

非加温型四连栋塑料温室内外 温湿度关系研究^①

李 军¹ 杨秋珍² 吴元中¹

(1. 上海市气象科学研究所, 200030; 2. 上海台风研究所)

提 要

根据 1999 年 12 月~2002 年 8 月典型天气(晴天、多云、阴天)下非加温型四连栋塑料温室中间 1.5m 高度气温、相对湿度的观测数据,应用逐步回归分析方法建立了冬季、春秋、夏季典型天气下温室内日平均气温、日最高气温、日最低气温、日平均相对湿度与气象站气象要素间的关系式,为温室蔬菜品种筛选、蔬菜标准化栽培、无公害蔬菜生产和病虫害防治提供小气候方面的技术数据。

关键词: 非加温型四连栋塑料温室 温湿度 天气类型 统计

引 言

随着上海农村经济的发展,20 世纪 80 年代发展蔬菜保护地生产,至 2002 年蔬菜保护地面积已达 2000hm²,对缓解上海淡季蔬菜供应发挥了重要作用。1995 年上海确立发展都市农业后,郊区逐步发展连栋塑料温室,至 2002 年达 113hm²。连栋塑料温室具有空间大、土地利用率高、配套设备齐等诸多优势,成为上海(华东、华南地区)蔬菜设施发展的一个重点。主要用于反季节蔬菜和出口蔬菜生产,为提高农业现代化水平、增强抗御自然灾害能力和增加农民收入均有显著作用。由于连栋塑料温室起步较晚,蔬菜管理、技术部门和种植者对其内主要小气候要素变化及其与室外的关系不甚了解,而作物生长发育、病虫害发生发展与气象环境关系密切^[1-4]。因此,在小气候观测数据基础上,建立温室内外气象要素的关系,可为温室蔬菜生产、管理和病虫害防治提供小气候数据。

1 资料观测和分析方法

观测地点:上海市浦东新区三林蔬菜观光园艺场,观测时间:1999 年 12 月~2002 年 8 月期间的典型天气。

非加温型四连栋塑料温室(以下简称温

室)为上海长征管棚厂制造的 GLP622,采用镀锌矩形钢管框架结构、塑料薄膜覆盖,屋顶设有旋转式天窗,端面有换气扇,侧面配有卷帘。每个跨度 6m,檐高 2.5m,顶高 4m,长度 30m,面积为 720m²。观测仪器设置在温室中间(距温室南北 15m,距东西 12m)1.5m 高度百叶箱内。观测仪器为美国生产的 HO-BO-H8 温度、湿度数据采集器,温度测量精度为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$,相对湿度测量精度为 $\pm 3\%$ 。每次观测前由上海气象仪器计量检定所对数据采集仪进行校正,以确保观测数据的质量。温室内种植蔬菜均为黄瓜,品种为宝杂 2 号和 MK160。

温室管理:在不同季节为了调节温室内温度和湿度,对温室南北门和卷帘进行开启程度的调节^[5,6]。冬季为了保温,温室北门和卷帘始终关着,仅在晴天和多云天气开温室南门 2 扇门中的 1 扇,时间 12:00~14:00,进行 1~2 小时换气;春秋、夏季,温室卷帘关着,北门开 1 扇,角度为 45°,南门开 1 扇~2 扇门,时间为 10:00~15:00,进行 4~5 小时换气和降温,遇下雨时门关闭;夏季为了使温室内外空气充分交换,进行降温,温室南北门和卷帘 24 小时均打开。当遇大雨和大风时

^① 上海市科技兴农重点攻关项目,农科攻字(99)第 2-2 号。

关闭卷帘,以防蔬菜受损。

上海地区季节划分:日平均气温5日滑动稳定通过10℃和22℃,其首日分别为春季和夏季首日,日平均气温5日滑动稳定低于22℃、10℃,其首日为秋季和冬季首日。

天气类型根据日照时数划分,各月标准不同,详见表1。

表1 各月天气型划分标准

天气类型	日照时数/小时		
	晴	多云	阴
11、12、1月	≥7.0	2.0~7.0	≤2.0
2、3、9、10月	≥8.0	2.2~8.0	≤2.2
4~8月	≥9.0	2.5~9.0	≤2.5

室外气象数据用浦东新区气象局气象观测站(下称,气象站)的逐日数据,包括:平均气温、最高气温、最低气温、日照、风向和风速(02时、08时、14时、20时和日平均风速)等。

温室内外气象因素定量关系的统计采用逐步回归分析方法^[7,8],对于因变量的每一组值 Y_i ,对应有一组自变量 Z_{ij} ,而对于每一

自变量再配以 $Z_{ij}^2, Z_{ij}^3, \dots, Z_{ij}^8$ 等非线性形式^[9],其中 $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ 。给定临界值 F_α ,对自变量采用双重检验先剔除后引进的原则精选自变量,若最后选入的自变量为 Z_1, Z_2, \dots, Z_k ,则得到温室内外气象要素的回归方程为:

$$\hat{y} = C_0 + \sum_{i=1}^k C_i Z_i \quad (1)$$

2 结果与分析

2.1 冬季

晴天温室内日平均气温、最高气温和相对湿度分别比气象站高3.1℃、12.3℃和21%,日最低气温比气象站低1.0℃。阴天温室内日平均气温、最高气温、最低气温和相对湿度分别比气象站高2.1℃、4.5℃、1.2℃和11%。多云温室内日平均气温、最高气温、最低气温和相对湿度分别比气象站高3.7℃、11.8℃、0.2℃和15%。表2给出了冬季晴天温室内外气象要素间的关系式,阴天、多云天气关系式略。

表2 冬季晴天温室内外气象要素关系式

温室内小气候要素	关系式	F	F 检验值
日平均气温(℃)	$y_1 = 5.067244 + 0.2395807X_1 + 0.04661986X_1^2$	58.5	$F_{0.01}(2, 34) = 5.3$
日最高气温(℃)	$y_2 = 21.06249 + 0.0000002076313X_2^2$	6.1	$F_{0.05}(1, 35) = 4.1$
日最低气温(℃)	$y_3 = -1.414273 + 0.9279897X_3 + 0.04903448X_3^2$	123.2	$F_{0.01}(2, 34) = 5.3$
日相对湿度(%)	$y_4 = 57.30101 + 0.5425114X_4 - 0.0000003993805X_4^2$	3.1	$F_{0.1}(2, 34) = 2.4$

$X_1 \sim X_4$ 分别浦东新区气象站的日平均气温、日最高气温、日最低气温、日相对湿度。

2.2 春秋季节

晴天温室内日平均气温、最高气温、最低气温和相对湿度分别比气象站高3.9℃、10.3℃、1.0℃和12%。阴天温室内日平均气温、最高气温、最低气温分别比气象站高3.5℃、7.3℃、2.3℃和5%。多云温室内日平均气温、最高气温、最低气温和相对湿度分别比气象站高3.8℃、10.8℃、0.5℃和1%,各天气型温室内外气象要素间的关系式表略。

2.3 夏季

晴天温室内日平均气温、最高气温、最低气温和相对湿度分别比气象站高0.7℃、2.5℃、0.1℃和4%。阴天温室内日平均气温、最高气温、最低气温分别比气象站高1.3℃、2.5℃和0.8℃,日平均相对湿度与气象站相同。多云温室内日平均气温、最高气温、最低气温和相对湿度分别比气象站高

0.3℃、0.7℃、0.6℃和5%,各天气型温室内外气象要素的关系式表略。

3 结语和讨论

(1)建立的温室内外气象要素定量关系式,为温室内蔬菜品种筛选、周年品种搭配、蔬菜标准化栽培、无公害蔬菜栽培和病虫害防治等提供了重要的小气候信息。在各关系式中,除了冬季阴天相对湿度统计关系式未通过显著性检验外,其它均通过显著性检验,这可能与冬季阴天温室处于密闭状态有关。冬季晴天温室内最低气温比气象站低,夏季阴天温室内相对湿度与气象站相同,其它季节各天气型下温室内温、湿度均比气象站高。

(2)塑料薄膜的保温性在于它隔绝了内外空气湍流交换和薄膜内膜水层吸收长波辐射^[10]。春秋季节温室内外日平均气温差异最大,晴天>多云>阴天;日最高气温差异多云>晴天>阴天;日最低气温差异阴天>晴天

>多云。夏季温室内外日平均气温差异最小,阴天>晴天>多云;日最高气温差异晴天和阴天>多云;日最低气温差异阴天>多云>晴天。冬季温室内外日平均气温差异多云>晴天>阴天;日最高气温差异晴天>多云>阴天;日最低气温差异阴天>晴天>多云。

(3)温室内外日平均气温差异在同一天气类型下不同季节内明显不同。晴天、阴天和多云均为春秋>冬季>夏季;日最高气温差异晴天和多云下冬季>春秋>夏季,阴天下春秋>冬季>夏季;日最低气温差异晴天下冬季和春秋>夏季,阴天下春秋>冬季>夏季,多云气下夏季>春秋>冬季。季节间由于温室门和卷帘开的程度的差异,导致温室内外空气交换程度存在差异,造成了温室内外相对湿度在季节间和不同天气类型下的差异,趋势为冬季>春秋>夏季,晴天>多云>阴天。

(4)20世纪90年代以来受全球气候变暖的影响,上海地区暖冬明显^[11],但日最低气温经常会降到-5℃左右,而温室内最低气温在-4℃左右。0℃以下的低温严重影响了温室内蔬菜(尤其是茄果类)的正常生长,甚至产生冻害,造成经济损失。因此,温室内冬季栽培蔬菜除了要选择耐寒品种外,还要选择保温效果好的覆盖材料(或多层覆盖),以抵御冻害。

(5)在春秋晴天和多云天气温室密闭的情况下,会出现35℃以上的高温,要及时

地开门或侧卷帘进行通风降温,以防高温危害。当外界气温在3℃左右时要注意温室内蔬菜受暗霜危害。

(6)夏季温室蔬菜栽培要避免高温强光的危害。当室外气温为33℃左右时,温室内气温可达35℃左右。因此,要根据蔬菜对气象生态的要求采用不同的遮阳网和遮阳方式(外遮阳和内遮阳或内外遮阳结合),营造适宜于蔬菜生长的光照和温度环境。

参考文献

- 1 王石立,马玉平,刘文泉等.面向 Internet 的农业气象产量动态预报.气象,2004,30(4):42~46.
- 2 刘玲,郭安红.2004年内蒙古草原蝗虫大发生的气象生态条件分析.气象,2004,30(11):55~57.
- 3 郁樊敏.现代保护地蔬菜栽培实用技术.上海:上海市科学技术出版社,1998:190~195.
- 4 朱为民,朱龙英,徐梯惟.番茄设施栽培新技术.上海:上海财经大学出版社,2001:209~225.
- 5 陈端生.中国节能型日光温室的理论和实践.农业工程学报,2001,17(1):22~26.
- 6 刘璿瑛,丁为民,张剑锋.徐州地区日光温室保温性能的试验研究.农机化研究,2003,2:166~169.
- 7 魏淑秋编著.农业气象统计.福州:福建科学技术出版社,1985:81~238.
- 8 郑选军,王国强.回归诊断在城市空气质量预报中的应用研究.气象,2004,30(9):9~13.
- 9 韦博成,万方焕,朱宏图译.非线性回归分析及其运用.北京:中国统计出版社出版,1997:6~73.
- 10 傅抱璞,翁笃鸣,虞静明等.小气候学.北京:气象出版社,1994:503~513.
- 11 杨秋珍,李军.顺应气候变化,走农业可持续发展之路.上海农业学报,1999,15(3):13~18.

Investigation of Changes of Temperature and Relative Humidity between Inside and Outside of Four Arch Plastic Greenhouse of Non-Heating

Li Jun¹ Yang Qiuzhen² Wu Yuanzhong¹

(1. Shanghai Meteorological Institute, 200030; 2. Shanghai Typhoon Institute)

Abstract

Base on the data of temperature and relative humidity inside of the middle of the four arch plastid greenhouse of non-heating at 1.5m in height during the period of December 1999 to August 2002. The quantitative relation equations are developed for average temperature, maximum temperature, minimum temperature, average relative humidity of the whole day between the inside and outside weather elements under different weather conditions(sunny, cloudy, overcast) in different seasons by means of the step-regression method. The technical reference would be provided to choose vegetable variety, plant standardized vegetables and free-pollution vegetable production and prevent disease and insect in the microclimate field.

Key Words: four arch plastic greenhouse of non-heating air temperature relative humidity