

冬季日光温室内湿度分布测试分析

佟国红¹, 车忠仕¹, 王铁良¹, 山口智治²

(1. 沈阳农业大学水利学院, 辽宁沈阳 110161; 2. 日本筑波大学农林工学系, 日本筑波 305-8572)

摘要: 对12 m 跨日光温室内纵向及横向湿度分布进行了测试分析。测试结果显示揭帘后温室纵向从西向东的三个测点达到最低相对湿度的时间分别相差2 h, 量值上为中部低、两侧高; 温室横向从北向南四个测点中北测点达到最低湿度的时间比最南侧点提前1~2 h, 但在量值上呈现出中部两测点值低、南北两测点值高的特点。夜间盖帘后, 各测点相对湿度均大于85%, 最南侧测点(接近薄膜)为100%, 各点的湿度从北向南逐渐增加。在所选晴天中0:00~8:00 各点平均相对湿度最大相差6~10 个百分点; 16:00~23:00 各点平均相对湿度最大相差9~11 个百分点。

关键词: 日光温室; 相对湿度; 分布; 测试

中图分类号: S625 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)01-0072-03

Experimental Analysis on Relative Humidity Distribution inside Solar Greenhouse during Winter

TONG Guo-hong¹, CHE Zhong-shi¹, WANG Tie-liang¹, YAMAGUCHI²

(1. Water Conservancy College of Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161; 2. Agricultural and Forest Engineering Institute of University of Tsukuba, Tsukuba 305-8572, Japan)

Abstract: Lognitudinal and transverse humidity distributions were measured inside a 12 m span solar greenhouse. Results showed that a 2 h time-lag occurred between the three measure points for approaching the lowest humidity from the west to the east when the cotton cover rolled with the data lower in the middle and higher in two ends. Transversely, the lowest humidity occurred at the northern point 1~2 h prior to the southern point with the data lower in the two middle pots and higher at two side pots. Relative humidity of all pots was over 85% when cotton cover unrolled during night with the value reaching 100% near south roof. The average relative humidity difference reached as large as 6~10 percent point during 0:00~8:00 and 9~11 percent point during 16:00~23:00 from the north to the south in selected clear days.

Key words: solar greenhouse; relative humidity; distribution; experiment

日光温室在冬季生产时, 室内的低温高湿环境使作物易产生病害并影响产品品质。因此, 在研究温室性能时, 除了关注其室内的温、光环境因子外, 室内的湿度情况也备受关注。以往温室内湿度的研究内容包括温室内湿度的变化^[1-3]、不同结构温室内湿度对比^[4]

以及不同季节、不同天气状况下湿度的变化特征^[5]。以上研究温室内湿度时, 是用温室中的一个测试点的数值变化来分析整个温室内湿度的变化情况。而只有了解温室湿度的空间分布, 才能有效地制定温室湿度环境调控措施。日光温室内湿度在空间是如何分布的, 这方面的研究还未见报道。

国外研究温室的湿度空间分布情况多是在通风情况下进行的^[6-7], 因此他们的研究成果不能用于我国日光温室冬季生产的情况。本文以12 m 跨度日光温室为例, 分析冬季室内湿度纵向及横向分布情况。

收稿日期: 2008-04-03
基金项目: 辽宁省博士启动基金项目(20061040)
第一作者简介: 佟国红(1966-), 女, 辽宁人, 博士, 沈阳农业大学副教授, 从事设施农业建筑与环境工程研究。Tel: 024-88487134; E-mail: guohongtong@yahoo.com.cn.

红掌叶片上表现出的症状进行了描述, 缺素对红掌鲜切花的质量、贮藏时间有何影响还需进一步深入研究。

参考文献:
[1] 王华芳. 花卉无土栽培[M]. 北京: 金盾出版社, 1997.
[2] 马国瑞. 花卉营养失调症原色图谱[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
[3] 王忠. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
[4] 龙雅宜. 切花生产技术[M]. 北京: 金盾出版社, 1994.
[5] 郭秀珠, 胡月英, 黄品湖, 等. 红掌不同物候期对氮磷钾的吸收特性研究[J]. 浙江农业科学, 2005(6): 462-464.

1 试验方案

试验温室为建在沈阳农业大学的 12 m 跨日光温室于 2003 年 11 月 25 日至 2004 年 7 月 31 日期间对该温室内外环境因子及温室表面热流量进行了详细的测试^[8]。图 1 所示为试验温室剖面及本试验测点位置。其中, 00、06、12、19、27、28、39 分别为室内外空气温度测点, RH1 # ~ RH7 # 为室内外空气湿度测点, 37 为室外太阳辐射测点。其中, 28 测点所靠近墙体(东墙)的外侧为一辅助工作间。

测试室内外空气温度采用 T 型热电偶(铜—康铜, $\Phi 0.32\text{ mm}$), 测试室外太阳辐射用日射计(EKO, MS-

601), 以上所有传感器都接到数据采集器(EKO, CA-DAC21)中进行采集、存储, 数据采集频率为每秒 1 次、每 10 min 存储。采用双通道温湿度仪测试室内外空气湿度, 试验数据采集间隔为 10 min。所有探头均采用防辐射处理(环境测试仪器由日本筑波大学提供)。

本研究采用冬季温室密闭生产期间从 12 月 20 日起每隔约半月晴天的数值, 其中晴天根据吴毅明等著的《温室塑料棚环境管理》^[9]中由太阳辐射的量值界定。温室 8 : 00 揭帘, 15 : 00 盖帘。12 月 20 日、1 月 7 日、1 月 20 日、2 月 5 日、2 月 18 日的温度、湿度及太阳辐射如图 2 所示。

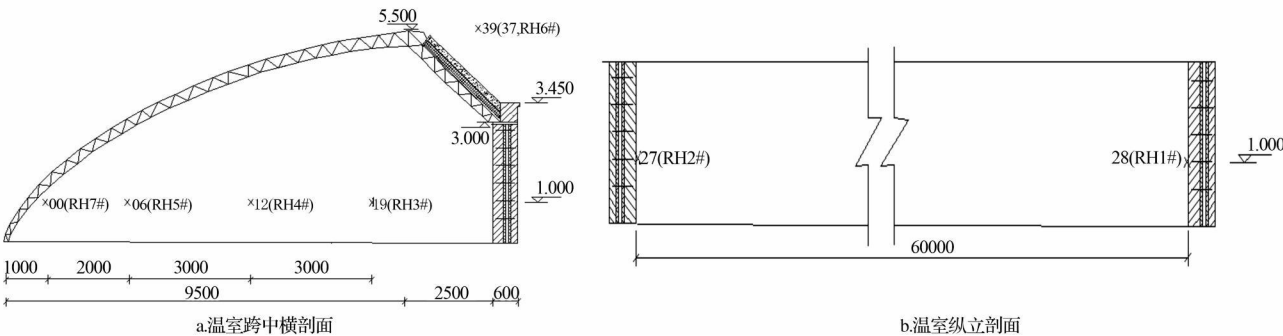


图 1 试验温室剖面及测点位置

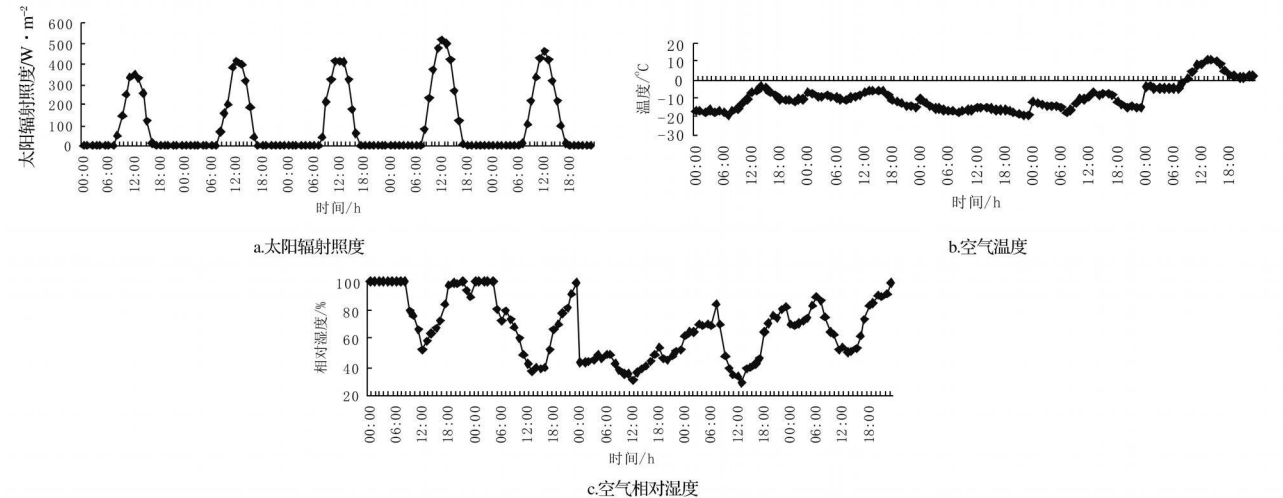


图 2 晴天室外太阳辐射照度、空气温度及空气相对湿度

2 结果与分析

冬季晴天温室内空气相对湿度分布如图 3 所示。白天揭帘后, 各测点湿度值均降低, 并在中午达到最低值, 但各测点降到最低湿度的量值及时间不同。在温室纵向(见图 3a), 从西向东的 RH2(西部测点)、RH4(中部测点)、RH1(东部测点)三测点达到最低湿度的时间分别相差 2 h, RH2 在 10 : 00 ~ 11 : 00 间首先达到最低湿度值, 而 RH1(东部测点)在 14 : 00 ~ 15 : 00 达到湿度最低值。此外, RH1 和 RH2 在量值上均高于 RH4。在温室横向(见图 3b), RH3(北部测点)最先达

到最低湿度值, RH7(南部测点)最迟达到最低湿度值。RH3 一般在 11 : 00 ~ 12 : 00 达到最低湿度值, 而 RH7 在 13 : 00 左右达到最低值, 各测点的湿度值呈现出中部测点(RH4、RH5)低、南北测点(RH7、RH3)高的特点。湿度变化情况说明室内太阳辐射的时空分布对相对湿度的影响效果明显。

夜间盖帘后, 室内湿度加大, 图 3a 为室内空气湿度沿纵向分布变化, RH1 在 0 : 00 ~ 11 : 00 空气相对湿度均大于 85%, 而 RH4 和 RH2 均在 0 : 00 ~ 8 : 00 空气相对湿度大于 85%; 在夜间 RH4 和 RH1 大约在 16 : 00 ~ 23 : 00 空气相对湿度均大于 85%, 而 RH2,

在夜间除 1 月 7 日、2 月 5 日在 16 : 00 ~ 23 : 00 外,基本是在 13 : 00 ~ 23 : 00 空气相对湿度均大于 85%。并且沿纵向各测点的平均相对湿度均较高,接近或超过 90%。图 3b 为室内空气湿度沿横向分布变化,从早晨揭帘前的 0 : 00 ~ 8 : 00 及盖帘后的 16 : 00 ~ 23 : 00,室内空气平均相对湿度均大于 85%,在 RH7 测点均为 100%,各点的湿度从后墙至前脚逐渐增加,

在 0 : 00 ~ 8 : 00 平均相对湿度相差 6 个百分点至 10 个百分点;16 : 00 ~ 23 : 00 平均相对湿度相差 9 个百分点至 11 个百分点。夜间的湿度变化反映出温室围护结构及土壤蓄放热情况对室内的湿度有直接的影响。另外,东墙外有辅助工作间,加强了东墙的保温性能,提高了墙体夜间的温度,并对附近空气的温、湿度也产生一定的影响。

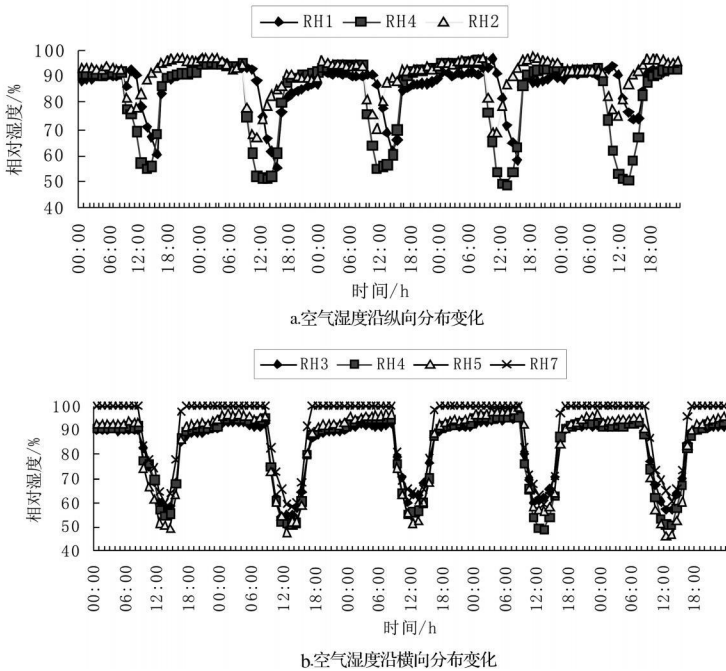


图3 冬季晴天温室内的空气相对湿度沿温室纵向、横向分布变化

3 结论及讨论

通过对温室内纵向及横向的湿度分布测试分析。白天揭帘后,各测点湿度值均降低。温室纵向从西向东的三个测点达到最低湿度的时间分别相差 2 h,量值为中部低、两侧高;在温室横向,从北向南四个测点中北测点达到最低湿度的时间比最南侧提前 1 ~ 2 h,但在量值上呈现出中部两测点值低、南北两测点值高的特点。夜间盖帘后,室内湿度加大,从盖帘后(16 : 00 ~ 23 : 00)到揭帘前(0 : 00 ~ 8 : 00)空气相对湿度均大于 85%,最南侧测点(接近薄膜)为 100%。各点的湿度从北向南逐渐增加,在所选晴天中 0 : 00 ~ 8 : 00 平均相对湿度最大相差 6 个百分点至 10 个百分点;16 : 00 ~ 23 : 00 平均相对湿度最大相差 9 个百分点至 11 个百分点。由于温室东西侧面早、晚接受太阳辐射的时间不同,温室东侧的空气相对湿度在早晨揭帘后仍持续 3 h 在 85% 以上;而温室西侧从 13 : 00 开始相对湿度就在 85% 以上。

在研究温室内湿度分布时,测试点均距室内地面 1.0 m,缺乏室内湿度在垂直方向的分布分析。另外,

温室纵向湿度分布的测点偏少,数据的代表性有限。
参考文献:

[1] 刘乃玉,王春娜,王绍辉,等.日光温室环境参数的测定及分析[J].北京农学院学报,2001,16(1):74-79.
[2] 佟国红,王恩志,王铁良,等.辽沈 I 型日光温室内的环境测试分析[J].辽宁农业科学,2003(5):11-12.
[3] 吕德国,杜国栋,秦嗣军,等.冬季寡照条件对寒地日光温室气象因子的影响[J].云南师范大学学报,2004(1):58-61,78.
[4] 杨振超,邹志荣.不同结构类型节能日光温室室内温、湿度比较研究[J].陕西农业科学,2002(3):25-28.
[5] 金志凤,周胜军,朱育强,等.不同天气条件下日光温室室内温度和相对湿度的变化特征[J].浙江农业学报,2007,19(3):188-191.
[6] Zhao Y, Teitel M, Barak M. Vertical temperature and humidity gradients in a naturally ventilated greenhouse[J]. J. agric. Engng Res, 2001, 78 (4): 431-436.
[7] Boulard T, Wang S, Haxaire R. Mean and turbulent air flows and microclimatic patterns in an empty greenhouse tunnel[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2000, 100: 169-181.
[8] 佟国红,李天来,王铁良,等.大跨度日光温室室内微气候环境测试分析[J].华中农业大学学报,2004(增):67-73.
[9] 吴毅明,徐师华.温室塑料棚环境管理[M].北京:农业出版社,1990.