

# 天津市西青区日光温室农业气象灾害分析

李 宁<sup>1</sup>, 李 春<sup>2</sup>, 韩 玥<sup>1</sup>, 于 红<sup>3</sup>, 刘志杰<sup>1</sup>, 王 静<sup>1</sup>

(1. 天津市西青区气象局, 天津 300380; 2. 天津市气候中心, 天津 300000; 3. 天津市武清区气象局, 天津 301700)

**摘 要:**近年来设施农业发展迅速,成为农业种植业中效益较高的产业,随着城镇化的不断发展,西青区农业生产主要以设施农业为主。该研究利用 1971—2015 年西青区气象观测站冬季(12 月至翌年 2 月)的逐日气象资料,以线性倾向估计计算特征量变化趋势的方法,对该区日光温室农业气象灾害特征进行了分析。结果表明:西青区发生低温灾害以轻度低温灾害为主,近 45 年间发生低温灾害的次数整体呈减小的趋势;寡照日和总连阴天次数呈显著上升的趋势,2001—2010 年重度连阴天灾害发生次数增长至 8 次;低温寡照灾害以轻度为主,灾害发生次数总数呈缓慢上升的趋势;大风灾害以轻度灾害为主,且总发生次数呈先减后增的趋势,近 5 年内发生总的大风灾害次数为 82 次。

**关键词:**设施农业;农业气象灾害;天津西青区

**中图分类号:**S 162.4<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)12-0051-04

设施农业是在环境相对可控的条件下,采用工程技术的手段,进行高效生产的一种现代农业方式。设施农业的发展,极大的调节了作物生长的温热小气候环境,保证了日常蔬菜作物的反季节生长安全。近年来,西青区现代都市型农业主要围绕蔬菜、花卉、食用菌、果品种植、畜禽养殖、水产养殖等主导产业发展迅速,农业设施化、园区化、产业化水平不断提高,农业产业化快速发展。各类设施农业面积 0.68 万  $\text{hm}^2$ ,其中种植业设施 0.646 万  $\text{hm}^2$ ,养殖业设施 473.33  $\text{hm}^2$ 。然而,随着全球气候变暖,极端气候事件增多,气象灾害对设施农业造成的损失越来越大。魏瑞江等<sup>[1-2]</sup>根据河北省日光温室试验资料及各地历年低温寡照对蔬菜的影响程度,确定了其灾害等级指标。李春等<sup>[3-4]</sup>对天津市日光温室蔬菜的气候资源进行了比较分析,杨再强等<sup>[5]</sup>结合设施农业寡照灾害指标,统计分析了江苏省寡照气象灾害发生的变化特征。以往研究多是根据数据确定该区域内的气象灾害指标灾害变化特征情况,但由于区域变化性较大,且西青处于天津市近郊区,气候资源与气象灾害变化受“城市热岛”影响较大,因此,为了设施农业安全生产的需要,分析该区域内反季节

生产过程中各种设施农业气象灾害发生的变化规律及特点,掌握气象灾害对设施作物造成的灾损情况,对西青区设施农业安全生产、发展规划以及防灾减灾提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

研究气象数据来源于天津市西青区气象观测站 1971—2015 年冬季(12 月至翌年 2 月)的逐日气象观测资料,其中包括平均气温、最低气温、日照时数等。其中,极大风速的数据来源于天津市西青区气象观测站 1981—2015 年冬季(12 月至翌年 2 月)的逐日气象观测资料。

### 1.2 研究方法

天津市日光温室发生的主要气象灾害中最常见的为低温、连阴天、低温寡照、大风等,这些气象灾害均在一定程度上影响了设施农业的生产<sup>[6-8]</sup>。该研究采用上述 4 种设施农业气象灾害指标为研究对象,其标准及发生程度参照表 1<sup>[1-4,9]</sup>。以 10 年或者 5 年为一个年份周期进行分析,包括 1971—1980、1981—1990、1991—2000、2001—2010、2010—2015 等 5 个周期。对低温、连阴天、低温寡照气象灾害进行分别筛选统计;大风灾害从 1981 年开始,分为 4 个周期进行筛选统计。要素的趋势分析采用线性倾向估计计算特征量的变化趋势法进行分析<sup>[10]</sup>。

**第一作者简介:**李宁(1986-),女,河北任丘人,硕士,工程师,现主要从事农业气象研究等工作。E-mail:meggie\_lee@163.com.  
**收稿日期:**2017-02-22

表 1

设施农业气象灾害指标

Table 1

Meteorological disasters standard of facility agriculture

灾害类型 Disaster types	轻度灾害 Mild disasters	中度灾害 Medium disasters	重度灾害 Severe disasters
低温 Cold damage	$-12\text{ }^{\circ}\text{C} \geq T_{\min} > -15\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-15\text{ }^{\circ}\text{C} \geq T_{\min} > -18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\min} \leq -18\text{ }^{\circ}\text{C}$
连阴天 Few sunlight	$SH(\leq 3\text{ h}) = 2\text{ d}$	$3\text{ d} \leq SH(\leq 3\text{ h}) \leq 4\text{ d}$	$SH(\leq 3\text{ h}) \geq 5\text{ d}$
低温寡照 Low temperature and sparse sunlight	连续 3 d 无日照,或连续 4 d 中有 3 d 无日照,另一天日照小于 3 h; $T_{\min} \leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$	连续 4~7 d 无日照,或逐日日照时数小于 3 h 连续 7 d 以上; $T_{\min} \leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$	连续无日照日数大于 7 d,或逐日日照时数小于 3 h 连续 10 d 以上; $T_{\min} \leq -10\text{ }^{\circ}\text{C}$
大风 Gale	$17\text{ m} \cdot \text{s}^{-1} > V_{\max} \geq 12\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$24\text{ m} \cdot \text{s}^{-1} > V_{\max} \geq 17\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$V_{\max} \geq 24\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

注:  $T_{\min}$  为日最低气温,  $SH(\leq 3\text{ h})$  为连续日照时数小于 3 h 的天数,  $V_{\max}$  为日极大风速。

Note:  $T_{\min}$  means daily minimum temperature,  $SH(\leq 3\text{ h})$  means the days of sunlight less than three hours,  $V_{\max}$  means daily maximum wind speed.

## 2 结果与分析

### 2.1 日光温室中低温气象灾害的变化

低温天气是冬季日光温室实际生产中最主要的灾害性天气,从表 2 可以看出,1971—2015 年平均最低气温及极端最低气温均呈逐渐升高的趋势;从持续低温发生的次数来看,从 1991 年开始,持续低温

发生的次数明显降低,但是最长低温持续时间没有明显变化,说明虽然发生持续低温的次数随着全球变暖的趋势逐渐降低,但是持续低温的灾害程度并没有降低,而持续低温不仅影响温室内作物的生长发育,严重时导致作物减产,甚至死亡。

表 2

西青区日光温室持续低温灾害指标的变化

Table 2

Change of sustained low temperature disasters of solar greenhouse in Xiqing

年份周期 Time period	平均最低值 Average minimum temperate/ $^{\circ}\text{C}$	极端最低值 Extreme minimum temperature/ $^{\circ}\text{C}$	持续低温次数 Continuous low temperature number/次	最长持续时间 Longest continuous days/d
1971—1980	-7.9	-20.2	25	9
1981—1990	-7.2	-20.5	24	8
1991—2000	-5.9	-16.3	8	4
2001—2010	-5.6	-18.1	7	7
2010—2015	-6.0	-16.4	4	5

从表 3 可以看出,西青区发生的低温灾害以轻度低温灾害为主,占总低温灾害次数的 80% 左右,且随着时间的推移,发生低温灾害的次数总体呈现减小的趋势,其中轻度低温灾害减少明显,由 1971—1980 年的 110 次减少到 2001—2010 年的 22 次,这一变化趋势对设施农业生产是有利的。

此外,自 1990 年以来低温灾害变化趋于平缓,且中度和重度低温灾害发生次数有略显回升的趋

势,从这一趋势看,虽然近 45 年最低气温呈增加趋势且总低温灾害发生次数呈现减小趋势,温度资源变化较有利。但 2001—2010 年发生轻度灾害的次数同 1991—2000 年发生的次数一样,但中度和重度发生的次数均增加了 1 次。说明极端天气发生频次略有回升潜势,这在一定程度上增加了设施农业生产的风险。

表 3

西青区日光温室低温灾害指标发生程度的变化

Table 3

Change of low temperature disasters of solar greenhouse in Xiqing

次

年份周期 Time period	轻度灾害 Mild disasters	中度灾害 Medium disasters	重度灾害 Severe disasters	总低温次数 Total low temperature disasters
1971—1980	110	22	4	136
1981—1990	80	16	2	98
1991—2000	22	6	0	28
2001—2010	22	7	1	30
2010—2015	15	3	0	18
总数 Total number of times	249	54	7	310

### 2.2 日光温室中连阴天气象灾害的变化

寡照是北方地区设施农业冬季生产过程中常发生的气象灾害,是指日照时数小于 3 h 的天气现象,而连续 2 d 及以上的寡照天气被称为连阴天,连阴天

对温室内作物生长有着致命的灾害,它不仅会导致温室内因为没有能量来源而产生低温冷害,作物也会因为得不到光照致使光合能力下降从而产生生理障碍<sup>[11]</sup>。

从表 4 可以看出,西青区日光温室冬季生产过程中发生的寡照日数和总连阴天数呈显著上升的趋势,连阴天灾害发生次数由 1971—1980 年的 35 次增加至 2001—2010 年的 57 次,增加了将近一倍,其中轻度灾害从 1981 年开始明显增加,中度灾害从 1991 年开始明显增加,而重度灾害从 2010 年开始明显增

加,2010—2015 年重度灾害发生的次数为 2001—2010 年的 75%,从 45 年统计数据来看,自 2001 年以来,连阴天灾害最长持续时间明显增加,最长持续时间高达 12 d,这一变化趋势说明发生重度连阴天灾害的概率逐渐增加,这对设施农业作物的危害是巨大的。

表 4 西青区日光温室连阴天灾害指标及发生程度的变化

Table 4 Change of low temperature disasters of solar greenhouse in Xiqing

年份周期 Time period	寡照日数 Sparse sunlight days/d	总连阴天次数 Total few sunlight disasters/次	轻度灾害 Mild disasters/次	中度灾害 Medium disasters/次	重度灾害 Severe disasters/次	最长持续时间 Longest continuous days/d
1971—1980	168	35	20	12	3	8
1981—1990	193	43	31	10	2	6
1991—2000	218	50	22	25	3	8
2001—2010	260	57	22	27	8	12
2010—2015	129	34	15	13	6	6

从对寡照日数的变化分析上来看,正常日照日数的逐渐减少主要表现在连阴天的增多,而连阴天恰恰能够对设施农业生产造成危害。随着城市化进程的加快,西青区作为天津市近郊区发生雾霾天气的次数明显增加,从而造成了日照条件差,导致连阴天灾害逐渐增加。

### 2.3 日光温室中低温寡照气象灾害的变化

低温寡照是冬季设施农业生产过程中常见的复合型气象灾害。光照是作物进行光合作用不可缺少的条件之一,外界日照条件又制约着温室内的温度,

只有太阳能的不断补给,温室内才能达到一定的温度。较长时间的低温寡照,温室内作物正常生长所需的光温条件得不到满足,导致其生理上发生突变,同时易引起一些病害的发生<sup>[12]</sup>。

从表 5 可以看出,西青区日光温室冬季生产过程中发生低温寡照灾害的次数较少,其中以轻度低温寡照灾害为主。低温寡照灾害发生次数总体呈缓慢上升的趋势,主要表现在轻度灾害变化趋势较平缓,而中度灾害略有增加的潜势,说明低温寡照灾害的危害程度有逐渐增大的趋势。

表 5 西青区日光温室低温寡照灾害发生次数与程度的变化

Table 5 Change of low temperature and sparse sunlight disasters of solar greenhouse in Xiqing

年份周期 Time period	总低温寡照次数 Total low temperature and sparse sunlight disasters	轻度灾害 Mild disasters	中度灾害 Medium disasters	重度灾害 Severe disasters
1971—1980	4	3	1	0
1981—1990	4	4	0	0
1991—2000	6	4	2	0
2001—2010	6	4	2	0
2010—2015	5	4	1	0

### 2.4 日光温室中大风气象灾害的变化

大风天气除了在地表裸露的沙尘源地及其附近形成沙尘暴外,还能使土壤风蚀、沙化,对作物和树木产生机械性的损伤,特别是对设施农业的发展有着极大的影响,如大风天气可能致使大棚外覆盖的草帘或棉毡被刮起或掀翻,损坏棚膜,且大风天气一般伴随降温过程,气温骤降会对部分大棚作物生长不利,可能造成产量降低或品质下降<sup>[13-14]</sup>。

从表 6 可以看出,近 30 年西青区大风灾害以轻度灾害为主,且总发生次数呈先减后增的趋势,20 世纪 90 年代大风灾害次数显著减少,到 21 世纪又逐渐增加,且近 5 年(2011—2015 年)增加趋势尤其明显,其中以轻度及中度灾害增加的趋势最为明显。

表 6 西青区日光温室大风灾害发生次数与程度的变化

Table 6 Change of gale disasters of solar greenhouse in Xiqing

年份周期 Time period	总大风次数 Total gale disasters	轻度灾害 Mild disasters	中度灾害 Medium disasters	重度灾害 Severe disasters
1981—1990	45	44	1	0
1991—2000	25	25	0	0
2001—2010	50	49	1	0
2011—2015	82	75	7	0

## 3 结论

近 45 年来,西青区平均最低温度与极端最低温度均呈逐渐升高的趋势,且从 1991 年开始,持续低温发生的次数明显降低,但是持续低温的灾害程度

并没有降低。按灾害程度来看,轻度低温灾害占主要低温灾害的主要比例,其中总的低温灾害发生次数呈减小的趋势,但是极端天气发生的频次略有回升的潜势,这一变化趋势增加了设施农业生产的风险。在日光温室冬季生产过程中,西青区发生寡照的日数和总的连阴天次数呈显著上升的趋势,近 15 年来,重度连阴天灾害显著增加且连阴天灾害最长持续时间明显增加,这一变化趋势对设施农业生产提出了严峻的考验。西青区日光温室冬季生产过程中发生低温寡照灾害相对减少,其中以轻度低温寡照灾害为主,近 45 年来呈缓慢上升的趋势。另外,大风灾害同样是以轻度灾害为主,自 2001 年开始,轻、中度大风灾害增加趋势明显。

#### 参考文献

- [1] 魏瑞江. 日光温室低温寡照灾害指标[J]. 气象科技, 2003, 31(1): 50-53.
- [2] 魏瑞江, 李春强, 康西言. 河北省日光温室低温寡照灾害风险分析[J]. 自然灾害学报, 2008, 17(3): 57-62.
- [3] 李春, 郭晶, 薛庆宇, 等. 天津近郊设施农业气候资源与气象灾害变化特征[J]. 北方园艺, 2015(6): 190-193.
- [4] 李春, 黎贞发, 谢东杰, 等. 天津市日光温室生产的气候资源比较分析[J]. 北方园艺, 2010(4): 63-65.
- [5] 杨再强, 费玉娟, 朱静, 等. 江苏省设施农业寡照灾害时空分布规律的研究[J]. 东北农业大学学报, 2012, 43(2): 64-69.
- [6] 陈思宁, 黎贞发, 刘淑梅. 设施农业气象灾害研究综述及研究方法展望[J]. 中国农学通报, 2014, 30(20): 302-307.
- [7] 李宁, 杨洋, 何士平, 等. 天津市西青区农业气候资源及主要农业气象灾害分析[J]. 现代农业科技, 2015(2): 232-234.
- [8] 李炜君, 王春乙, 赵蓓, 等. 气候变化对中国农业气象灾害与病虫害的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(SD): 263-271.
- [9] 杨再强, 张波, 薛晓萍, 等. 设施塑料大棚风洞试验及风压分布规律研究[J]. 生态学报, 2012, 32(24): 1-5.
- [10] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [11] 叶彩华. 日光温室连阴寡照的小气候特征、预警指标及防御对策[J]. 北京农业, 2010(9): 60-62.
- [12] 黎贞发, 李春, 李宁. 天津市日光温室低温灾害特点及防御对策[J]. 中国蔬菜, 2013(17): 6-9.
- [13] 金鑫, 刘勇. 农业气象灾害的综合防御对策[J]. 北京农业, 2014(12): 172.
- [14] 黄川容, 杨再强, 刘洪, 等. 北京日光温室风灾风险分析及区划[J]. 自然灾害学报, 2012, 21(3): 43-49.

## Analysis of Variation Characteristics of Solar Greenhouse Agriculture Disasters in Tianjin Xiqing

LI Ning<sup>1</sup>, LI Chun<sup>2</sup>, HAN Yue<sup>1</sup>, YU Hong<sup>3</sup>, LIU Zhijie<sup>1</sup>, WANG Jing<sup>1</sup>

(1. Xiqing District Meteorology Bureau of Tianjin, Tianjin 300380; 2. Tianjin Climate Center, Tianjin 300000; 3. Wuqing District Meteorology Bureau of Tianjin, Tianjin 301700)

**Abstract:** Facility agriculture become a high efficiency of agriculture planting industry due to the fast development in recent years. With the continuous development of urbanization, facility agriculture was the main agriculture production mode in Xiqing district. Based on the meteorological data of Xiqing meteorological observatory from 1971 to 2015, the characteristics of main facility agriculture meteorological disasters in Xiqing were analyzed by using linear climate tendency analysis methods. The results showed that low-temperature disasters in Xiqing was main mild low-temperature disasters, the frequency of low-temperature took on reducing tends in the recent 45 years. The trend of numbers of days of sparse sunlight was ascending significantly, the total number of severe few sunlight disasters was increased to 8 times. The major type of low-temperature and sparse sunlight was mild disaster, and the total number of occurrence was slowly rising. The occurrence of gale disasters was increased firstly and then decreased which also occurred more commonly light gale disasters, the total number of gale disasters was 82 times in recent 5 year.

**Keywords:** solar greenhouse; agro-meteorological disaster; Tianjin Xiqing district