

李艳莉,许伟峰.渭南日光温室小气候特征分析及预测方法[J].陕西气象,2017(2):12-15.

文章编号:1006-4354(2017)02-12-04

渭南日光温室小气候特征分析及预测方法

李艳莉¹,许伟峰²

(1. 陕西省经济作物气象服务台,西安 710014;2. 渭南市气象局,渭南 714000)

摘要:为探求陕西渭南地区日光温室小气候变化特征及预测方法,切实提高为农服务水平,利用陕西渭南市华州区设施农业试验点日光温室2014—2016年冬季(11—3月)棚内外气象观测资料,采用对比分析及逐步回归方法,对冬季晴天、多云、阴天天气条件下温室内温、湿度日变化特征及最低气温预报模型进行分析研究。结果表明:各天气条件下日光室内温、湿度日变化均呈单峰型变化,气温最低值均出现在日出前后,于午后13—14时达到最高值,相对湿度则相反;夜间温、湿变化相对稳定,湿度接近饱和状态;晴天时温、湿度变化幅度大于多云和阴天时。试验建立的日光室内未来一天最低气温预报模型,通过检验,其误差值在2℃范围内的准确率达到80%以上,预报准确率可满足业务应用。

关键词:日光温室;小气候;温度;相对湿度;预测方法;渭南华州

中图分类号:S625.5

文献标识码:A

日光温室为我国北方地区生产越冬反季蔬果较普及的形式,其造价和运行费用低廉、保温性好、效益较高,在各地发展迅猛。以日光温室为主的设施农业生产过程中,棚内作物长势与棚内小气候、外界环境均密切相关^[1],特别是低温,仍是生产过程中的重要影响因素^[2-5]。如2004年12月30日—2005年1月2日、2008年1月陕西出现大范围强降温天气,由于气温过低,关中、陕北局地设施蔬菜遭受冻害,部分大棚受冻绝收。开展日光温室小气候特征分析及棚内气象要素预测研究对于防灾减灾、科学生产等均有重要的指导意义。目前相关研究较多,如吕佳佳、赵先丽、王晓立对黑龙江、辽宁、寿光等地区日光温室小气候变化规律的研究^[6-8];王孝卿、黄冉、柳芳、高丽娜分别对寿光、徐州、天津、山西等地区冬季日光室内温、湿度等小气候要素进行了模拟研究^[9-12],但由于地域、气候和日光温室棚型结构等差异,各研究成果在本地化应用方面效果略差。陕西渭南

地区气候优势明显,设施农业蓬勃发展,但尚有关大棚小气候预测方面的研究,为此,利用陕西渭南地区设施农业试验点开展了日光温室小气候特征分析和棚内最低气温预测模型构建,研究结果实用性强,对促进当地气象为设施农业服务业务发展有较强现实意义。

1 资料与研究方法

1.1 研究区概况

选取位于渭南市华州区华州街道办农业园区内一标准化日光温室为研究对象。华州区为陕西省渭南市辖区,该区蔬菜种植历史悠久,并先后荣获“国家级无公害蔬菜基地县”、“全国果菜标准化建设十强县”等称号。所选日光温室坐北朝南,东西长80m;南北宽10m;脊高4.6m,后墙高3.8m,墙体厚1.5m;棚膜为厚度0.08mm的聚乙烯塑料薄膜,薄膜外有草帘。温室顶有通风口,通风时间、通口大小及通风持续时间因棚内温度而定,温室内种植蔬菜品种为樱桃番茄。

收稿日期:2016-08-04

作者简介:李艳莉(1979—),女,陕西西安人,学士,高工,从事经济作物气象服务工作。

基金项目:陕西省气象局科技创新基金计划项目(2015M-16)

1.2 资料及其处理

研究资料主要包括日光温室小气候观测资料和气象站数据。其中日光温室小气候数据为试验点越冬蔬菜主要生产时段 2014 年 11 月—2015 年 3 月、2015 年 11 月—2016 年 3 月蔬菜大棚中央距地 1.5 m 处小气候逐时气象观测资料,连续缺测两小时及以上删除该日记录;外界气象资料来源于渭南市华州区气象站,具体为 2014 年 11 月—2015 年 3 月、2015 年 11 月—2016 年 3 月气温(平均、最低、最高)、相对湿度、日照百分率等日值资料,天气类型按照日照百分率 $S \geq 60\%$ 为晴天、 $20\% < S < 60\%$ 为多云、 $0 \leq S \leq 20\%$ 为阴天的分类标准分为 3 类^[13-14]。数据统计分析时段内(2014 年 11 月—2015 年 3 月)共 149 d,其中晴天 60 d、多云 28 d,阴天 61 d,预测应用检验时段内(2015 年 11 月—2016 年 3 月)有效数据日数为 88 d,其中晴天 41 d、多云 18 d,阴天 29 d。

1.3 研究方法

采用逐步回归方法^[15]建立晴天、多云、阴天 3 种天气条件下棚内日最低气温预测模型。主要将 2014 年 11 月—2015 年 3 月与当天棚内最低气温变化相关性较高的不同时段室内、外最低气温、最高气温、平均气温、相对湿度等气象要素作为自变量,棚内最低气温为因变量,建立多元线性回归模型,并利用 2015 年 11 月—2016 年 3 月观测资料进行预测效果检验。

2 结果与分析

2.1 温室内小气候变化特征

棚内气温日变化主要受太阳辐射影响,呈现单峰型变化。各天气条件下太阳辐射有差异,因此棚内气温变化陡缓程度亦不同。逐时气温最低值均出现在日出前后,日出后气温逐渐上升,其中晴天增幅最大,为 $3 \sim 6 \text{ }^\circ\text{C/h}$,其次为多云,增幅 $2 \sim 4 \text{ }^\circ\text{C/h}$,阴天增幅仅为 $1 \sim 2 \text{ }^\circ\text{C/h}$ 。各天气条件下的气温均在午后 13—14 时达到最高值,此时气温高低排序为:晴天 $>$ 多云 $>$ 阴天,且最高气温在晴天与阴天时相差达 $11 \text{ }^\circ\text{C}$ 。14 时后气温逐渐降低,降温速率晴天最大,多云次之,阴天最小,至傍晚 19 时左右降幅趋缓,整个夜间气温较为平稳,波动幅度不超过 $1 \text{ }^\circ\text{C}$ 。日出前后(约早晨 07

—08 时)气温达到最小值,此时 3 种天气条件下气温排序为:阴天 $>$ 多云 $>$ 晴天,与当日峰值气温排序相反,且各类天气的低温差异较小,阴天和晴天仅差 $2.2 \text{ }^\circ\text{C}$ (图 1)。

各天气条件下棚内空气相对湿度日变化呈现与气温相反的单峰型变化。3 种天气条件下棚内相对湿度最大值均出现在日出后至揭帘前(约早上 08—09 时),基本在 90% 以上。09 时以后,大棚开始揭帘通风,棚内湿度迅速下降,降幅分别为:晴天 $15\% \sim 20\%/h$ 、多云 $10\% \sim 15\%/h$ 、阴天 $5\% \sim 10\%/h$,并统一于午后 14 时气温最高时达到最小值,此时 3 种天气相对湿度大小排序为:阴天 $>$ 多云 $>$ 晴天,其中阴天时大棚相对密闭,通风少,棚内相对湿度明显高于其它天气类型,为 70% 左右,多云和晴天仅为 $40\% \sim 50\%$ 。此后,相对湿度逐渐增大,增大速率以晴天最大,多云次之,阴天最小。傍晚 19 时左右增幅趋缓,整个夜间变化相对平稳,振幅不超过 10%,基本维持在较高水平,为 90% 以上(图 1)。

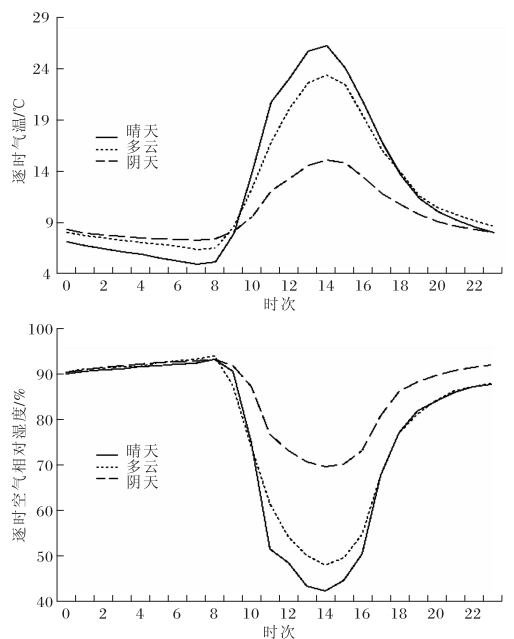


图 1 3 种天气条件下华州试验温室中气温、空气相对湿度日变化

2.2 温室内最低气温预测模型构建及检验应用

选取 2014 年 11 月—2015 年 3 月温室内外 12 个气象要素(表 1)与温室内最低气温做回归分析,筛选出与预测要素有显著相关的气象要素进

行预测模式构建。分别建立晴天、多云、阴天时棚内最低气温的预报模式(表2),各模式均通过了0.01显著性水平检验,且判定系数均大于0.6。

表1 选取的气象要素

因子分类	因子代表符号	气象因子
前一天室内	t_{enmin}	日最低气温
	t_{enmax}	日最高气温
	t_{ent}	日平均气温
	R_{en}	平均相对湿度
	R_{enmin}	最小相对湿度
前一天室外	t_{ewmin}	日最低气温
	t_{ewmax}	日最高气温
	t_{ewt}	日平均气温
	R_{ew}	平均相对湿度
室外当天	t_{wmin}	日最低气温
	t_{wmax}	日最高气温
	R_w	平均相对湿度

由表2可看出,各模式构建中,12个备选因子通过0.05显著性水平检验的较少,仅为1~5个。晴天时棚内最低气温与前一天棚内、外最低气温和当天棚外最低气温显著相关,多云时棚内最低气温只与当天棚外最低气温显著相关;阴天时,棚内最低气温除与当天、前一天棚外最低气温、前一天棚内最低气温、平均气温相关外,还与当天棚外相对湿度有关。

利用2015年11月—2016年3月数据进行应用检验,结果为:3种天气条件下,实况值与预测值绝对误差在2℃范围内的准确率均在80%以上,其中阴天最高为93%;预报误差为1℃的准确率晴天、多云、阴天分别为73%、39%和79%,仍以阴天最高。结合生产实际分析,冬季阴天时,多出现低温寡照现象,棚内作物因热量欠缺易发生低温冻害,此时种植户多采取减少通风量、通风时间、揭帘时间等以确保棚内足够的热量条件,大棚长时间处于相对稳定的状态,人为因素对棚内低温变化的干扰较小,所以阴天时棚内低温

表2 3种天气条件下华州试验温室内最低气温预报模式

天气类型	样本数	预报模型	模型检验	
			调整 R^2	显著性水平
晴天	60	$y=0.462 t_{wmin} + 0.710 t_{enmin} - 0.304 t_{ewmin} + 2.251$	0.866	0.000
多云	28	$y=0.455 t_{wmin} + 5.966$	0.689	0.000
阴天	61	$y=0.442 t_{wmin} + 0.187 t_{ent} + 0.565 t_{enmin} - 0.343 t_{ewmin} + 0.016 R_w - 0.589$	0.892	0.000

预报准确率略高于晴天和多云时。对差值进一步分析发现,3种模式预测值与实际值的持平概率均较小,不超过5%,其中晴天最高为4.9%。晴天、多云天气条件下预测值总体略偏低,偏低概率

分别为53.7%、66.7%;阴天时预测值略偏高,偏高概率为55.2%(表3)。各模式预报结果拟合度较高,偏高偏低幅度不大(图2),多数样本误差幅度在允许范围内,基本达到业务要求。

表3 渭南华州试验温室各预报模式2015年11月—2016年3月应用检验情况

天气类型	样本数	预报准确率/%			误差				
		误差 [-2,2]℃	误差 [-1,1]℃	平均 误差/℃	偏高		持平		偏低
					幅度/℃	概率/%	概率/%	幅度/℃	概率/%
晴天	41	0.88	0.73	0.0	0.1~2.8	41.4	4.9	0.1~2.6	53.7
多云	18	0.83	0.39	-0.3	1.1~2.2	33.3	0	0.1~2.5	66.7
阴天	29	0.93	0.79	0.2	0.2~2.6	55.2	3.4	0.2~1.7	41.4

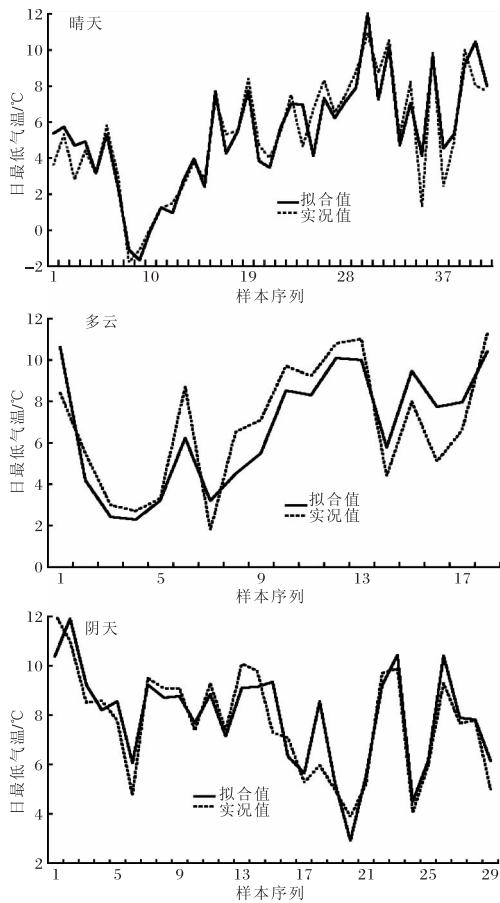


图2 晴天、多云、阴天时华州试验室内最低气温拟合情况

3 结论与讨论

(1)晴天、多云、阴天3种天气条件下,日光温室室内气温、湿度的日变化呈反相单峰型,且变化剧烈程度排序为:晴天>多云>阴天。气温最低值均出现在日出前后,于午后13—14时达到最高值,相对湿度则相反。夜间温、湿变化相对稳定,湿度接近饱和状态。

(2)应用逐步回归统计方法组建了3种天气条件下棚内最低气温预测模型,模型通过了显著性检验,并对模型进行了应用检验,预报准确率在80%以上。其中晴天、多云时预测值总体略偏低,阴天预测值略偏高,误差幅度大部在允许范围内,基本达到业务要求。

(3)受观测资料限制,在建立模型时仅用了一年数据,且数据应用检验时样本数偏少,同时日光温室室内小气候还与大棚朝向、棚型、栽种作物以及管理方式有较大关系,所以结论仍存在

一定局限性。

参考文献:

- [1] 钟阳和,施生锦,黄彬香. 农业小气候学[M]. 北京:气象出版社,2009:495-497.
- [2] 徐凤霞,王琪珍. 低温寡照对温室大棚蔬菜的影响及其防御对策探讨[J]. 现代农业科技,2007(21):15-16.
- [3] 孙智辉. 冬季强低温天气对日光温室作物的影响[J]. 气象科技,2004,32(2):126-131.
- [4] 时风云,王建英,徐文国,等. 低温冷害对温室樱桃番茄的影响和病虫害防治[J]. 中国农学通报,2009,25(19):248-250.
- [5] 李艳莉,柏秦凤. 陕西省设施蔬菜冬季气象灾害特点及对策建议[J]. 陕西农业科学,2013(3):139-141.
- [6] 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.
- [7] 王晓立,王文,袁静. 寿光日光温室温湿度变化特征分析[J]. 山东气象,2014,137(34):49-53.
- [8] 赵先丽,张淑杰,陈艳秋,等. 辽宁大洼地区日光温室小气候特征[J]. 生态学杂志,2014,33(10):2656-2663.
- [9] 王孝卿,李楠,薛晓萍. 寿光日光温室小气候变化规律及模拟方法[J]. 中国农学通报,2012,28(10):236-242.
- [10] 黄冉,王净. 徐州地区冬季日光温室室内气温模拟研究[J]. 中国科技信息,2011(18):36-37.
- [11] 柳芳,王铁,刘淑梅. 天津市二代节能型日光温室内部温湿度预测模型—以西青为例[J]. 中国农业气象,2009,30(S1):86-89.
- [12] 高丽娜,孙擎,郭翠荣,等. 山西日光温室逐日极端气温预测模型研究[J]. 中国农学通报,2015,31(15):240-246.
- [13] 魏瑞江,王春乙,范增禄. 石家庄地区日光温室冬季小气候特征及其与大气候的关系[J]. 气象,2010,36(1):97-103.
- [14] 刘可群,黎明锋,杨文刚. 大棚小气候特征及其与大气候的关系[J]. 气象,2008,34(7):101-107.
- [15] 魏淑秋. 农业气象统计[M]. 福州:福建科学技术出版社,1985:107.