

# 黑龙江省温室气温与地温变化特征研究

王冬冬<sup>1</sup>, 曲辉辉<sup>2</sup>, 王 萍<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省气象局 后勤服务中心, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省气象科学研究所, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘 要:**在黑龙江省双城市进行小气候观测试验,研究了日光温室内气温和地温的变化规律及不同天气条件下室内外气温的关系。结果表明:地温波动幅度小于气温波动幅度,且地温波动滞后于气温,但二者变化趋势一致;温室内气温和地温的日最高值变化幅度大于最低值,气温日较差大于地温日较差;日照时数对温室升温具有重要作用。

**关键词:**日光温室;气温;地温;变化特征

**中图分类号:**S 625.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)08-0040-04

温室通过覆盖和围护材料,调节内部的温度和光照条件,为植物在不适宜其生长的季节提供生育期,以实现增加产量、高效利用土地的目的,近年来已成为反季节蔬菜生产的重要技术措施。黑龙江省地处我国最北端,热量条件严重限制作物生长,温室可通过调节内部小气候来满足作物生长发育的要求,实现反季节蔬菜、水果生产,不仅在秋、冬、春季供应大量新鲜蔬菜调节百姓餐桌菜色,还可提高土地利用效率,促进当地经济发展。

温室内气温和地温是保证植物正常生长的重要条

件,二者直接影响室内作物生长期、播种品种、复种指数、产量及品质。在不同季节和天气条件下,室内气温和地温具有不同的时空分布特征和相关关系<sup>[1-10]</sup>,室内、外气温相关关系亦不相同<sup>[11-12]</sup>;温室内气温和地温除受室外气温影响外,还与辐射、风速等气象因子有关<sup>[13-14]</sup>。因此,相关学者利用上述相关关系实现了温室内气温和地温的预测<sup>[14-20]</sup>。同时,还可通过温度控制技术对温室内环境温度进行调控,以保证温室内气温和地温维持在适宜作物生长发育的范围内<sup>[21-29]</sup>。

虽然近年来国内学者在温室方面开展了广泛研究,但是研究区域多为山东、新疆、甘肃、天津、辽宁、江苏等地,而黑龙江在相关方面的研究报道较少。现利用小气候自动观测站观测资料,分析温室内气温和地温的变化规律及不同天气条件下室内外气温的关系,以期合理利用温室资源、规避低温灾害提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

研究区位于黑龙江省双城市公正满族乡,地处东北

**第一作者简介:**王冬冬(1982-),男,黑龙江哈尔滨人,硕士,助理工程师,现主要从事气象系统后勤服务保障等工作。E-mail: wowseven01@163.com.

**责任作者:**曲辉辉(1985-),女,黑龙江齐齐哈尔人,硕士,工程师,现主要从事农业气象等研究工作。E-mail: quhuihui808@163.com.

**基金项目:**国家公益性行业(气象)科研专项资助项目(GY-HY201206024)。

**收稿日期:**2013-12-19

## Introduction Experiment of Sweet Cherries and Its Cultivation Techniques in Solar Greenhouse

YUE Hai-ying, HUANG Yue, FENG Xue-mei, LI A-bo, LIANG Yu-wen

(Institute of Germplasm Resources, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry, Yinchuan, Ningxia 750001)

**Abstract:** Taking four sweet cherries of 'Hongdeng', 'Lapins', 'Daihong', 'Pioneer' that introduced from Hebei province as materials, the introduction cultivation related to botany and yield character of four cherry cultivars in solar greenhouse of Ningxia were studied. The results showed that, four cherry cultivars were suitable for facility cultivation, and 'Hongdeng' performed the best in the early varieties, and it had higher germinating rate and branching rate, fruit characters was good. The quality of 'Pioneer' and 'Lapins' were close in the middle-late cultivar, should keep trying for cultivate.

**Key words:** sweet cherries; introduced; Ningxia; Yinchuan

平原中部,毗邻吉林省,地理位置北纬 45°18′、东经 126°14′,海拔 164 m,属中温带大陆性季风气候,冬长夏短,四季分明。1 月份平均气温为 -17.6℃,是全年最严寒时期。

### 1.2 试验材料

供试温室为连栋日光温室,后墙厚约 50 cm,内为 9 孔空心砖,顶为钢架结构,前屋面角为 40°,上屋面角为 120°,上通风。温室采用锅炉供暖,内植速生大叶生菜和水果黄瓜,12 月至翌年 3 月上旬无作物生长,无供暖。

### 1.3 试验方法

采用 TRM-ZS3 型小气候自动观测站(利用太阳能装置提供观测仪动力,数据采集间隔 10 min)于 2012 年 11 月 1 日至 2013 年 8 月 31 日在温室内、外同时进行观测,观测内容包括室内各层地温(10、20、30 cm)、室内、外气温(室内 1.0 m 高处、室外 1.5 m 高处)等指标。

## 2 结果与分析

### 2.1 日光温室内平均气温和不同深度平均地温变化特征

从图 1 可以看出,因 11 月温室内尚有未采收蔬菜,还在持续供暖,大部时段气温维持在 5℃以上,各层地温均在 8℃以上;11 月末停止供暖后,12 月开始温室内气温和地温急剧下降,至 12 月末,气温降至 -8℃以下,各层地温降至 0℃以下;1、2 月份气温和地温均维持在较低水平,大部时段气温、10 cm 地温、20 cm 地温和 30 cm 地温分别低于 -6、-3、-2、-1℃;3 月上旬气温和地温呈现缓慢回升趋势,3 月中旬起开始供暖,室内气温和地温回升迅速,且 3 月中、下旬气温和各层地温的排序出现逆转;4 月初至 7 月末,室内气温和地温均呈波动上升趋势,该时段内气温基本高于 15.0℃,平均为 21.6℃,最高达 31.9℃,地温基本高于 10.0℃,平均为 16.4~18.0℃,最高达 22.4~24.5℃;8 月上半月温室内气温和地温波动较小,稳定维持在较高水平,气温平均为 26.2℃,地温平均为 23.3~24.5℃,下半月气温波动式下降,平均为 20.6℃,较上半月下降 5.6℃,地温随之缓慢下降,平均

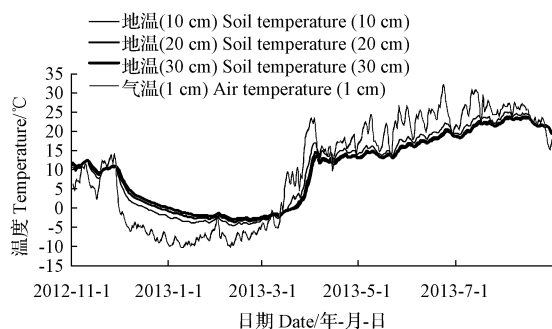


图 1 日光温室内平均气温和不同深度平均地温变化特征

Fig. 1 The variation characteristics of air temperature and soil temperature in solar greenhouse

为 21.5~21.7℃,下降了 1.8~2.8℃。

### 2.2 日光温室内最高、最低及平均气温变化特征

平均气温仅能反映温室内热量状况的平均水平,在实际生产中,日最高和最低气温同样对植物生长具有重要意义。从图 2 可以看出,在研究时段内,每日最高气温最高达 49.2℃,最低为 -8.5℃,变幅为 57.7℃,最低气温最大值为 26.2℃,最小值为 -12.3℃,变幅为 38.5℃,平均气温变化范围为 -10.2~31.9℃,变幅为 42.1℃。可见,温室内最高气温波动剧烈,变幅大,最低气温变化平缓,变幅小。另外,受温室内最高和最低气温变幅不同影响,气温日较差变化同样较大,大致可分为 4 个阶段:第 1 阶段为秋季供暖后期(11 月份上旬),平均日较差为 15.7℃;第 2 阶段为供暖末期及冬、春季无供暖期(11 月中旬至 3 月上旬),平均日较差为 4.2℃;第 3 阶段为春季供暖初期(3 月中、下旬),平均日较差为 21.9℃;第 4 阶段为春季平稳供暖期和夏季(4~8 月),平均日较差为 12.9℃。在有作物生长时段,温室内日平均气温较高、日较差较大的热量条件,比较有利于植物的快速生长和干物质积累。

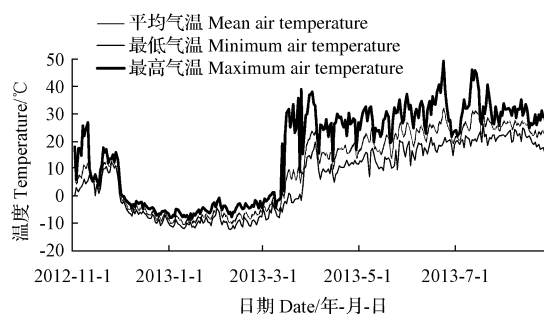


图 2 日光温室内气温变化特征

Fig. 2 The variation characteristics of air temperature in solar greenhouse

### 2.3 日光温室内各层最低、最高及平均地温变化特征

与气温类似,温室内各层土壤的最高和最低气温亦不相同。以 10 cm 地温为例,从图 3 可以看出,研究时段内最高、最低和平均地温的变幅分别为 30.1、29.4、29.6℃,日较差可划分出与气温日较差相同的 4 个阶段,各阶段平均值依次为 1.0、0.4、2.2、1.3℃。可见,研究时段内 10 cm 土壤的最高、最低和平均温度变幅及温度日较差均明显小于气温,再次验证了地温较气温波动小的结果。另外,随着土壤深度增加,地温变幅和日较差变小(图略)。

### 2.4 不同天气条件下日光温室室内、外气温变化特征

温室内气温除受外界气温影响外,还与地面长波辐射具有显著正相关关系,而地面长波辐射主要受日照影响<sup>[7]</sup>,因此,温室内气温与日照时数密切相关。

图 4-a 为 2012 年 12 月 4 日 0:00 至 7 日 23:00 连续

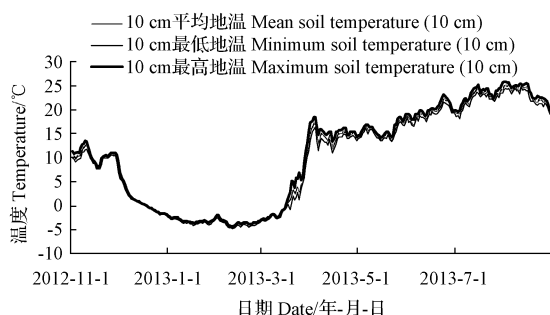
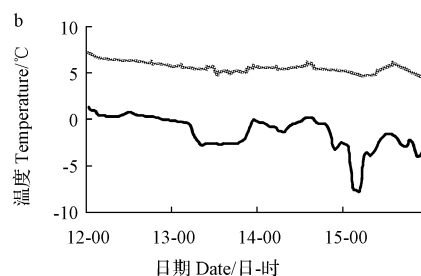
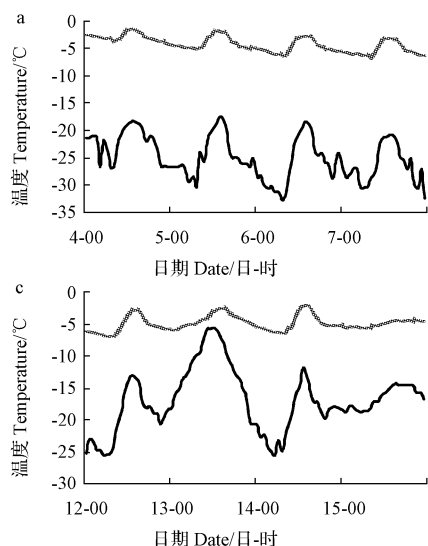


图3 日光温室内 10 cm 地温变化特征

Fig. 3 The variation characteristics of 10 cm soil temperature in solar greenhouse



——室内气温 Air temperature inside solar greenhouse  
——室外气温 Air temperature outside solar greenhouse

图4 2012年不同天气条件下日光温室内、外气温变化特征

注:a. 连晴天;b. 连阴天;c. 阴晴交替。

Fig. 4 The variation characteristics of air temperature inside and outside solar greenhouse under different weather conditions

Note: a. Sunny; b. Cloudy; c. Sunny and cloudy alternate.

### 3 结论与讨论

该试验结果表明,温室内日平均气温和地温波动趋势一致,但气温波动幅度大,地温波动幅度小,且土壤深度越大波动幅度越小;同时,地温的波动滞后于气温,且深度越大滞后越明显。在研究时段内,气温及各层地温的每日最高值较最低值变化幅度大;气温和地温日较差呈明显的阶段性分布,温室内种植作物的时段内日较差较大;地温日较差小于气温日较差,且土层越深,地温日较差越小。日照时间与温室内气温关系密切,晴天时中午温室内升温明显,阴天时温室内气温缓慢下降。

该文仅对温室内气温和地温以及日照之间的关系进行了定性分析。但在实际生产中,为对温室进行更加

科学合理的管理,还需在不同季节和天气条件下准确预报温室内的气温和地温,即实现定量化分析,还有待研究的深入和加强。

### 参考文献

- [1] 王强,宋羽,帕提古丽,等.不同天气条件下温室番茄栽培环境因子的变化特征研究[J].新疆农业科学,2013,50(1):84-88.
- [2] 梁顺有.河西走廊冬季日光温室温度变化规律研究[J].北方园艺,2011(17):76-78.
- [3] 沈能展,任红玉,陈克农,等.黑龙江省节能日光温室冬季光温特点的研究[J].中国农业气象,2002,23(1):29-34.
- [4] 吕佳佳,王萍,王秋京,等.黑龙江省日光温室小气候变化规律分析[J].黑龙江农业科学,2012(12):73-78.
- [5] 高国训,勒力争,郭富常,等.节能日光温室温度分布及其变化[J].天津农业科学,2001,7(1):33-36.

- [6] 张国林,宗英飞,王吉宏. 辽西日光温室温度变化规律及温度预测模型[J]. 中国农学通报,2013,29(23):117-122.
- [7] 张兵兵,李荣平,史奎桥,等. 日光温室气温变化及其影响因子分析[J]. 中国农学通报,2013,29(8):200-205.
- [8] 张宏辉,何高社. 日光温室油桃物候期与气温变化规律研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2006,34(10):96-100.
- [9] 乔建续,许云,阴东娟. 山西省冬季日光温室气温变化特征[J]. 农业技术与装备,2013(4):58-60.
- [10] 刘淑梅,薛庆宇,李春. 下沉式日光温室气温和土温时空变化特征研究[J]. 天津农业科学,2013,19(5):53-57.
- [11] 强慧婷,李胜云,欧阳源源,等. 南京地区日光温室的土壤温度变化特征[J]. 江苏农业科学,2012,40(7):347-349.
- [12] 杨艳超,刘寿东,薛晓萍. 莱芜日光温室气温变化规律研究[J]. 中国农学通报,2008,24(12):519-523.
- [13] 崔建云,董晨娥,高晓梅,等. 鲁北冬春季日光温室温热条件研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2010,41(3):334-339.
- [14] 黄冉,王净. 徐州地区冬季日光温室内气温模拟研究[J]. 中国科技信息,2011(18):36-37.
- [15] 左志宇,毛罕平,张晓东,等. 基于时序分析法的温室温度预测模型[J]. 农业机械学报,2010,41(11):173-178.
- [16] 何雨,须晖,李天来,等. 日光温室后墙内侧温度变化规律及温度预测模型[J]. 北方园艺,2012(7):34-39.
- [17] 贾红,徐为根,彭明艳,等. 日光温室土壤温度变化特征和预报模型研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(11):6471-6473,6482.
- [18] 王孝卿,薛晓萍,杨艳超. 日光温室小气候预报方法研究[J]. 山东气象,2012,32(1):34-37.
- [19] 袁静,李树军,崔建云,等. 山东寿光冬季日光温室内温度变化特征及低温预报[J]. 中国农学通报,2012,28(3):300-304.
- [20] 李德,张学贤,祁宜,等. 宿州日光温室内部最高和最低气温的预报模型[J]. 中国农业气象,2013,34(2):170-178.
- [21] 涂川川,朱凤武,李铁. BP 神经网络 PID 控制器在温室温度控制中的研究[J]. 中国农机化,2012(2):151-154,144.
- [22] 李永博,周伟,李鹏飞,等. 基于 CFD 模拟模型的温室温度场均匀性控制[J]. 农业机械学报,2012,43(4):156-161.
- [23] 陈彩蓉,胡飞. 基于 DS18B20 的温室温度控制系统设计[J]. 安徽农业科学,2009,37(36):17870-17871,17901.
- [24] 张娟,陈杰,蔡振江. 基于多传感器数据融合的温室温度采集[J]. 微计算机信息(测控自动化),2007,23(1):153-154.
- [25] 王建新,童官军,杨世凤,等. 基于模糊控制算法的温室温度监控系统研究[J]. 天津科技大学学报,2005,20(4):68-72.
- [26] 顾斌峰,萧蕴诗,苏永清. 基于数据融合的农业温室温度模糊 PID 控制方法的研究[J]. 系统仿真技术,2006,2(4):198-201.
- [27] 张素,刘宇,谢云芳. 基于遗传算法的模糊神经网络温室温度控制器[J]. 农机化研究,2009(10):165-168.
- [28] 张建勇,刘东利. 神经网络模糊 PID 算法在温室温度控制中的仿真研究[J]. 中国农机化,2006(6):67-70.
- [29] 杨卫中,王一鸣,李海健. 温室温度模糊控制参数在线自整定算法[J]. 农业机械学报,2005,36(9):79-83.

## Study on the Variation Characteristics of Air Temperature and Soil Temperature in Solar Greenhouse in Heilongjiang Province

WANG Dong-dong<sup>1</sup>, QU Hui-hui<sup>2</sup>, WANG Ping<sup>2</sup>

(1. Logistic Service Center, Heilongjiang Provincial Meteorology Bureau, Harbin, Heilongjiang 150030; 2. Heilongjiang Province Institute of Meteorological Sciences, Harbin, Heilongjiang 150030)

**Abstract:** The micro-climate experiment was carried out in Shuangcheng city in Heilongjiang province, the change laws of air temperature and soil temperature were studied in solar greenhouse, and the relationship between air temperature inside and outside solar greenhouse was studied under different weather conditions. The results showed that soil temperature fluctuation was smaller and later than air temperature fluctuation, but there was a synchronous trend between them. In solar greenhouse, maximum air and soil temperature fluctuation were larger minimum air and soil temperature fluctuation, daily air temperature range was larger daily soil temperature range. Sunshine duration was important in rising temperatures in solar greenhouse.

**Key words:** solar greenhouse; air temperature; soil temperature; variation characteristics