

夏季日光温室环境条件分析

赵子征¹, 彭高军², 辛本胜¹

(1. 中国农业大学水利与土木工程学院, 100083; 2. 北京东方畅想建筑设计有限公司)

摘要:以单栋塑料温室为研究对象, 对华北地区夏季晴天日光温室内外环境因子进行了观测, 并对温室的室外光照, 室内外温度, 土壤温度及作物蒸腾, 通风等环境因子进行了相关关系分析, 对于合理调控日光温室内部环境, 指导作物生产具有一定的意义。

关键词:夏季; 日光温室; 环境

中图分类号: S625.2 文献标识码: B 文章编号: 1001-0009(2005)04-0020-02

日光温室是我国特有的农业设施形式, 其造价和运行费用低廉、保温性好、效益较高, 因此在我国北方地区得到了大面积的推广应用。对日光温室内部光温环境的研究近 20 多年来一直是研究的热点, 并且在温室建筑结构^[1], 光热环境都有了较成熟的理论^[2~7], 然而其研究主要集中在春、秋、冬三个季节, 很少有学者对日光温室夏季气候条件下温室内的温度环境进行监测和分析。本文对夏季温室内部温度及影响日光温室内部温度的主导因子进行了监测和分析, 并对日光温室夏季内部环境的合理调控和温室作物种植提出了一些意见与看法。

1 材料和方法

1.1 试验地点概况

试验在北京市(东经 116°, 北纬 40°)农林科学院的单栋塑料日光温室内进行, 温室采用钢结构骨架, 覆盖材料为聚乙烯膜, 温室为东西走向, 脊高 3.5 m(米), 跨度 8 m(米), 长度 50 m(米), 温室四周除西部有一栋五层高的居民楼外地势平坦无遮挡物, 温室中间部分种植黄瓜, 东西两部闲置, 东部闲置区的长度 6 m(米), 西部为 18 m(米), 中部 26 m(米)种植黄瓜, 采用基质盆栽, 定植时间为 2004 年 4 月 17 日, 种植密度为 5 株/m²(平方米)。由于温度较高, 温室采用自然通风, 除靠近温室东西两山墙处由于结构原因有 2.5 m(米)左右的上下通风口不能打开外, 其余通风口开度均为 30 cm(厘米)。

1.2 试验方法

温室室外环境由安装在温室东侧墙顶部的室外气象站监测, 主要监测对象为室外温度、湿度、光强。室内环境因子的测量: 光照强度的测量采用 TAOS 公司生产的光照传感器, 布置在黄瓜种植区的中间, 测点高度为 1.5 m(米); 温度的测量采用的是美国答拉斯一线通数字式温度传感器, 一个温度传感器布置在温室西部闲置区的中间距离西山墙 6 m(米), 另外三个放置在种植区的 1/4、1/2、3/4 处, 离地高度均为 1.2 m(米), 空气相对湿度的测量采用湿敏电阻式数字传感器, 分别布置在西闲置区和种植区 1/2 处, 其具体位置同温度传感器。地温传感器埋在离西墙 10 m(米)处的温室中间, 所测的温度依次为地表温度, 5 cm(厘米)处土壤温度, 10 cm(厘米)

处土壤温度。温室环境的数据采集系统采用国家农业信息中心生产的温室智能监控系统, 数据的采集间隔为 10 min(分钟)。

2 结果分析

取 6 月 10 日 0:00 到 6 月 11 日 23:50 两晴天的数据作为基本的分析数据, 此两天内室外天气晴好, 室外微风, 且时有时无, 最大风速为 0.4 m/s(米/秒), 种植区黄瓜的叶面积指数约为 2.8。

2.1 室外光照和室内温度

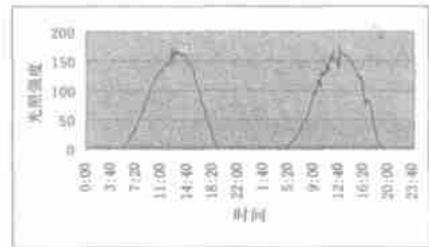


图 1 室外光照变化

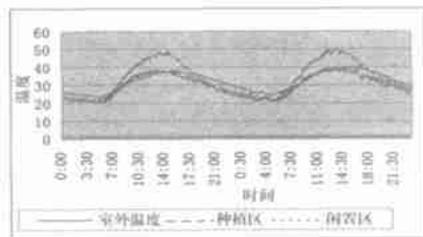


图 2 室内外温度变化情况

从试验结果看出室外正午时刻室外的光照强度可以达到 170 klx(千勒克斯), 室内温度和室外光照达到最大值的时间基本一致, 当室外光照强度上升时, 进入温室的热量增加, 由于空气的热容量较小, 室内气温会升高明显, 光照对于室内温度的影响即时性较强, 室外光照强度的变化能够很快在室内温度变化的趋势上显现出来。取 6 月 10 日 6:30 到 2:10 的闲置区温度、种植区温度和室外光照的数据进行回归分析可以看出不论在何种情况下室外光照和室内温度都具有显著的正相关关系, 因此夏季正午光照强烈时, 增加室外遮阳系统, 降低夏季入射到温室的太阳光照强度, 能够有效的改善温室内

部环境条件。

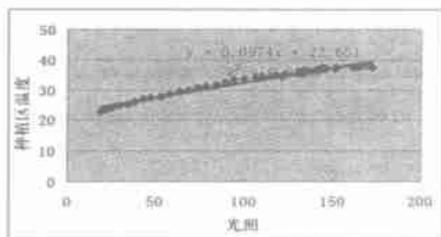


图3 种植区温度和光照的相关关系分析

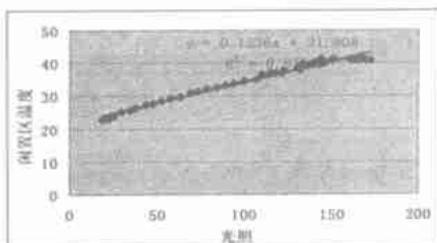


图4 闲置区温度和光照的相关关系分析

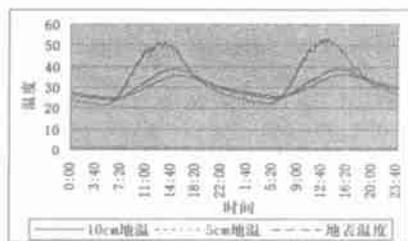


图5 土壤温度变化趋势

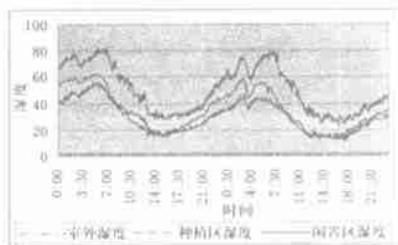


图6 室内外湿度变化情况

2.2 作物对室内温度的影响

从图2可以看出白天正午时刻温室西部闲置区和种植区的温度差高达 $8^{\circ}\text{C}\sim 11^{\circ}\text{C}$, 西部闲置区的温度高达 53°C , 这种高温的产生除由于靠近西侧山墙处通风不畅造成室内局部热量蓄积并向温度传感器所在区域进行热量传递外, 主要是由于温室中单靠热压通风为主的自然通风无法快速有效的带走室内的热量。种植区温度较低是由于温室种植区的黄瓜在正午时刻进行光合蒸腾作用释放出水汽, 消耗大量的热量, 降低空气温度, 改善作物周围的环境条件。夜间两区的温度基本持平, 由于没有光照, 作物的光合蒸腾作用很弱, 此时影响室内温度的因素主要是室外温度, 由于自然通风的存在使得室内的温度基本和室外温度持平, 并随室外温度的变化而变化, 它们几乎同时在5点左右达到最低值。作物种植区的温度不论是在白天还是夜间一般都要低于室外温度, 这种情况

表明夏季自然通风条件下当室内作物的叶面积指数较高时, 可以显著的改善室内的环境条件, 也充分说明夏季日光温室种植黄瓜等作物是可行的。

2.3 土壤温度

土壤温度的测点位于西部闲置区, 由于无作物生长, 土壤温度较低。从图5可以看出温室土壤各层温度从上到下温度波动幅度下降, 地表温度在白天正午时刻最高温度达到 53°C , 高于其周围气温 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$, 这表明地表温度除主要受室内空气温度影响外还要受光照的影响, 温室温度和光照对于底层的影响是逐渐衰减的, 越往下土壤的温度越稳定, 而且呈现地层温度白天低于室温而夜间高于室温的现象, 说明土壤具有蓄热保温作用, 白天吸热夜间向外散热, 是夜间温室热量的一个来源。

2.4 作物对湿度的影响

温室作物的蒸腾作用吸收作物周围热量, 增加周围空气的湿度, 因此作物种植区的湿度要远远高于闲置区的湿度。从图2、图6中可以看出温室内外的湿度和气温的变化是反向的, 温度越高湿度越低, 反之亦然。由于自然通风作用, 闲置区和作物种植区的湿度受室外湿度的影响都较明显, 在变化趋势上具有较强一致性。虽然温室通风口全部打开, 但作物种植区的湿度总体都要较闲置区和室外的湿度高。

3 结论

华北地区夏季晴天条件下, 室内的温度主要受室外光照强度、室外温度及室内种植作物的作用, 室内温度和室外光照成明显的线性相关性。

在半封闭式的日光温室中当种植的作物达到一定的叶面积指数时, 作物对于室内环境有较大的影响作用, 即使在室外光照强烈温度较高的夏季, 依靠自然通风和作物自身的蒸腾作用仍然可以有效降低温室内部温度, 增加湿度, 达到或接近作物适宜生长的环境条件, 且其环境条件优于室外温度。

当室内作物较小时, 在光照强烈的情况下, 日光温室内的温度会在很短的时间内达到较高的水平, 自然通风对室内温度的调控作用有限, 无法达到使植物正常生长的温度条件, 有必要给日光温室增加降温设施, 如风机湿帘降温系统, 外遮阳网等。

参考文献:

- [1] 陈端生. 中国节能型日光温室建筑与环境研究进展[J]. 农业工程学报, 1994, 10(1): 123~128.
- [2] 致功, 段爱旺, 郇庆炉. 节能日光温室光照强度的分布及其变化[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 6(Vol.12)No. 2: 37~40.
- [3] 邹志荣, 李建明, 王乃彪等. 日光温室温度变化与热量状态分析[J]. 西北农业学报, 1997, 6(1): 58~60.
- [4] 王桂英, 康国斌. 日光温室环境条件分析及回归预测[J]. 北京农学院学报, 1994, 10, 19, 2: 75~84.
- [5] 李元哲, 吴德让, 于竹. 日光温室微气候的模拟与试验研究[J]. 农业工程学报, 1994, 3, Vol.10No. 1: 130~136.
- [6] 高国训, 靳力争, 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, 3, Vol. 7No. 1: 33~36.
- [7] 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, Vol. 16 No. 1: 74~79.