

改良型滑盖式日光温室在天津地区的适应性

张 昆^{1,2}, 杨 波³, 贾丽佳¹, 孙 敬¹, 李 春⁴, 白艳娇¹

(1. 天津市宝坻区气象局, 天津 301800; 2. 天津市武清区气象局, 天津 301700; 3. 天津市气象探测中心, 天津 300061; 4. 天津市气候中心, 天津 300074)

摘 要:该试验设计了改良型滑盖式日光温室,并探索了滑盖式日光温室在天津地区的适应性。结果表明:该温室采用岩棉彩钢板为围护结构,滑动型山墙设计,有效解决了山墙挡光问题。温室采光角为 41.5° ,比对照温室增加将近 16° ,提高了采光率。室内温度分布均匀程度高,植株长势整齐。在没有开启水循环+地热循环系统的条件下,第1季果菜生产顺利完成,完全满足天津地区的气候条件。

关键词:滑盖式日光温室;围护结构;天津;农业现代化

中图分类号:S 626.5(221) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)08-0049-05

随着天津整体城市化进程加快,传统农业逐渐向都市型农业转型,设施农业的地位日益凸显^[1-2]。天津地区日光温室处于主导地位,约占 38.7%,其次为塑料大棚、中小拱棚、连栋温室等,其中日光温室以二代、三代温室为主^[3-4]。传统日光温室阶段性地解决了天津地区冬季蔬菜的生产和供给问题,产生了巨大的经济、社会和生态效益,改善了农村劳动力就业和农民增收,节省了大量能源。但传统的温室结构限制了设施农业的进一步发展,逐渐进入了瓶颈阶段。国内许多专家学者分别从结构参数、尺寸设计、材料使用、控制方式等方面,对优化日光温室进行了大量研究^[5-12],在一定程度改善了日光温室的

性能,使我国设施农业生产水平有了长足发展,但仍然有一些问题亟待解决。该项目是与辽宁省凌源市虹圆设施农业服务有限公司共同改进设计的改良型滑盖式日光温室,此温室采用工业常用的岩棉彩钢板替代传统的墙体围护结构。滑动型设计可以实现精准化控制,初步实现了自动化管理,同时又具有很好的防风雨雪能力。两侧可滑动的山墙设计,解决了山墙的挡光问题,一定程度上解决了温室设计的长度限制问题。在有限的耕作面积下,可以提高土地利用效率,灵活设计温室尺寸。改良型滑盖式日光温室可以实现工厂化生产和标准化装配,缩短施工周期,对保护耕地资源和环境有重大意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

改良型滑盖式日光温室建于天津市宝坻区(东经 $117^{\circ}12'$, 北纬 $39^{\circ}21'$),属于温带季风气候

第一作者简介:张昆(1984-),男,天津人,硕士,工程师,研究方向为设施园艺与小气候。E-mail:zk2006viva@163.com

基金项目:天津市气象局区县专项资助项目(qxzx201528)。

收稿日期:2016-12-15

Xindi Modern Agriculture Demonstration Zone in Jimusaer county. The phenological period, growth habit and disease resistance of different strawberry were studied. The results showed that '2014' was very early maturity, earlier than 'Hongyan' 25 days, continuous yield ability of high yield, could be used as early maturing varieties with planting; 'Hongxiutianxiang' 'Beijing Tibet' were ripe middle, strong growth potential, fruit, good quality, suitable for fresh cultivation, in the northern region of the greenhouse had a good promotion value; 'Yanxiang' 'Jingcheng' fruit had high hardness, resistant storage and transportation, suitable for processing; 'Beijing peach' flavor unique for fresh picking appropriate.

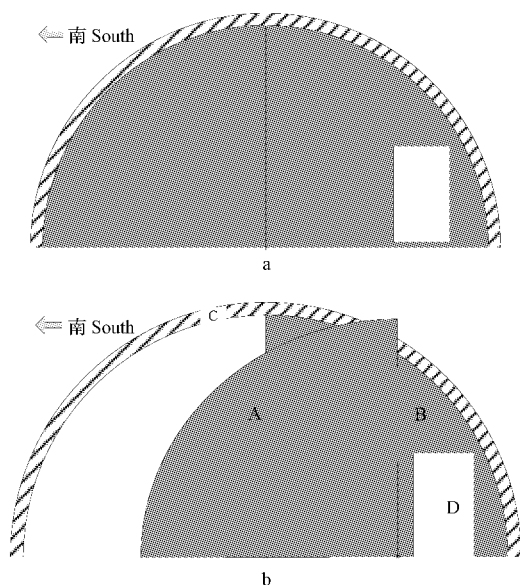
Keywords: strawberry; phenological phase; biological characteristics; fruit characteristics; yield; varieties comparison

区,四季分明,年平均气温 11.8℃,1月(最冷)平均气温-5℃,7月(最热)平均气温 26.1℃,最低气温-23.3℃,最高气温 40.8℃。

1.2 试验材料

改良型滑盖式日光温室种植番茄品种为“瑞克斯旺 882”,中早熟,适合早秋、早春日光温室栽培。对照温室种植黄瓜品种为“津优 35”,津优系列品种植株生长势较强,耐低温、弱光,适合日光温室越冬和早春栽培。

供试改良型滑盖式日光温室为半圆弧形钢结构。温室跨度 12.5 m,脊高 5.5 m,净长度 40 m,屋面采光角 41.5°,后坡水平投影长 1.6 m,建筑面积 500 m²,以 0.1 mm 厚的聚烯烃膜(PO)为覆盖材料;设计风荷载 0.55 kN·m⁻²,雪荷载 0.45 kN·m⁻²;温室跨度和高度满足蔬菜、食用菌和果树等多种作物栽培。温室外部由岩棉彩钢板构成,保温夹层采用阻燃材料玻璃丝棉(导热系数 $\leq 0.042 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{k}^{-1}$),岩棉彩钢板作为围护结构的最外层,有效解决了传统草帘、防寒被等防风雨雪能力差、阻燃性差的问题。



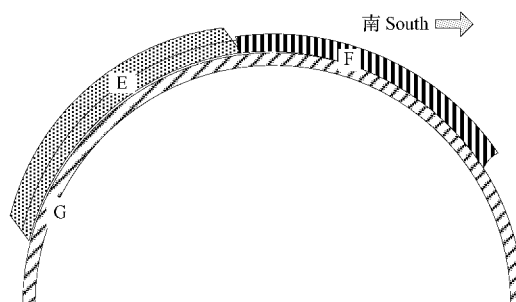
注:a.山墙关闭状态;b.山墙开启状态。A.滑动围护结构;B.固定围护结构;C.滑动保温彩钢板覆盖件;D.门。

Note:a. Close state of movable heat preservation gable;b. Open state of movable heat preservation gable. A. Slidable building envelopes;B. Fixed building envelopes;C. Slidable heat preservation covering plate;D. Door.

图 1 改良型滑盖式日光温室移动山墙

Fig. 1 Movable heat preservation gable of the improved sliding-type solar greenhouse

题。温室整体构架由固定围护结构和滑动围护结构组成(图 1,2),其中 E、F 为可精准控制部位,可沿着温室骨架上的滑道滑动,根据天气情况控制开闭程度。开启两侧山墙可以有效延长日照时数,降低山墙对附近作物的遮挡作用,使温室内的光照、温度分布更为均匀。



注:E、F. 滑动围护结构;G. 固定围护结构。

Note:E,F. Slidable building envelopes;G. Fixed building envelopes.

图 2 改良型滑盖式日光温室保温结构

Fig. 2 Heat preservation structure of the improved sliding-type solar greenhouse

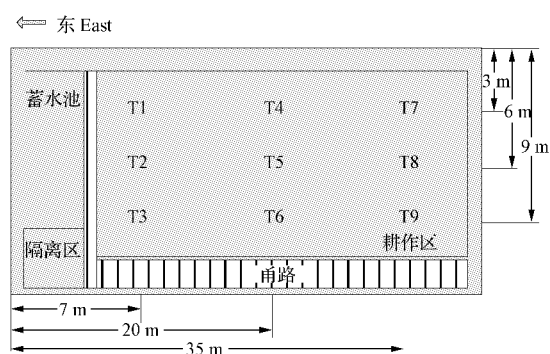


图 3 试验温室功能区及温度测点

Fig. 3 Function partition and sketch of temperature measuring points in experiment solar greenhouse

对照日光温室为二代砖墙日光温室。温室长 95 m,跨度 8.5 m,后墙外部培土 0.8 m。脊高 3.5 m,后墙高 2.0 m,以 0.08 mm 厚的聚氯乙烯膜(PVC)为透明覆盖材料,采用草帘-棉被为棚膜保温覆盖材料。

1.3 试验方法

2016 年 1 月 20 日至 2 月 20 日在天津市设施农业气象技术研发中心(天津市宝坻区气象局)和天津市安骏农业科技发展有限公司设施园区进行,同时对试验温室和对照温室的温湿度进行测量。试验温室布点如图 4 所示,垂直 1.5 m 处布置采集器(T1~T9),室外数据采用天津市宝坻区气象局自动气象站

观测数据(国家基本气象站)。该试验着重研究改良型滑盖式日光温室在天津地区的适应性,温光分布特征另行研究,因此只测量对照温室几何中心数据。日光温室内小气候变化规律一致,该试验只对 2016 年 1 月 25 日标准晴朗天气状况的数据进行分析,且试验温室与对比温室均为不加温生产模式。温度测定采用 HOBO(美国 onset 公司生产,精度 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$)和 DZN1 型农田小气候观测仪(精度 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$),采集周期为 10 min。

1.4 数据分析

采用 Excel、Surfer 软件对试验数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 改良型滑盖式日光温室温度日变化规律

从图 4 可知,大部分时间 T6、T8、T9 低于温室其它位置。这是由于温室较短,西侧山墙靠近单位建筑院墙,温室西北部有光照死角导致温度偏低,这 3 个测点比其它测点低 1~5 $^{\circ}\text{C}$ 。10:00—14:00 温室几何中心温度较低,而改良型滑盖式日光温室温度分布整体均匀。

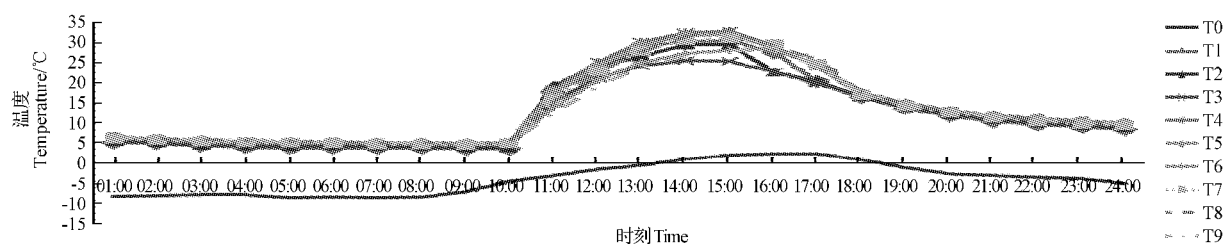


图 4 改良型滑盖式日光温室 1.5 m 高度气温变化

Fig. 4 Air temperature change at a height of 1.5 m in the improved sliding-type solar greenhouse

2.2 改良型滑盖式日光温室温度分布规律

从图 5 可知,改良型滑盖式日光温室昼夜气温分布差异明显,白天分布比较均匀,温室温度最高区域与北部死角温差为 2~4 $^{\circ}\text{C}$ 。虽然存在日光温室的普遍规律,温室北部死角温度较低,12:00 时温度低于温室

中部温度最高区域约 5 $^{\circ}\text{C}$,但是耕作区南北温度差绝对值很小,为 2 $^{\circ}\text{C}$ 左右。由于东部蓄水箱长期蓄热的缘故,夜间可以释放热量,导致东西部差异显著,东部明显大于西部,但是差异绝对值不大,23:00 东西温差为 1 $^{\circ}\text{C}$ 左右,分布仍然比较均匀。

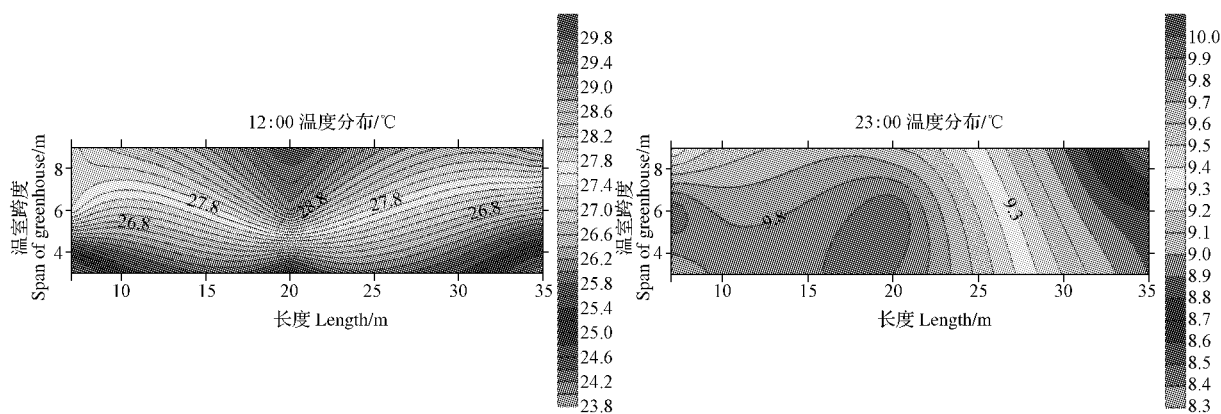


图 5 改良型滑盖式日光温室温度分布

Fig. 5 Air temperature distribution of the improved sliding-type solar greenhouse

从图 6 可知,白天东西方向温度变化差异较大,尤其是 13:00—17:00,东中部气温高于西部气温。但 10:00—11:30 温室东侧中部气温 T2 比西侧中部气温 T5、T8 偏低 2~4 $^{\circ}\text{C}$ 。总体而言,改良型滑盖式日光温室在东西方向上的温度分布比较均匀。

2.3 改良型滑盖式日光温室与二代温室的室内外温差对比

从图 7 可知,室内外温差可以表征温室的保温性能,温差越大表明温室蓄热保温性能越高。通过对比温室几何中心温度,改良型滑盖式日光温室在

17:00—21:00 室内温度低于二代温室,温差区间为 0.2~1.0℃,分析是由于采光面大、散热快,在日落前后、滑盖关闭较晚导致温度骤降。但整体上

改良型滑盖式日光温室保温性蓄热能高于二代温室。

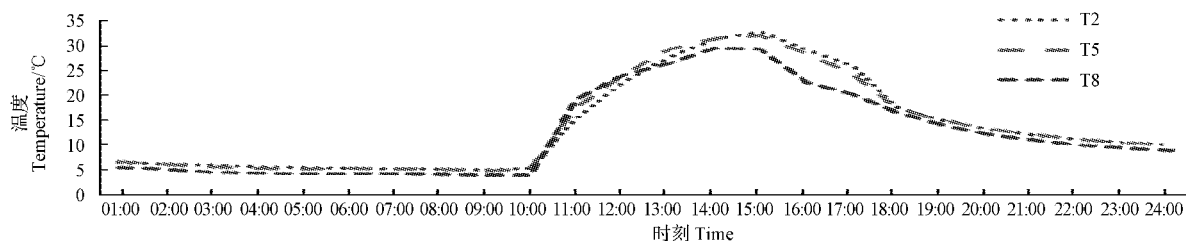


图 6 改良型滑盖式日光温室东西方向 1.5 m 气温变化

Fig. 6 Air temperature change of 1.5 m at east-west direction in the improved sliding-type solar greenhouse

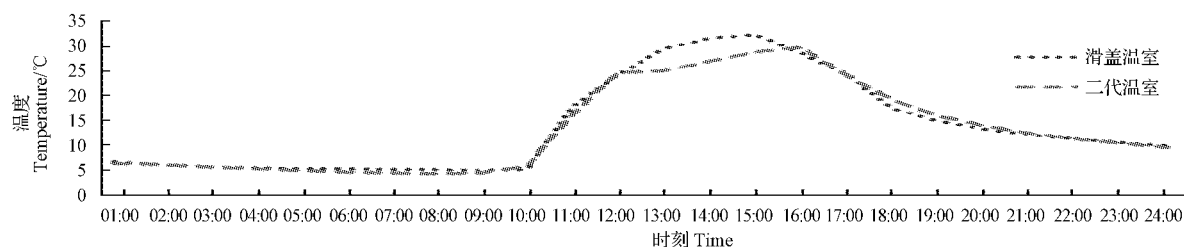


图 7 温室内外温差对比

Fig. 7 Temperature difference between indoor and outdoor

2.4 温室实际生产情况对比

2015 年 11 月天津市出现罕见的连续雾霾天气,宝坻区国家基本气象站监测数据显示,整月日照时数仅为 4 h 左右。宝坻区圣人庄设施农业气象技术试验点温室中黄瓜绝收(图 8b),改良型滑盖式日光

温室番茄也受到了影响(图 8a)。部分番茄植株死亡,黄瓜出现病株、病叶,但未出现大面积死亡,经过后期缓苗,恢复正常生产。虽然 2 栋温室作物生育期不同,但从实际生产角度对比,可以看出改良型滑盖式日光温室优于二代温室。



注 a. 改良型滑盖式日光温室中番茄生产情况;b. 二代日光温室(对照)中黄瓜生产情况。

Note:a. Production status of tomato in improved sliding-type solar greenhouse;b. Production status of cucumber in second generation greenhouse(CK).

图 8 温室生产情况对比

Fig. 8 Contrast of production between two kinds of greenhouse

3 讨论与结论

改良型滑盖式日光温室的温度分布明显比二代日光温室均匀,但是采光死角的问题仍然没有完全解决,10:00—14:00 中部气温低于两侧,其原因有待于进一步研究、由于夜间蓄水箱放热,导致东西温度差异,虽然差异绝对值不大,但仍需对蓄水箱结构设计进行改进,以提高温度分布均匀程度。改良型滑盖式日光温室采光面较大,可提高进光量和室内温度,但在傍晚太阳下山前后由于外界温度降低,导致温室温度骤然下降,降低围护结构的蓄热量,所以科学地确定改良型滑盖式日光温室的关闭时间也是提高保温性能的关键。由于是对比试验设计,改良型滑盖式日光温室的水循环系统与地热循环系统均未开启,因此改良型滑盖式日光温室的保温特性需要进一步全面研究。

天津地区首例改良型滑盖式日光温室位于天津市设施农业气象技术研发中心,其结构突破了传统温室的“三面墙一面坡”的基本结构,且适应天津地区气候条件。改良型滑盖式日光温室总体性能包括:1)温室采光角为 41.5° ,比对照温室增加将近 16° ,采光量大,升温快。温度分布比二代温室均匀,作物长势整齐。脊高 5.5 m、跨度 12.5 m,适宜作物种类多,拓宽了使用领域。2)岩棉彩钢板+水循环系统代替了传统的墙体围护结构蓄热、保温的功能。在没有开启水循环+地热循环系统的条件下,第 1 季果菜生产顺利完成,完全满足天津地区的气候条件。

3)两侧山墙的可移动设计,增加了温室进光面积,一定程度解决了山墙的挡光问题。4)由于两侧山墙均可透光,减少了对太阳辐射的限制,突破了日光温室 50 m 的长度限制。

参考文献

- [1] 李天来. 我国日光温室产业发展现状与前景[J]. 沈阳农业大学学报, 2005, 36(2): 131-138.
- [2] 杨凤军, 杨微微, 孙周平, 等. 新型装配式节能日光温室冬季温控效果研究[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(23): 6038-6042.
- [3] 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.
- [4] 天津市地方志编修委员会办公室, 天津气象局. 天津通志·气象志[M]. 天津: 天津社会科学院出版社, 2005.
- [5] 李春, 黎贞发, 谢东杰, 等. 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.
- [6] 张义, 杨其长, 方慧. 日光温室水幕帘蓄放热系统增温效应试验研究[J]. 农业工程学报, 2012, 28(4): 188-193.
- [7] 张亚红, 陈青云. 中国温室气候区划及评述[J]. 农业工程学报, 2006, 22(11): 197-202.
- [8] 王云冰, 邹志荣, 杨建军, 等. 高效保温材料在日光温室后屋面中的应用研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2010, 38(1): 173-180.
- [9] 王云冰, 邹志荣, 张志新, 等. 关中地区不同后屋仰角日光温室保温性能分析[J]. 中国农业气象, 2009, 30(2): 191-194.
- [10] 魏晓明, 周长吉, 曹楠, 等. 基于光照的日光温室总体尺寸确定方法研究[J]. 北方园艺, 2010(15): 1-5.
- [11] 魏晓明, 周长吉, 曹楠, 等. 中国日光温室结构及性能的演变[J]. 江苏农业学报, 2012, 28(4): 855-860.
- [12] 孙周平, 黄文永, 李天来, 等. 彩钢板保温装配式节能日光温室的温光性能[J]. 农业工程学报, 2013, 29(19): 159-167.

Adaptability of Improved Sliding-type Solar Greenhouse in Tianjin Area

ZHANG Kun^{1,2}, YANG Bo³, JIA Lijia¹, SUN Jing¹, LI Chun⁴, BAI Yanjiao¹

(1. Baodi Meteorological Bureau, Tianjin 301800; 2. Wuqing Meteorological Bureau, Tianjin 301700; 3. Tianjin Meteorological Observation Center, Tianjin 300061; 4. Tianjin Climate Center, Tianjin 300074)

Abstract: The improved sliding-type solar greenhouse was designed in this study, and explored the adaptability in Tianjin area. The results showed that the rock wool color plate was adopted as the building envelopes, and effectively solve the problem of blocking sunlight by the design of sliding gable. The front roof lighting angle was 41.5° , which increased by 16° compared with the control greenhouse. More even distribution of temperature in the improved sliding-type greenhouse, result in a unanimous plant growth. The production of fruits and vegetables were completed successfully in the improved sliding-type solar greenhouse firstly season without the water-recycle heat storage-release system and underground heat storage-release system, fully adapted to the climate of Tianjin area.

Keywords: sliding-type solar greenhouse; building envelopes; Tianjin; agricultural modernization