

刘红,杨爱琴,孙智辉,等.陕西黄土高原日光温室冬季低温冻害风险分析[J].陕西气象,2022(4):62-66.

文章编号:1006-4354(2022)04-0062-05

陕西黄土高原日光温室冬季低温冻害风险分析

刘红¹,杨爱琴²,孙智辉²,党晓东³,刘志超²,都全胜¹,牛骋¹

(1.安塞区气象局,陕西安塞 717400;2.延安市气象局,陕西延安 716000;

3.子长市气象局,陕西子长 717300)

摘要:利用1990—2019年陕西省陕北和关中地区74个气象观测站越冬期逐日极端最低气温资料,采用数理统计等方法,研究了陕西黄土高原日光温室分布区域的不同极端最低气温的气候概率分布;选取气候概率(p)、标准差(σ)、低温冻害指数(k)3个影响日光温室的冻害因子,分析陕西黄土高原日光温室低温冻害综合风险指数。结果表明:陕北地区大部极端最低气温 $\leq -25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率小于0.2,日光温室遭受 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温冻害的可能性较小。关中地区宝鸡市麟游县,咸阳市长武县、彬州市,铜川市宜君县极端最低气温 $\leq -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率大于0.6,日光温室遭受 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温冻害的可能性较大;西安市、渭南市南部极端最低气温 $\leq -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率小于0.2,可适当发展带保温墙的塑料大棚。陕北地区榆林市大部日光温室的低温冻害综合风险为中度,延安市大部处于轻度风险区;关中地区大部日光温室的低温冻害综合风险为中度。

关键词:黄土高原;日光温室;低温冻害风险

中图分类号:S426 **文献标识码:**A

陕西为农业大省,近年来设施农业栽培逐年增加,设施农业主要分布在黄土高原,涵盖陕北和关中地区大部。当前全省设施农业种植面积为24.1万 hm^2 ,已成为主导农业产业之一。陕西地理位置独特,暴雨(雪)、冰雹、干旱、冻害、大风等灾害多发,低温冻害是影响设施农业生产的主要气象灾害之一。目前,国内外对设施农业小气候要素模拟与预测^[1-2]、设施内外气象因子变化规律^[3-6]等方面研究较多,刘金玉^[7]等对影响黄骅大棚蔬菜生长的冻害等主要气象灾害特征进行探讨,葛徽衍等^[8]就强降温对设施农业影响风险开展研究,在设施农业低温冻害的风险分析和指标评估方面已有一些成果;但对黄土高原日光温室低温冻害风险指标研究较少。为有效防御冻害,减轻设施农业经济损失,本研究对陕西黄土高原日光温室越冬期的极端最低气温气候概率分布和

低温冻害综合风险指数进行分析,为陕西省日光温室生产规划提供参考依据,更好地指导设施农业生产,促进农户增收、农业增效。

1 资料与方法

1.1 数据来源

所用资料为1990—2019年陕西省陕北和关中地区74个气象观测站越冬期(11月—次年3月)逐日极端最低气温监测数据。

1.2 研究方法

1.2.1 低温冻害指标 采用数理统计方法,根据前人研究结果^[9-14],结合当地设施农业技术员的指导和农户多年的种植经验,综合得出黄土高原地区日光温室的低温冻害指标(表1)。

1.2.2 低温冻害综合风险指数计算 极端最低气温出现的气候概率(p)为某地出现低于某一低温指标的极端低温概率。对74个气象观测站的

收稿日期:2021-10-26

作者简介:刘红(1984—),女,汉族,陕西绥德人,学士,工程师,从事农业气象预报技术研究。

基金项目:陕西省延安市气象局科研基金项目(2020M-5)

表 1 1990—2019 年陕西省黄土高原地区日光温室不同等级低温冻害指标

单位:℃

最低气温	1 级		2 级		3 级	
	陕北	关中	陕北	关中	陕北	关中
室外	[-15, -20)	[-7, -10)	[-20, -25)	[-10, -14)	≤-25	≤-14
室内	[10, 5)	[10, 5)	[5, 0)	[5, 0)	≤0	≤0

极端最低气温序列进行峰度和偏度系数检验,发现全部站点均符合正态分布。利用各站极端最低气温统计得出陕北和关中地区日光温室越冬期不同等级低温冻害指标发生的气候概率(p): $p = n/N$, n 为某地出现低于某一低温指标的极端最低气温的年数, N 为总年数。

标准差(σ)反映数据的离散程度^[9]。如果某地冬季极端最低气温的标准差大,表明最低气温的波动程度高,对设施农业的影响与危害则越大。

冬季随着外界气温的降低,日光温室内部气温随之降至蔬菜生理温度指标下限附近,对蔬菜生产造成一定危害。定义低温冻害指数(k), $k = (d/M)m$, d 为某地历年冬季出现低于某一低温指标的日数, M 为历年冬季的总日数, m 为该地历年冬季出现低于某一低温指标的年平均日数。 k 是整个越冬期出现可诱发日光温室遭受低温冻害的日最低气温的强度和频率的综合值^[9], k 越大,日光温室遭受低温冻害的风险也就越大。

将气候概率(p)、标准差(σ)、低温冻害指数(k)3个影响日光温室低温冻害的因子分别进行归一化处理,用等权重方法求平均,得到某地日光温室不同等级低温对应的低温冻害风险指数 R_1 、 R_2 、 R_3 ,对不同等级低温冻害风险指数按0.5、0.3、0.2赋予权重,采用加权平均方法得到某地日光温室低温冻害综合风险指数(R), $R = 0.5R_1 + 0.3R_2 + 0.2R_3$ 。

2 结果与分析

2.1 极端最低气温气候概率分布

当某地出现日光温室不能抵御的极端最低气温的气候概率较高时,蔬菜的生长和品质将受影响,生产成本增大,综合考虑日光温室生产实际,此地可适当减少日光温室种植。陕西黄土高原设施农业多种植茄子、黄瓜、番茄、辣椒四类蔬菜。番茄不能忍耐5℃以下的气温,短期0℃以下即

可死亡;茄子在15℃以下生长缓慢,7~8℃有遭受寒害的可能,0~1℃的条件下将受冻害;黄瓜在10℃以下生长缓慢,5℃以下有遭受寒害的可能,0℃以下将受冻死亡;辣椒在10℃以下生长缓慢^[10,12,15-17]。

分别统计陕北地区极端最低气温≤-15℃、≤-20℃、≤-25℃和关中地区极端最低气温≤-7℃、≤-10℃、≤-14℃下气候概率,结果见图1。由于陕北地区极端最低气温≤-15℃、关中地区极端最低气温≤-7℃的气候概率均大于90%,因此不做具体分析。

从图1a可见,陕北地区极端最低气温≤-25℃的气候概率仅榆林市的横山县、榆阳区高于0.2,榆林市大部的极端最低气温气候概率在0.1~0.2之间,延安市除吴起县外,其余县(区、市)的极端最低气温气候概率均小于0.1。当陕北日光温室室外最低气温≤-25℃时,室内最低气温≤0℃,日光温室内将遭受低温冻害。由于陕北地区大部极端最低气温≤-25℃的气候概率在0.2以下,日光温室内出现最低气温≤0℃的气候概率较低,日光温室内遭受0℃极端最低气温冻害的可能性较小。

从图1b可见,陕北地区大部极端最低气温≤-20℃的气候概率在0.3~0.8之间,榆林市横山县、榆阳区、定边县和延安市吴起县西北部≤-20℃的气候概率高于0.8,延安市洛川县南部、宜川县南部、黄龙县南部≤-20℃的气候概率仅在0.2以内。陕北地区南北部≤-20℃的气候概率差距较大,榆林市明显大于延安市。陕北日光温室室外最低气温≤-20℃时,室内最低气温≤5℃,根据蔬菜生长发育对温度的基本要求^[10,12,15-17],温室内茄子、番茄、黄瓜生长将受到影响,考虑到蔬菜种植效益的最大化,榆林市横山县、榆阳区、定边县,延安市吴起县西北部不太适

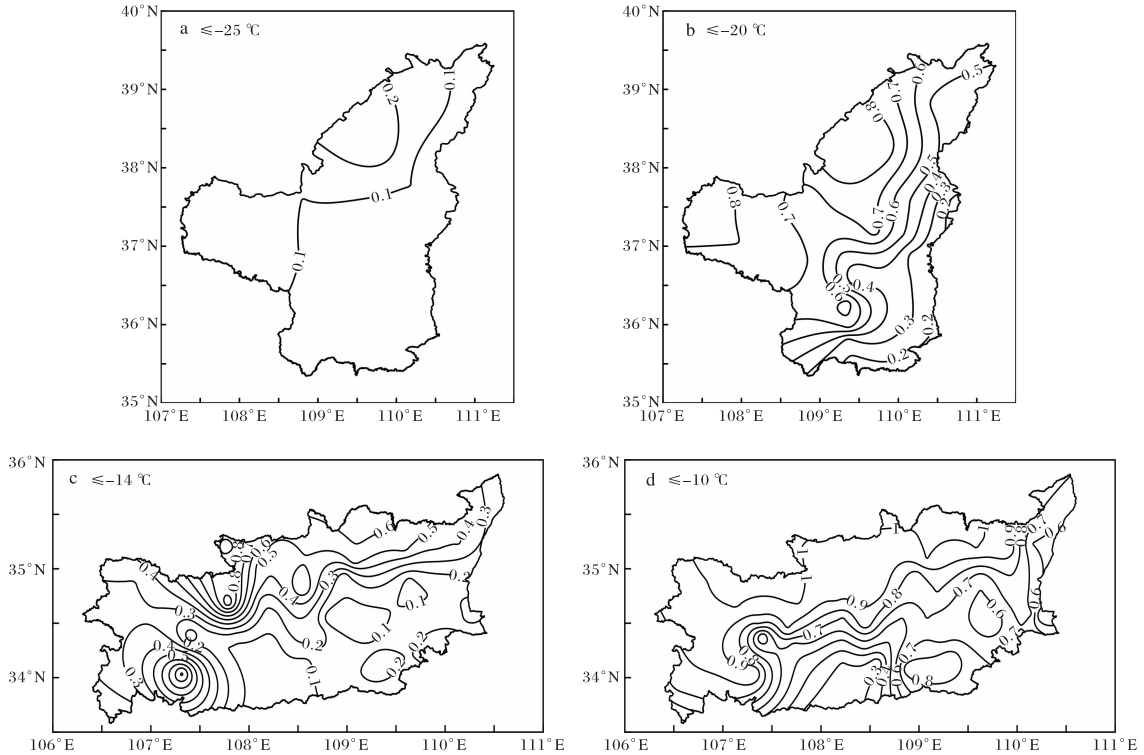


图1 1990—2019年陕西省陕北(a、b)关中(c、d)地区日光温室越冬期不同等级低温概率分布

宜种植茄子、番茄、黄瓜。日光温室外极端最低气温 $\leq -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,要及时采取加盖保温被、温室内增温等措施,提高温室温度,保证蔬菜正常生长。

从图1c可见,关中地区大部极端最低气温 $\leq -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率在0.1~0.5之间,北部大于南部。宝鸡市麟游县,咸阳市长武县、彬州市,铜川市宜君县 $\leq -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率高于0.6;西安市、渭南市南部 $\leq -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率小于0.2;位于关中西南部的宝鸡市太白县 $\leq -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率大于0.4,明显高于关中南部其他地区。日光温室室外最低气温 $\leq -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,室内最低气温 $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$,温室内蔬菜遭受 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温冻害的可能性较大,宝鸡市麟游县,咸阳市长武县、彬州市,铜川市宜君县 $\leq -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率较高,不太适宜发展日光温室。考虑到生产成本,西安市、渭南市南部可适当发展带保温墙的塑料大棚,同时做好日常保温防护。

从图1d可见,关中地区大部极端最低气温 $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率在0.6~1.0之间,宝鸡市东北部、咸阳市西北部、铜川市大部、渭南市西北部 $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率为1.0,西安市西部 \leq

$-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率仅为0.3,南北气候概率最大相差0.7,关中南北气候差异较大。日光温室室外最低气温 $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,室内最低气温 $\leq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,宝鸡市东北部、咸阳市西北部、铜川市大部、渭南市西北部 $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率过高,不太适宜种植茄子、番茄、黄瓜。关中地区冬季备好保温材料,日光温室外极端最低气温 $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,采取有效措施提升日光温室保温能力。

2.2 低温冻害综合风险评估

计算陕西黄土高原地区的低温冻害综合风险指数 R ,并分别对陕北和关中地区的低温冻害综合风险指数分布(见图2)进行分析。将各地的 R 从小到大进行排序,结合实地调查和设施农业技术员的指导和种植户多年的种植经验,并结合典型年调查验证的方法,将 R 划分为5个区间,得到陕西黄土高原日光温室越冬期遭受低温冻害的综合风险指数等级(表2)。

由图2和表2可知,对于陕北地区,随着纬度的升高,日光温室的低温冻害综合风险指数逐渐增大。榆林市大部日光温室的低温冻害综合风险指数在0.3~0.5之间,处于中度风险区,仅吴堡

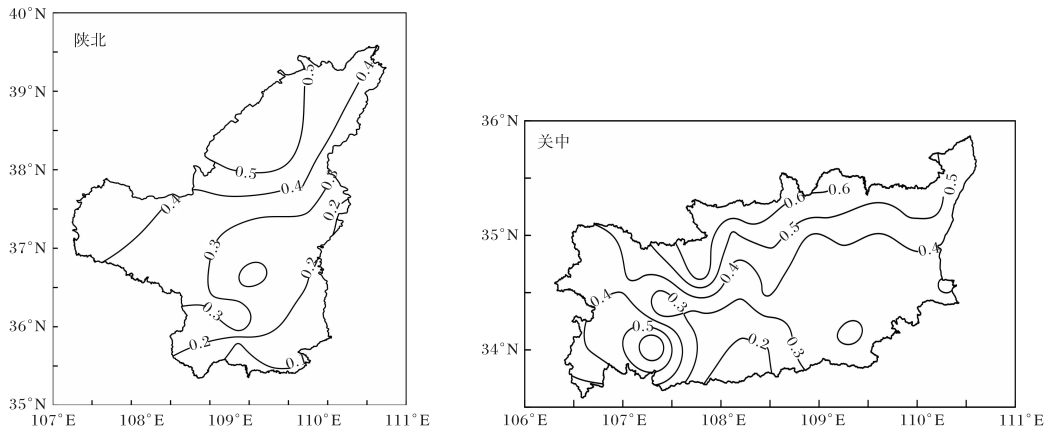


图2 1990—2019年陕西省陕北地区(a)、关中地区(b)日光温室越冬期低温冻害综合风险分布

表2 1990—2019年陕西省黄土高原日光温室越冬期低温冻害综合风险指数等级

风险等级	无	轻微	中度	重度	特重
风险指数	$R < 0.10$	$0.10 \leq R < 0.30$	$0.30 \leq R < 0.60$	$0.60 \leq R < 0.80$	$R \geq 0.80$

县、绥德县、清涧县为轻度风险区;延安市大部处于轻度风险区,吴起县、志丹县、甘泉县、安塞区西北部、子长市北部处于中度风险区,黄陵东部、洛川南部、黄龙南部低温冻害的综合风险指数基本在0.1以下。

关中地区大部日光温室的低温冻害综合风险为中度;宝鸡市眉县,西安市周至县、户县,咸阳市武功县、兴平市处于轻度风险区;宝鸡市麟游县,咸阳市长武县、彬州市、旬邑县,铜川市宜君县为重度风险区,不适宜发展日光温室,与实际生产基本相符。西安市西部综合风险指数在0.2以下,低温冻害风险较低,可适当发展带保温墙的塑料大棚。虽关中地区北部低温冻害风险高于南部,但西南部的宝鸡市太白县低温冻害的综合风险指数大于0.5,明显高于相邻地区,太白的特殊地形对风险指数影响较大。

3 结论和讨论

(1)陕北地区大部极端最低气温 $\leq -25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率小于0.2,日光温室遭受 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温冻害的可能性较小;极端最低气温 $\leq -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率在0.3~0.8之间。陕北地区榆林市大部日光温室的低温冻害综合风险为中度,延安市大部处于轻度风险区。

(2)关中地区宝鸡市麟游县,咸阳市长武县、彬州市,铜川市宜君县极端最低气温 $\leq -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的

气候概率大于0.6,日光温室遭受 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温冻害的可能性较大;关中地区大部极端最低气温 $\leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气候概率在0.6~1.0之间。关中地区大部日光温室的低温冻害综合风险为中度。

(3)本研究仅对日光温室越冬期低温冻害风险进行了分析,黄土高原地区塑料大棚也占一定比例,由于日光温室与塑料大棚的构造、建造材质、保温被选择等有明显不同,两者抵御低温冻害的能力和效果不尽相同。后期,可就塑料大棚低温冻害风险进行研究,以期得到陕西黄土高原不同设施农业类型低温冻害风险指数,更好地服务设施农业生产。

参考文献:

- [1] 薛晓萍,李鸿怡,李楠,等.日光温室小气候预报技术研究[J].中国农学通报,2012,28(29):195-202.
- [2] 刘克长,任中兴,张继祥,等.山东日光温室温光性能的实验研究[J].中国农业气象,1999,20(4):34-37.
- [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):126-128.
- [4] 严彩虹,周龙,唐震,等.莫索垦区冬枣大棚温度特征变化及日最低气温预报研究[J].浙江农业科学,2018,59(3):445-448.
- [5] 范辽生,朱兰娟,柴伟国,等.杭州冬季塑料大棚内

- 气温变化特征及日最低气温预报模型[J]. 中国农业气象, 2014, 35(3): 268-275.
- [6] 舒素芳, 蔡敏, 刘新华, 等. 大棚蔬菜最低气温预报及冻害防御技术[J]. 气象科技, 2015, 43(1): 133-137.
- [7] 刘金玉, 孙爱良, 董航宇. 黄骅大棚蔬菜主要气象灾害特征[J]. 陕西气象, 2013(6): 31-34.
- [8] 葛徽衍, 张永红, 韩蓓蓓等. 强降温对设施农业影响风险研究[J]. 陕西气象, 2019(2): 43-47.
- [9] 李德, 杨泰明, 刘瑞娜, 等. 安徽省设施农业冬季低温风险分析和区划[J]. 中国农业气象, 2013, 34(6): 703-709.
- [10] 孙智辉, 李宏群, 郑小阳. 延安日光温室冬季低温冻害天气分析与预报[J]. 中国农业气象, 2005, 26(3): 197-199.
- [11] 刘璐, 梁轶, 柏秦枫, 等. 基于 GIS 技术的陕西省设施农业越冬期低温冻害精细化风险区划: 以泾阳县为例[J]. 中国农学通报, 2012, 28(8): 302-305.
- [12] 李美荣, 刘映宁, 赵军, 等. 陕西省关中地区大棚蔬菜低温冻害预报服务方法[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(5): 204-208.
- [13] 李美荣, 李化龙, 柏秦枫, 等. 基于县域单元的陕西日光温室蔬菜冻害风险特征及加温类型[J]. 中国农学通报, 2010, 26(23): 318-324.
- [14] 李美荣, 郭建平, 许建平, 等. 设施蔬菜越冬期极端低温的分布及重现特征: 以关中、陕北地区为例[J]. 干旱区资源与环境, 2013, 27(5): 169-173.
- [15] 信志红, 徐长芹. 日光温室内低温危害气象指标研究[J]. 现代农业科技, 2012(13): 252-253.
- [16] 乌兰, 党志成. 农牧业气象服务与管理[M]. 北京: 气象出版社, 2018: 344-354.
- [17] 李德. 温棚蔬菜栽培实用气象技术[M]. 北京: 气象出版社, 2008: 1-6.