormal and appeared plant wilting. Under 6—10 °C, the influence was obviously even under short stress of low temperature, the growth of cucumber was slowly. Therefore the effect on the early growth of tomato seedlings was not obvious under 6—10 °C at night, but the growth conditions of cucumber need more than 10 °C, otherwise it was not conducive to the growth of cucumber seedlings.

Keywords: greenhouse; tomato; cucumber; low temperature disaster