

低温期不同结构日光温室温度变化及其对樱桃番茄生长的影响

白青华, 马红勇, 殷雪莲, 张洁, 褚超

(张掖市气象局, 甘肃 张掖 734000)

摘 要:针对张掖市日光温室冬季樱桃番茄生产中遭受的低温状况,从日光温室结构和耐低温作物品种的选择两方面入手,研究了低温期不同结构日光温室温度变化规律及其对樱桃番茄生长的影响。结果表明:2号日光温室保温性能好于1号日光温室,在低温时期2号日光温室平均温度比1号温室高2.6℃;3个品种的樱桃番茄在2号温室的株高、果实横径、纵径日均生长量均高于1号温室;3个品种樱桃番茄中,品种“75-126”在1号温室中的果实横径、纵径日均生长量与2号温室相比减小最为显著。

关键词:日光温室;结构;樱桃番茄;温度

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)22-0059-04

张掖市地处河西走廊中部,位于北纬37°28′~39°57′,光照充足,冬季漫长而严寒,昼夜温差大,适合发展设施农业。近年来,张掖市以节能日光温室为主的设施农业发展迅速,现已成为当地农民增收致富的主要手段。然而在实际生产中,日光温室结构水平参差不齐,因此日光温室结构优化已成为日光温室高产、优质、高效栽培的前提^[1],其结构设计必须根据当地的地理纬度、气候条件、自然资源等^[2]。北方冬季低温期温度成为影响温室蔬菜生长和产量的关键因子,茄果类蔬菜的生物产量和总产量都因低温而降低^[3]。前人对不同结构日光温室温度变化和对蔬菜作物生长的影响研究已有报道,但多集中在同种作物同一品种上。该试验在低温期不同结构日光温室室内温度变化规律研究的基础上,进一步比较了不同结构温室对不同品种樱桃番茄生长的影响,以期对日光温室结构优化和樱桃番茄耐低温品种选择提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2012年10月在张掖国家绿洲现代农业试验示范区进行,选取位于示范区内2种不同结构类型的日光温室(结构参数见表1),2栋温室墙体结构为砖包干打垒土墙,透明覆盖材料选用聚氯乙烯(PVC)日光温室专用膜,厚度0.12 mm,保温覆盖材料选用宽3 m、厚

度3 cm的保温被。

供试樱桃番茄品种“74-112”、“73-47”、“75-126”均由张掖市农业科学研究院提供。于2012年10月5日选取大小一致的番茄幼苗统一移栽到2个温室,移栽时每个品种5行,3个品种交替排列,移栽后2栋温室内每个品种的樱桃番茄栽培管理措施保持一致。

表1 供试温室的主要结构参数

温室	温室结构					
	脊高	跨度	温室方位角	后屋面仰角	后墙高	长度
	/m	/m	/°	/°	/m	/m
1号温室	3.6	8	南偏西7	38	2.5	60
2号温室	4.6	10	南偏西7	43	3.0	60

1.2 试验方法

1.2.1 气温监测 室外气温数据采自自动气象站,温室内气温数据采自北京雨根公司生产的温室小气候监测系统。自动气象站距温室100 m,温室小气候监测系统分别位于2栋温室垂直中心轴距地面1.5 m。

1.2.2 作物生长监测 张掖市2012年12月20日至2013年1月10日遭遇低温天气,在这段时间每隔3 d测量1次不同结构温室内3个番茄品种的株高和果实横径、纵径,重复测定5株,取均值,计算株高和果实横径、纵径的相对减小率。

1.3 项目测定

果实株高用卷尺测量,精度为0.1 cm;果实横径、纵径取第2穗果,作标记后于坐果后第3天开始用游标卡尺测量,精度为0.01 mm。

1.4 数据分析

试验数据采用DPS统计软件进行统计分析,用

第一作者简介:白青华(1982-),男,硕士,助理工程师,现主要从事农业气象研究与服务等工作。E-mail:baqinghua51@126.com.

收稿日期:2013-07-25

Microsoft Excel 作图表。

2 结果与分析

2.1 低温期不同结构日光温室室内外温度变化情况

2.1.1 不同结构日光温室日平均温度变化 2012 年 12 月下旬到 2013 年 1 月上旬,张掖市秋冬茬日光温室栽培过程中遭遇到低温天气,最低气温达 -27.9°C 。从图 1 可以看出,1 号温室平均温度比室外高 15.8°C 以上,2 号温室平均温度比室外高 16.5°C 以上。在整个低温期 2 号日光温室平均温度均高于 1 号日光温室 $0.7\sim 4.1^{\circ}\text{C}$,其中 2012 年 12 月 26 日室外平均气温最高,为 -7.0°C ,1 号温室平均温度比 2 号温室低 4.1°C ,2012 年 12 月 29 日室外平均温度最低,为 -20.0°C ,1 号温室平均温度比 2 号温室低 1.8°C ,说明室外温度降低,1、2 号温室的平均温度差值变小。从表 2 可以看出,在整个低温期,1 号温室的平均温度,最高、最低温度,平均最高、最低温度均低于 2 号温室。1 号温室与 2 号温室相比,平均温度低 2.6°C ,最高温度低 3.8°C ,最低温度低 1.2°C ,平均最高温度低 4.1°C ,平均最低温度低 1.8°C 。并且 1 号温室 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 日均低温持续时间比 2 号温室长 2.2 h ,2 号温室 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 低温持续时间比 1 号温室长 1.3 h ,说明 1 号温室比 2 号温室在低温期更不利于喜温蔬菜的正常生长发育。

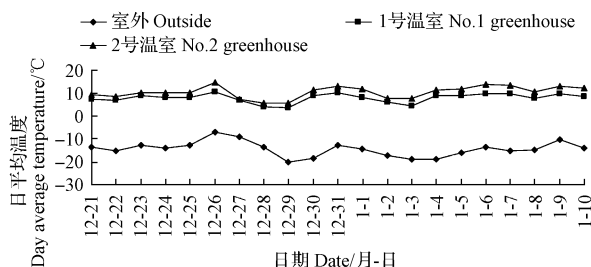


图 1 低温期不同结构日光温室内外日平均温度的变化

Fig. 1 Variation of daily average temperature in and out of solar greenhouses with different structures in the low temperature period

表 2 不同结构日光温室内温度比较

Table 2 Comparison of temperature in solar greenhouses with different structures

温室	平均温度/ $^{\circ}\text{C}$	最高温度/ $^{\circ}\text{C}$	最低温度/ $^{\circ}\text{C}$	平均最高温度/ $^{\circ}\text{C}$	平均最低温度/ $^{\circ}\text{C}$	$0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 低温持续时间/h	$5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 低温持续时间/h
1号温室	7.9	32.7	2.6	10.6	3.7	7.1	8.4
2号温室	10.5	36.5	3.8	14.7	5.5	4.9	9.7

注:平均最高温度指低温期每日最高温度的平均值,平均最低温度指低温期每日最低温度的平均值。

2.1.2 晴天不同结构日光温室内温度日变化 从图 2 可以看出,在晴天条件下(2012 年 12 月 30 日),1 号温室各个时刻温度均低于 2 号温室,2 个温室日平均温度相差 2.27°C 。在 9 时以前 1、2 号温室温度较接近,温差较

小,最小至 1.1°C ,在 9 时以后随着棉帘揭开后,温室内部温度因光照增强和室外温度的升高而升高,同时 1、2 号温室温差随之增大,最大达到 5.8°C 。白天 2 个温室平均温度差值为 3.29°C ,1 号温室与室外平均温度差值为 29.3°C ,2 号温室与室外平均温度差值为 32.59°C ;夜间 2 个温室平均温度差值为 1.76°C ,1 号温室与室外平均温度差值为 25.51°C ,2 号温室与室外平均温度差值为 27.27°C ,可见白天 2 种温室温差及室内外温差均高于夜间。

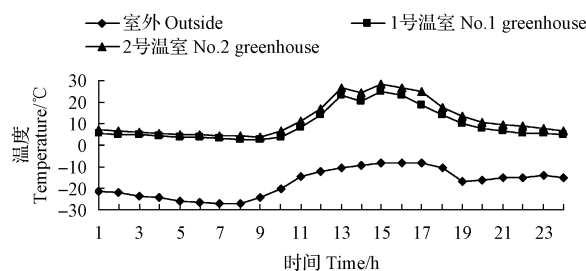


图 2 晴天不同结构日光温室内温度日变化(2012 年 12 月 30 日)

Fig. 2 Variation curve of daily temperature in and out of the solar greenhouses with different structures in clear day

2.1.3 阴天不同结构日光温室内温度日变化 从图 3 可以看出,1 号温室在阴天温度低于 2 号温室,1 号温室的平均温度比 2 号温室低 0.78°C 。12 月 27 日的阴天,1 号温室平均温度比室外高 15.76°C ,2 号温室比室外高 16.54°C 。1、2 号温室在各时刻的温差在 $0.24\sim 2.73^{\circ}\text{C}$ 的范围,相比 12 月 30 日的晴天差值较小。阴天条件下室外温度起伏较小,白天 2 个温室平均温度差值为 1.31°C ,1 号温室与室外平均温度差值为 15.99°C ,2 号温室与室外平均温度差值为 17.3°C ;夜间 2 个温室平均温度差值为 0.54°C ,1 号温室与室外平均温度差值为 15.16°C ,2 号温室与室外平均温度差值为 15.7°C ,可见阴天白天 2 个温室温差及室内外温差略高于夜间,但其差值远小于晴天。

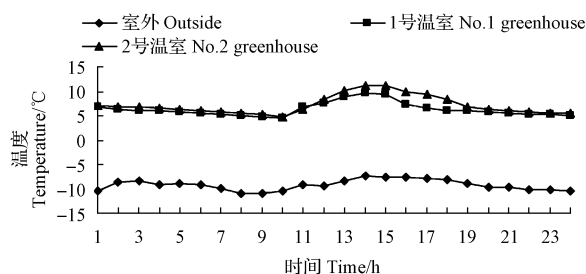


图 3 阴天不同结构日光温室内温度日变化(2012 年 12 月 27 日)

Fig. 3 Variation curve of daily temperature in and out of the solar greenhouses with different structures in cloudy day

2.2 低温期不同结构日光温室对樱桃番茄生长的影响

2.2.1 不同结构日光温室对不同品种樱桃番茄株高日均生长量的影响 由表3可以看出,3个品种樱桃番茄在不同结构日光温室内株高日均生长量均表现为1号温室小于2号温室。品种“75-126”在1号温室中的株高日均生长量相对于2号温室的减小程度最大,减小了53.3%,品种“73-47”次之,品种“74-112”最小,并且各品种间相对减小率差异极显著。

表3 不同结构日光温室对不同品种樱桃番茄株高日均生长量的影响

Table 3 The effect of solar greenhouses with different structures on daily average growth of plant height of different varieties cherry tomato cm

温室	“74-112”	“73-47”	“75-126”
1号温室	0.42	0.26	0.21
2号温室	0.64	0.50	0.45
相对减小率/%	34.3C	48.0B	53.3A

注:相对减小率为同一品种1号温室日均生长量指标相对于2号温室日均生长量指标的减小百分率;大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下同。

2.2.2 不同结构日光温室对不同品种樱桃番茄果实横径、纵径日均生长量的影响 从表4可以看出,3个品种果实横、纵径日均生长量均表现为1号温室小于2号温室,品种“74-112”在3个品种中果型最大,果实横、纵径生长也较快,其果实横、纵径日均生长量明显高于其它2个品种。1号温室的果实横、纵径日均生长量与2号温室相比,3个品种中“74-112”日均降低量最大,但从1号温室相对于2号温室樱桃番茄果径的日均相对减小率来看,品种“75-126”减小率最大,品种“75-126”与其它2个品种果径相对减小率差异显著。品种“75-126”果型为长椭圆形,纵径日生长量明显大于横径,1号温室相对于2号温室的纵径日均降低量明显大于横径。

表4 不同结构日光温室对不同品种樱桃番茄果实横径、纵径日均生长量的影响

Table 4 The effect of solar greenhouses with different structures on daily average growth on transverse diameter and vertical diameter of different varieties cherry tomato mm

温室	横径			纵径		
	“74-112”	“73-47”	“75-126”	“74-112”	“73-47”	“75-126”
1号温室	0.156	0.044	0.021	0.146	0.028	0.027
2号温室	0.206	0.058	0.033	0.193	0.037	0.044
相对减小率/%	24.3 b	24.1b	36.4 a	24.4 b	24.3 b	38.6 a

2.2.3 低温期不同品种樱桃番茄在不同结构日光温室中的冷害发生情况 通过对低温期不同樱桃番茄冻害调查表明,在1号温室中品种“75-126”在12月30日早晨出现轻微冷害症状(图4),表现为植株上部顶端叶片出现明显萎蔫,叶片失绿发黄,生长点未受伤害,可恢复生长,品种“74-112”和品种“73-47”在1号日光温室中均未表现出冷害症状。2号温室中3个品种樱桃番茄未发生冷害。由此说明品种“75-126”对低温的耐受能力低于其

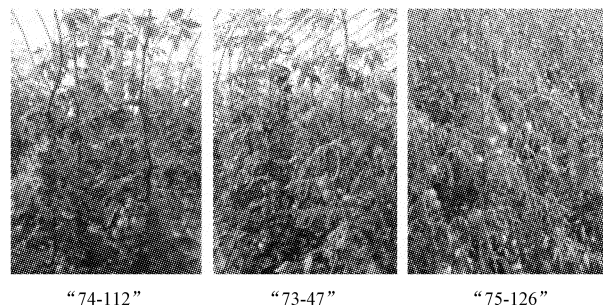


图4 低温期不同品种樱桃番茄在1号温室生长状况比较

Fig. 4 Comparison of growth situation with different varieties cherry tomato in the No. 1 solar greenhouse

它2个品种,不适于1号温室中的低温期栽培生产。

3 结论与讨论

该研究结果表明,在冬季低温期,从温室结构看2号温室的保温性能好于1号温室,2号温室的日平均温度、最高、最低温度均高于1号温室,且在低温期1号温室内的低温($0\sim 5^{\circ}\text{C}$)持续时间长于2号温室,对樱桃番茄生长更加不利;2号温室中樱桃番茄果实横径、纵径日均生长量均大于1号温室。从耐低温品种看,樱桃番茄品种“74-112”和品种“73-47”对低温的耐受能力强于品种“75-126”,低温对樱桃番茄品种“75-126”的影响程度大于其它2个品种,品种“75-126”在1号温室中的果径相对于2号温室果径的减小率显著小于其它2个品种,通过1号温室中品种“75-126”受冻害的情况也能更直观地反映品种的耐低温能力。

良好的保温性能是提高温室内温度的重要条件之一^[2]。从改善设施条件和品种筛选的角度均可以提高樱桃番茄的低温生产性能,增强抗冬季低温冷害的能力。日光温室在未来仍是我国设施农业发展的主流^[4],日光温室结构优化研究一直是改善设施条件的主要手段。该试验中2号温室保温性能好,更适于张掖市今后冬季寒冷期长季节蔬菜生产。不同番茄品种间耐低温能力存在明显差异^[6],樱桃番茄是喜温作物,对低温的耐受性是有限的,其生长发育所需温度比普通番茄高,结果期最适宜温度为 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ ^[6]。关于气温对番茄果实生长的研究,一般认为气温增加是促进果实生长的原因之一^[7],这与该研究对樱桃番茄在低温期不同条件下的果实生长状况相一致。设施栽培中的番茄因种类、品种、生育阶段等对温度的反应也存在差异,该试验中坐果期的3个品种樱桃番茄在同一温室中生长有差异,并且在温度降低时果实横径、纵径生长的减小程度也有差异。Kogning^[8]研究认为番茄的发育速度及早期产量主要决定于24 h的平均温度,Scharpf等^[9]也得到同样结论。该研究中2号温室由于平均温度高于1号温室,其中3个品种的樱桃番茄果实横径、纵径生长速度也均快于1号温

室。综上,设施结构的进一步优化和耐低温品种的选育是北方设施栽培中遭遇低温天气最有效的应对措施,这一方面还需要更深入的研究,以便更科学地指导生产实践。

参考文献

- [1] 杨振超,邹志荣. 不同结构类型节能日光温室内温、湿度比较研究[J]. 陕西农业科学,2002(3):25-28.
- [2] 刘彦辰,邹志荣,胡晓辉,等. 陕西关中地区不同跨度日光温室光温环境分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2013,41(2):108-116.
- [3] Romano. The responses of tomato and eggplant to different minimum air temperatures[J]. Acta Horticulture,1994,366:57-63.
- [4] 周长吉. 中国现代温室的主要形式及其性能[J]. 农业工程学报,2001,17(1):16-21.

- [5] 朱为民,朱龙英,杨志杰,等. 连栋大棚多层覆盖下的温光条件及对番茄果实发育的影响[J]. 农业工程学报,2002(18):143-146.
- [6] 时风云,王建英,徐文国,等. 低温冷害对温室樱桃番茄的影响和病虫害防治[J]. 中国农学通报,2009,25(19):248-250.
- [7] 廉华. 番茄产量形成与设施内环境因素之间的动态关系研究[J]. 吉林农业科学,2005,30(1):52-56.
- [8] Kogning A N M. Effect of temperature on development rate and length increase of tomato, cucumber and sweet pepper[J]. Acta Horticulturae,1992,312:305.
- [9] Scharpf H C, Hendriks L. Specific effect of day and night temperature on growth and flowering of ornamental plants[J]. Hort Sci,1986,2(3):248.

Temperature Changes in Solar Greenhouses with Different Structures in the Low Temperature Period and Its Effect on Growth of Cherry Tomatoes

BAI Qing-hua, MA Hong-yong, YIN Xue-lian, ZHANG Jie, CHU Chao
(Zhangye Meteorological Bureau, Zhangye, Gansu 734000)

Abstract: Aimed to low temperature condition of winter that suffered from solar greenhouse in Zhangye on cherry tomato production. From two aspects of the structure of solar greenhouse and the selection of low temperature resistant varieties, the change rule of temperature in solar greenhouses with different structures and the effect on cherry tomatoes growth in the low temperature period were studied. The results showed that the No. 2 solar greenhouse had the better insulation performance than the No. 1, average temperature in the low temperature period of the No. 2 solar greenhouse was higher than the No. 1 at 2.6°C, the cherry tomato daily average growth of plant height, transverse diameter and vertical diameter of three varieties in the No. 2 were higher than the No. 1. The daily average growth of transverse diameter and vertical diameter of cherry tomato variety '75-126' in the No. 1 decreased most obviously of three varieties.

Key words: solar greenhouse; structure; cherry tomato; temperature

《保鲜与加工》杂志 2014 年征订征稿启事

《保鲜与加工》是由国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)主办的农产品采后技术研究领域的科技期刊,为中国科技核心期刊和中国北方优秀期刊,本刊已被美国《化学文摘》(CA)、中国学术期刊(光盘版)杂志收录。主要报道农产品保鲜与加工相关领域基础理论、新技术、新工艺、新设备、新材料的研究成果及国内外相关行业的动态与信息。主要设置专家论坛、保鲜研究、加工研究、专题论述、技术指南、行业资讯、科普沙龙、政策法规等栏目。适于科技人员、农业技术推广人员、相关企业管理和技术人员、大专院校师生及广大从事保鲜与加工技术研发领域的人士参阅。

本刊为双月刊,大 16 开本,64 页,逢单月 10 日出版,国内外公开发行,每期定价 10 元,全年 60 元,国内统一连续出版物号:CN12-1330/S,国际标准连续出版物号:ISSN1009-6221,邮发代号:6-146。

欢迎在全国各地邮局(所)或本编辑部订阅,欢迎广大读者踊跃投稿,并诚邀刊登各类相关广告。

通讯地址:天津市西青区津静公路 17 公里处,国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)《保鲜与加工》编辑部
邮编:300384,电话:022-27948711,联系邮箱:bxyjg@163.com,投稿平台:www.bxyjg.com