

公主岭市温室蔬菜冻害监测分析及其灾害指标初探

张索铁¹, 庞义¹, 丁志勇¹, 马树庆², 郭维³

(1. 吉林省公主岭市气象局, 吉林公主岭 136100; 2. 吉林省气象局, 吉林长春 130062; 3. 吉林省气象局, 吉林长春 130062)

摘要 通过对2011~2012年冬季公主岭地区发生的日光温室蔬菜(西红柿和青椒)冻害的监测和分析, 认为公主岭地区温室蔬菜冻害分为寒潮强低温和持续低温寡照2种类型, 初步建立当地温室西红柿和青椒冻害温度指标, 这些指标为冬季温室蔬菜低温冻害的预报及防御提供了科学依据。

关键词 日光温室; 低温冻害; 冻害指标; 公主岭地区

中图分类号 S166 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)30-12093-02

Monitoring Analysis of Frost Damage of Greenhouse Vegetable and the Investigation of the Disaster Index in Gongzhuling City

ZHANG Suo-tie et al. (Gongzhuling City Meteorology Bureau, Gongzhuling, Jilin 136100)

Abstract Based on the monitoring and analysis of frost damage of greenhouse vegetables (tomatoes, green peppers) during 2011-2012 winter, greenhouse vegetables cold injury in Gongzhuling area is divided into two types, one is strong cold wave cooling, and second is continuous low temperature and less sunlight. The cold temperature indicators of tomato and green pepper in greenhouse were developed preliminary. The indicators provide a scientific basis for prediction and prevention of low temperature cold of greenhouse vegetable over-wintering stage.

Key words Solar greenhouse; Low temperature freezing injury; Cold injury index; Gongzhuling area

公主岭市位于东北地区的中部, 当地蔬菜温室一般分不加温日光塑料棚温室和人工辅助加温塑料棚温室两类。温室为东西走向, 钢筋骨架塑料棚室, 温室大小不等, 长90~150 m, 宽10~15 m, 棚顶高3 m左右。两类温室的后墙均为砖墙, 外培黄土和秸秆, 厚度约2~3 m; 棚顶为单层塑料膜, 膜上铺设棉被, 电动收卷和覆盖; 棚内设有有人工滴灌系统。温室内多种植西红柿、青椒、茄子等蔬菜, 11月初~翌年3月为越冬期, 11月~翌年1月为冬季结果期。由于冬季时间长气温低, 当地经常发生温室蔬菜冻害, 损失严重, 给温室蔬菜生产带来较大风险。要减轻冻害风险, 提高越冬蔬菜生产效益, 除了改善温室保温性能外, 还要掌握温室蔬菜低温冻害指标, 做好低温的预报和防御工作。为此, 近年在公主岭市郊区的不加温日光温室内和加温温室内开展温度、湿度等气象要素观测, 同时监测西红柿、青椒等蔬菜的生长情况。笔者通过对近2年温室蔬菜冻害调查分析, 初步建立当地温室西红柿冻和青椒冻害的温度指标。

1 资料与方法

所选资料包括2011~2012年公主岭市冬季逐日平气温、最低气温资料, 同期日光温室、加温温室内逐日最低气温资料, 以及两类温室蔬菜生长状况和冻害监测资料。在公主岭市郊区的不加温日光温室内和暖气辅助加温温室内分别设立小气候自动观测系统, 开展温度、湿度等温室内气象要素观测, 同时监测西红柿、青椒等蔬菜的生长和冻害情况。采用统计分析方法对近2年冬季发生的日光温室蔬菜冻害进行调查和比较分析, 初步建立当地温室西红柿、青椒冻害的温度指标。

2 温室蔬菜冻害气象条件分析

2.1 冻害情况 2011年12月~2012年12月, 公主岭市多数日光温室蔬菜(西红柿、青椒)发生5次较严重的低温、寡照天气, 导致不同程度的蔬菜冻害(表1)。2011年12月22~24日出现3 d寒潮降温天气, 室外最低气温降至-20℃左右。2012年11月11~16日, 公主岭市连续6 d阴和降雪天气, 温室内无日照, 持续低温, 导致西红柿冻害率达100%, 减产7~9成, 每栋温室经济损失上万元; 加温型温室青椒也产生不同程度的冻害, 影响产量和品质, 青椒生育期推迟10~15 d; 温室内西红柿、青椒受冻后植株呈褐色、萎蔫, 果实失去光泽, 几天后脱落、腐烂, 严重的植株数日后死亡。2012年12月2~3、9~10和13~14日出现3次寒潮降温天气, 日光温室内最低气温降至0℃以下, 不加温日光温室内的喜温瓜果类蔬菜(西红柿、青椒、茄子等)受害率接近100%, 落花落果、植株萎蔫, 部分植株数日后死亡; 叶类蔬菜植株萎蔫, 且不能回复。每次寒潮冻害, 大中型日光温室经济损失数千元, 有加温的温室及时加大供暖的基本没有受害; 常规供暖的有轻度冻害, 蔬菜暂停生长, 温室周边的蔬菜部分叶片出现萎蔫。

2.2 低温冻害气象条件 2011年12月22~24日是寒潮降温, 日照充足, 由于低温时间短, 光照足, 室内温度并不很低, 因此蔬菜冻害并不重, 而2012年11月连续6 d阴和降雪天气, 无日照, 尽管室外温度不低, 但冻害严重, 说明两者属于不同种类的冻害。2012年11月, 公主岭地区降雪日数及降雪量均为特多, 月降水量为44.3 mm, 比历年同期多300%; 且降雪日数多, 造成日照时数少于历年平均值22%, 月日照时数139.6 h; 11月平均气温-3.7℃, 比历年同期低1.0℃, 当月并没有出现降温幅度8.0℃以上的强寒潮强降温过程, 11~16日室外气温并不低(表1~2), 但连续6 d出现寡照, 连续3 d降雪, 棚内无光照增加热量, 造成温室内最低气温连续6 d低于5.3℃, 是11月份公主岭地区设施农业温室蔬菜

基金项目 吉林省气象局科研项目“公主岭市设施农业温度预报模型建立及低温冻害指标研究”; 公益性行业(气象)研究专项(GYHY201206024)。

作者简介 张索铁(1979-), 女, 吉林公主岭人, 工程师, 从事设施农业气象研究与业务。

收稿日期 2013-09-23

冻害的主要原因。2012 年 12 月出现持续低温,极端最低气温达 $-27.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,月平均气温为 $-16.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,居历史同期低温的第 2 位;月内最低气温低于 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数达 20 d,棚内气温低

于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (表 1)。12 月 2~3、9~10、13~14 日出现 3 次寒潮强降温天气过程,不加温温室无法正常蔬菜生产,加温温室蔬菜生长也受到严重影响,有的停止生长。

表 1 2011~2012 年公主岭市温室蔬菜冻害室内外气象数据及冻害情况对比

寒潮降温过程	日期	室外日最低气温// $^{\circ}\text{C}$	室外日照时数//h	不加温室内最低气温// $^{\circ}\text{C}$	加温室最低气温// $^{\circ}\text{C}$	不加温温室蔬菜冻害情况	加温温室冻害情况
2011 年 12 月 22~24 日	22	-19.9	3.9	4.7		轻度或中度低温冻害,温室周边植株叶片萎焉,少数植株落花落果	无冻害
	23	-18.0	2.6	4.5			
	24	-24.4	1.3	2.8			
2012 年 11 月 11~16 日	11	2.0	0	5.3	8.8	重度低温冻害。西红柿果实冻伤落地,减产 8~9 成,西红柿、青椒叶片萎焉,少数植株数日内死亡。叶类菜植株萎焉	轻度冻害,无明显伤害。喜温蔬菜暂停生长
	12	-3.7	0	2.7	8.6		
	13	-7.0	0	1.2	8.9		
	14	-4.3	0	2.3	10.5		
	15	-2.5	0.6	2.9	11.0		
2012 年 12 月 2~3 日	2	-10.5	4.0	2.1	11.2	中度低温冻害。蔬菜部分落花落果,萎焉	无冻害
	3	-17.7	1.5	-1.6	9.9		
2012 年 12 月 9~10 日	9	-19.1	0	-3.1	8.8	重度冻害。蔬菜落花落果,叶片萎焉;叶类菜植株萎焉	轻度冻害,棚边角处蔬菜叶片萎焉。
	10	-27.6	7.8	-4.1	8.9		
2012 年 12 月 13~14 日	13	-11.7	2.0	-3.0	9.3	重度冻害。蔬菜落果,枝叶萎焉;叶类菜植株萎焉	基本无冻害
	14	-19.3	6.9	-4.0	9.6		

表 2 公主岭市温室西红柿和青椒冻害期间外界气象条件及受害程度

时间	月降雪量	月平均气温	月日照时数	极端最低	最低气温低于	寒潮降温	连续 3 d 以上无	冻害发生程度	
	mm	$^{\circ}\text{C}$	h	气温// $^{\circ}\text{C}$	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数//d	过程	日照日数//d	加温型	不加温
2011 年 11 月	12.1	-1.3	208.5	-18.6		无	无	无	无
2011 年 12 月	0.1	-12.7	224.8	-25.4	10	无	无	无	轻
2012 年 11 月	44.3	-3.7	139.6	-18.8	无	无	连续 6 d	轻	重
2012 年 12 月	8.6	-16.0	174.7	-27.6	20	3 次	无	轻	重

3 低温冻害指标

相关研究表明,西红柿是喜温作物,幼苗期最适宜温度为 $20\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下停止生长,当气温持续徘徊在 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时叶片就会叶缘失绿,温度 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下时,花青素增加使叶片显示紫红色并萎焉,产生冷害;较长时间处于 $1\sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境条件下,植株会受冻致死^[1-4]。田平等低温胁迫试验表明,在开花结果期进行 $5、3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 低温处理,西红柿单株产量分别减少 3 和 6 成,温度越低,产量构成减少越显著^[5]。该研究的观测资料表明,温室蔬菜冻害发生与日照时间、低温强度、持续时间及防御措施是否适时得当有关。寒潮降温是晴冷型冻害的主要原因,而阴雪寡照是持续型低温冻害的主要原因。根据公主岭地区冬季气温偏低的气候特点,通过近几年西红柿、青椒开花结果期出现的低温寡照冻害灾害情况和气象条件对比分析,结合相关研究成果,初步总结公主岭市塑料温室西红柿、青椒开花结果期低温冻害指标为:①寒潮强低温型,轻度、中度、重度冻害的指标分别是温室日最低气温 $3.1\sim 5.0、1.0\sim 3.0、<1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。②持续低温寡照型,轻度冻害的指标是温室内日最低气温连续 4 d 以上 $6\sim 7\text{ }^{\circ}\text{C}$,或连续 3 d 以上 $5\sim 6\text{ }^{\circ}\text{C}$;中度冻害是温室内日最低气温连续 4 d 以上 $4\sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$,或连续 3 d $3\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$;重度冻害是温室内日最低气温连续 4 d 以上 $<4\text{ }^{\circ}\text{C}$,或连续 3 d 以上 $<3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。轻、中、重度冻害对应的受害株率大致分别为 $10\%\sim 30\%、31\%\sim 60\%$ 和 61% 以上。根据温室内外最低温度回归模式及经验,确定气

象台发布寒潮强低温型温室蔬菜(西红柿、茄子和青椒)不同冻害等级的气象预报指标(表 3)。人工暖气辅助加温塑料温室的寒潮强低温型的室外最低温度预警各项指标应比表 3 的温度低 $5\sim 7\text{ }^{\circ}\text{C}$,即在持续暖气加温的条件下,室外最低气温 $-27、-25$ 和 $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右分别发布加温温室重度、中度和轻度冻害预警比较适宜。持续低温寡照型低温冻害外界最低气温预警指标应考虑到阴雪天气过程,因该研究资料不足,不便总结,有待进一步深入监测和试验研究,但可初步认为,阴天或降雪导致无日照持续 3 d 以上,且室外日最低气温均低于 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$,发布冻害预警是较适宜的。

表 3 不同冻害等级、不同天气条件下的室外最低气温预警指标

天气条件	重度冻害	中度冻害	轻度冻害
晴天	< -22	$-20\sim -22$	$-18\sim -20$
多云	< -20	$-18\sim -20$	$-17\sim -18$
阴天	< -18	$-16\sim -18$	$-15\sim -16$

4 总结与讨论

(1)公主岭地区温室蔬菜冻害分为寒潮强低温型和持续低温寡照型 2 种类型。根据灾害调查和气象监测分析,初步确定了 2 种低温冻害的温室内低温指标和外界低温预警指标。根据这些指标,气象部门可以开展低温冻害的监测和预

(下转第 12117 页)

表 1 两种分析方法的不同处

分析方法	取样量 ml	消解装置	氧化剂重铬酸钾的	氧化剂重铬酸钾	催化剂硫酸银体积	消解时间	回滴用硫酸亚铁铵浓度
			浓度//mol/L	的体积//ml	ml	min	mol/L
回流法	20	全玻回流装置	0.025	10	30	120	0.010
微波消解法	5	微波炉	0.100	5	5	20	0.021

其他成分不变的情况下,悬浮物的含量越高,COD_{Cr}的测定值也随之增高。此外,悬浮物含量越高的点位,3种取样方式下,同一水样 COD_{Cr}测定值的差距也越大。

表 2 悬浮物和 COD_{Cr}关系 mg/L

水样编号	原水样		沉降 30 min 后水样		上清液中 COD _{Cr}
	悬浮物	COD _{Cr}	悬浮物	COD _{Cr}	
1	162	23	55	15	7
2	141	26	85	18	6
3	185	28	82	16	8
4	140	25	82	16	6
5	185	23	55	17	7
6	104	18	93	15	6
7	452	38	146	18	12
8	439	41	83	20	9
9	463	39	101	19	10
10	504	38	298	21	11
11	414	37	169	20	8
12	592	34	195	20	9

3 结论

(1)对于高悬浮物低浓度 COD_{Cr}水样的测定,回流法和

(上接第 12094 页)

警,以指导灾害防御,减轻气象灾害对越冬蔬菜生产的影响。但这些指标是通过近几年几次低温冻害的监测和总结获得的,还不够稳定可靠,将在今后的试验和生产实践中总结和完善的。

(2)北方冷凉地区冬季反季节蔬菜生产,防御低温冻害是关键。一是应加强温室蔬菜生产气象监测,掌握低温冻害的天气特征,积极开展设施农业温室蔬菜生产气象预报预警服务。二是做好温室防寒保暖工作。在冬季寒冷、雪日多、日照少的年份,当地冬季用不加温温室生产喜温蔬菜很不安全,即使采取严密的防寒措施,冬季遭受严重低温冻害的风险性也很大,不易安全越冬,会导致严重经济损失,因此当地冬季 1~2 月不宜用日光温室生产喜温蔬菜,可以栽培一些耐寒的北方叶类蔬菜。如果要在严冬季节生产黄瓜、茄子、

微波消解法两种方法之间有显著性差异,微波消解法测定的值高于回流法,应按《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)要求采用经典的重铬酸盐回流滴定法。

(2)对于泥沙含量较高的黄河地表水样,在水样中其他成分不变的情况下,悬浮物的含量越高,COD_{Cr}的测定值也随着增高。

(3)在目前我国地表水因受水土流失的影响,水中悬浮物含量普遍较高的情况下,为了排除悬浮物的干扰,地表水现场采样时,将水样混匀,然后自然沉降 30 min,虹吸法取上层非沉降部分,吸取时吸管进水嘴插至水样表层 5 cm 位置,以减少悬浮物取样不均匀造成的误差,更为合理地反映水体受还原性物质污染的程度。

参考文献

- [1] 国家环境编号总局水和废水监测分析方法编委. 水和废水监测分析方法[M]. 第四版增补版. 北京:中国环境科学出版社,2002:210-213.
- [2] 中国环境监测总站《环境水质监测质量保证手册》编写组. 环境水质监测质量保证手册[M]. 2版. 北京:化学工业出版社,1994:263-264.
- [3] 冯灵芝,俞芬芬. 微波消解法与回流法测定 COD 的比较试验[J]. 上海环境科学,2010,29(3):137-138.

西红柿和青椒等果类喜温蔬菜,应具备人工辅助加温设备,切实加强低温冻害的防控措施。

参考文献

- [1] 吴国兴. 黄瓜保护地栽培[M]. 北京:金盾出版社,2002.
- [2] 孙秋良,王贤. 蔬菜冬季栽培新技术[M]. 北京:科学技术文献出版社,1997.
- [3] 王富,许向阳. 塑料大棚和日光温室番茄栽培[M]. 北京:中国农业出版社,1999.
- [4] 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):204-207.
- [5] 田平,李健凌,段世萍,等. 梯度低温对开花结果期番茄的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(11):6374-6377.
- [6] 祝旭东,刘景云. 合理施肥对日光温室春茬黄瓜生育及产量的影响[J]. 园艺与种苗,2011(1):32-36.
- [7] 苏琴. 节能日光温室蔬菜冬季施肥技术[J]. 内蒙古农业科技,2012(1):67.
- [8] 米国全,程志芳,赵肖斌,等. 水氮耦合对日光温室番茄产量和土壤水、氮利用率的影响[J]. 华北农学报,2013(4):174-178.