

文章编号: 1673-8411(2019)02-0065-04

# 2018年1月低温雨雪冰冻天气对广西糖料蔗影响的量化评估

黄艳红<sup>1</sup>, 匡昭敏<sup>2</sup>, 李莉<sup>2\*</sup>, 谭孟祥<sup>2</sup>, 欧钊荣<sup>2</sup>, 刘志平<sup>2</sup>(1. 浙江大学农业遥感与信息技术研究所, 杭州 310058; 2. 广西壮族自治区气象科学研究所  
/ 国家卫星气象中心遥感应用试验基地, 南宁 530022)

**摘要:** 利用广西90个地面气象观测站2018年1月26~31日日最低气温资料, 采用积寒分析法, 统计分析了该次低温雨雪冰(霜)冻天气过程中各站日最低气温 $\leq 4^{\circ}\text{C}$ 的积寒( $^{\circ}\text{C}$ ), 并应用甘蔗寒冻害等级评估指标及蔗糖分灾损评估指标进行低温寒冻害对产量和糖分影响的量化评估。结果表明, 广西中南部大部蔗区的糖料蔗未产生冻害; 但广西北部、中部的部分蔗区出现了轻度寒冻害, 轻度寒冻害造成的糖料蔗产量损失低于5.0%、糖分损失在0.2%~0.5%之间; 广西北部的蔗区冻害达到中度以上等级, 产量损失高于5.0%, 糖分损失约0.6%~1.5%。经对评估结果和灾情实况进行对比分析, 评估结果与灾情实况基本一致。

**关键词:** 霜冻害; 甘蔗; 积温; 广西

中图分类号: S16

文献标识码: A

## Quantitative Assessment of the Impact of Low Temperature, Rain and Snow Freezing Weather on Sugarcane in Guangxi in January 2018

Huang Yanhong<sup>1</sup>, Kuang Zhaomin<sup>2</sup>, Li Li<sup>2</sup>, Tan Mengxiang<sup>2</sup>, Ou Zhaorong<sup>2</sup>, Liu Zhiping<sup>2</sup>

(1. Institute of Agricultural Remote Sensing and Information Technology, Zhejiang University, Hangzhou Zhejiang 310058; 2. Guangxi Institute of Meteorological Sciences/National Satellite Meteorological Center Remote Sensing Application Test Base, Nanning 530022)

**Abstract:** Based on the minimum temperature data of 90 surface meteorological observatories in Guangxi from January 26 to 31, 2018, using the method of accumulated cold analysis, the daily minimum temperature of each station lower than or equal to  $4^{\circ}\text{C}$  during this low-temperature rain, snow and ice (frost) freezing weather process was analyzed. The effects of low-temperature freezing injury on yield and sugar content were quantified by using the evaluation indexes of sugarcane freezing injury grade and sucrose damage. The results showed that sugar cane did not suffer frost damage in most sugarcane areas in south-central Guangxi; however, some sugarcane areas in North and central Guangxi suffered from slight frost injury. It was predicted that the loss of sugarcane yield caused by slight frost injury was less than 5.0% and the loss of sugar was between 0.2% and 0.5%. The frost injury in Northern Guangxi may reach the level above moderate, and the estimated loss of sugarcane yield was higher than 5.0%, and the loss of sugar was about 0.6% to 1.5%. By comparing and analyzing the evaluation results and the disaster situation, the evaluation results are basically consistent with the disaster situation.

**Keywords:** frost damage; sugarcane; accumulated temperature; Guangxi

收稿日期: 2018-11-27

基金项目: 广西青年基金项目“甘蔗主要生育期自动观测关键技术研究”(2017GXNSFBA198153), 公益性行业(气象)科研专项重点项目“蔗糖产量预测及气象灾害监测评估技术研究”(项目编号: GYHY201406030)

作者简介: 黄艳红(1995-), 女, 江西九江人, 在读硕士研究生, 主要从事植被遥感研究。E-mail: 180737@zju.edu.cn

\* 通讯作者: 匡昭敏(1968-), 女, 广西北流市人, 博士, 教授级高工, 主要从事气象灾害监测评估研究。E-mail: kzhaomin@163.com

## 1 引言

食糖是关系国计民生的国家重要战略物资<sup>[1]</sup>、日常生活必需品和食品加工的主要添加剂及生物能源的重要原料之一<sup>[2]</sup>。而甘蔗是世界上最为重要的糖料作物之一<sup>[3]</sup>，在我国由甘蔗榨制的蔗糖占食糖产量的90%以上<sup>[4]</sup>，我国既是产糖大国，也是食糖消费大国<sup>[5]</sup>，约50%的食糖需要进口，为全球第一进口大国。而广西是我国乃至世界上最适宜种植糖料蔗的优势区之一<sup>[5]</sup>，从1992/1993榨季开始，广西糖料蔗种植面积和蔗糖产量一直居全国首位，占全国食糖产量近7成，涉糖人口2000多万，约占广西总人口的50%，在广西占有重要的经济和社会地位<sup>[6]</sup>。

由于甘蔗为热带作物，越冬期低温寒冻害是甘蔗主要气象灾害之一，对糖料蔗的产量形成和糖分的转化积累影响很大，而且还直接影响到甘蔗留种及宿根甘蔗的正常发萌，最终影响下一榨季甘蔗产量的构成，给广大蔗农及企业带来巨大的经济损失<sup>[7-10]</sup>。对此，前人虽作了一些研究<sup>[11-13]</sup>，但在确定甘蔗受害临界温度，尤其是甘蔗致死温度及等级划分上仍存在较大差异；而关于甘蔗遭受寒冻害影响时糖料蔗产量及蔗糖分含量损失的研究报道更少，谭宗琨等<sup>[14]</sup>针对前人确立的甘蔗寒冻害等级指标无法明晰甘蔗遭受不同寒冻害类型影响的症状变化及其产量、糖分含量损失等不足，基于多年不同气候区甘蔗受害大田调查及历史典型寒冻害年份糖料蔗、蔗糖分含量损失资料等与相应寒冻害天气过程类型的极端最低气温、过程低于某一温度值的持续天数及积寒的分析，确定了甘蔗辐射型、平流型寒冻害临界值和致死值，在此基础上，分别构建和补充完善了以辐射型、平流型寒冻害过程的极端最低气温、低于受害临界温度持续天数和积寒为致灾因子的甘蔗寒冻害等级指标体系，初步确定了甘蔗受害相应等级的表现症状及灾害损失标准，但该指标仍需进一步应用验证。而2018年1月26-31日广西出现的低温雨雪冰冻天气过程，对广西中北部蔗区的甘蔗产量和蔗糖分都产生较大影响，由于该次低温过程属于混合型寒冻害，故本文应用文献<sup>[14]</sup>中的日最低气温小于等于4.0℃的积寒指标，开展了该次寒冻害对糖料蔗产量和蔗糖分的影响评估，为政府、涉蔗部门制定优先砍榨计划、蔗种调度计划以及采取相应的防灾减灾措施等提供科学决策依据，从而有效减少灾害造成的损失。

## 2 材料与方法

### 2.1 资料来源

广西2018年1月26-31日90个地面气象观测站日最低气温资料，来自广西气象信息中心。

### 2.2 气象资料处理

计算广西90个气象站这次低温雨雪寒冻害过程中日最低气温小于等于4.0℃的积寒(℃·h)。积寒为寒害过程中，低于寒害临界温度的逐时温度与临界温度的差的绝对值累积量，日积寒和过程积寒的计算方法<sup>[15]</sup>如下：

日积寒：

一日内的积寒计算见(1)式：

$$X_d = \int_{t_1}^{t_2} (T_c - T(t)) dt \quad (T(t) \leq T_c) \quad (1)$$

式中：

$X_d$ ——一日内的积寒，单位为℃；

$T_c$ ——甘蔗寒害的临界温度， $T_c=4℃$ ；

$T(t)$ ——瞬时温度，单位为℃；

$t_1$ ——一日中低于寒害临界温度的起始时刻；

$t_2$ ——一日中低于寒害临界温度的终止时刻。

过程积寒：对于有逐时气温观测资料的气象台站，可将(1)式离散化，一日内的积寒由(2)式计算，利用(2)式计算寒害过程中的逐日积寒并累加，便可得到过程积寒。

$$X_d = \sum_{i=t_1}^{t_2} (T_c - T_i) \quad (T_i \leq T_c) \quad (2)$$

式中：

$T_i$ ——逐时温度，单位为℃。

### 2.3 寒害指标构建与分布图绘制

采用积寒分析法，统计分析了该次低温雨雪冰(霜)冻天气过程中各站日最低气温≤4℃的积寒(℃)，并基于GIS的空间分析功能制作积寒分布图和影响评估分布图。

表1 甘蔗平流型寒冻害等级指标及灾损指标

致灾等级	1级(轻)	1级(中)	3级(重)	4级(严重)
过程日最低气温≤4℃的积寒(℃)	10.0 ~ 50.0	50.1 ~ 300.0	300.1 ~ 900.0	≥ 900
产量损失	≤ 5.0%	5.0% ~ 10.0%	10.0% ~ 20.0%	>20.0%
糖分损失	0.2% ~ 0.5%	0.6% ~ 1.0%	1.1% ~ 2.0%	> 2.1%

### 3 结果与分析

#### 3.1 2018年1月低温雨雪冰冻天气实况

2018 年 1 月下旬中后期广西受强冷空气影响出现了寒潮、低温雨雪冰冻天气, 其中冰(霜)冻出现总站数依次为: 26 日 3 站、27 日 4 站、28 日 10 站、29 日 7 站、30 日 5 站、31 日 32 站。全广西冰(霜)冻天气持续 5d 的有 4 站。

#### 3.2 2018年1月低温雨雪冰冻天气对糖料蔗的影响评估结果

经统计分析得到广西 2018 年 1 月 26-31 日日最低气温  $\leq 4^{\circ}\text{C}$  的积寒分布情况(图 1), 并应用表 1 中的甘蔗寒冻害等级指标及灾损指标<sup>[14]</sup>进行影响评估, 评估结果(图 2)表明, 由于该次低温雨雪冰冻天气大部蔗区持续时间不长, 桂中南和桂西南蔗区的糖料蔗未产生冻害(图 2 中绿色区域), 但宜州、柳城、鹿寨、柳江、柳州和象州等地的部分蔗区出现了轻度冻害(图 2 中桔红色区域), 表现为部分蔗叶受害干枯, 但生长点未受害, 预评估糖料蔗产量损失低于 5.0%, 糖分损失约在 0.2% ~ 0.5% 之间。但是, 桂北的环江、罗城、融水、柳城、鹿寨的部分蔗区(图 2 中玫红色区域), 甘蔗冻害可能达到中度以上等级, 表现为大部蔗叶受害、干枯, 部分甘蔗生长点受害、变软、变黑, 预评估产量损失高于 5.0%, 糖分损失约在 0.6% ~ 1.5% 之间。

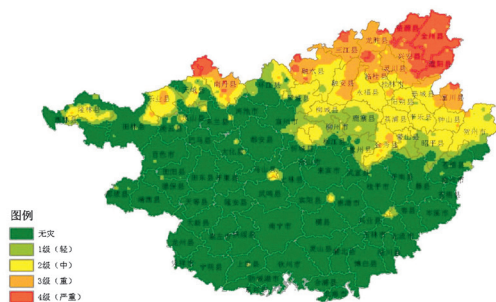


图 1 广西 1 月下旬日最低气温  $\leq 4^{\circ}\text{C}$  的积寒分布图

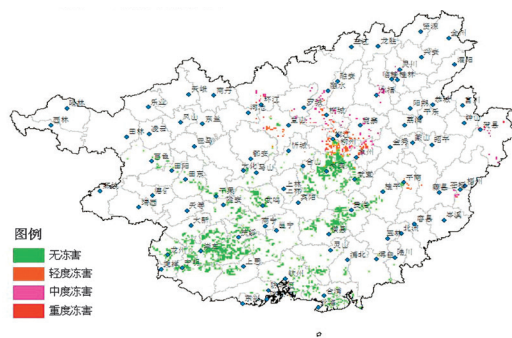


图 2 1 月冰(霜)冻天气过程对糖料蔗的影响评估

2018 年 1-4 月期间在柳州、来宾两市的甘蔗寒冻害受灾区开展了该次寒冻害灾情的实地调查, 经对监测评估结果与灾情实况进行对比分析, 分析结果表明预评估的 2018 年 1 月 26 ~ 31 日广西甘蔗寒冻害等级与调查得到的相应受灾区的甘蔗受害等级基本一致(表 2)。

表 2 柳州和来宾两市部分乡镇甘蔗寒冻害评估等级以及实地调查结果

乡镇	甘蔗寒冻害评估等级	甘蔗寒冻害调查实况等级
凤凰镇	无	无
桥巩乡	轻度冻害	轻度冻害
正龙乡	轻度冻害	轻度冻害
拉堡镇	重度冻害	重度冻害
里雍镇	重度冻害	重度冻害
沙塘镇	重度冻害	重度冻害

### 4 结语

本研究应用甘蔗寒冻害等级评估指标及甘蔗糖分灾损评估指标对甘蔗产量和糖分的低温寒冻害影响进行定量评估, 评估结果和灾情实况比较, 基本一致, 能为农业气象灾害预评估提供技术参照。但由于仅一次灾害过程的评估, 真正推广应用还有待更多过程的检验与修订。

#### 参考文献:

- [1] 林展图, 李涛, 王彩云, 等. 甘蔗抗旱基因研究进展[J]. 湖北农业科学, 2014, (2): 249-254.
- [2] Chum HL, Warner E, Seabra JEA, et al. A comparison of commercial ethanol production systems from Brazilian sugarcane and US corn[J]. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 2014, 8(2): 205-223.
- [3] Gentile A, Ferreira TH, Mattors RS, et al. Effects of drought on the microtranscriptome of field-grown sugarcane plants[J]. Planta, 2013, 237(3): 783-798.
- [4] 张凤娟. 干旱胁迫下不同甘蔗品种叶片解剖结构及生理生化的变化[D]. 广西大学, 2014.
- [5] 韦持章, 马文清, 陈远权. 广西糖料蔗生产现状与对策[J]. 中国热带农业, 2011, (5): 46-49.
- [6] 高云, 李树君, 矫健, 等. 广西糖料蔗产业发展路径分析[J]. 世界农业, 2016, (9): 237-243.
- [7] 何燕, 谭宗琨, 冯源. 1999 年严重霜冻、冰冻天气对广西农业的影响[J]. 广西气象, 2000, 21(1): 6-8.
- [8] 覃蔚谦. 从建国后数次冻害看今冬冻害甘蔗糖的损失[J]. 广西蔗糖, 2000, (1): 14-18.
- [9] 卓英育. 1999 年甘蔗霜害情况调查及对策[J]. 广西农学报, 2001, (3): 40-43.
- [10] 石登武, 韦东料, 丁丽琼. 2008 年低温冰冻灾害对甘蔗生产的影响[J]. 农业科技通讯, 2009, (5): 74-76.
- [11] 王鉴明. 中国甘蔗栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1985: 292-296.

(下转第 72 页)



### 3 结论与讨论

武川地区稳定通过  $10^{\circ}\text{C}$  的持续日数介于 99~156d 之间,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的活动积温多年平均值为  $2051.4^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ , 并以  $66.0^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}\cdot(10\text{a})^{-1}$  的速率显著增加, 5~8 月活动积温显著增加, 5、9 月活动积温最小且变异系数大。玉米始播期显著提前, 最迟播期显著推迟, 各年代可安全播种的年份数、安全播期持续日数均显著增加。全生长季多年平均降水量为 299.8mm, 2011 年后出现一个较为湿润的时期, 生长季降水量年际变化较大, 5 月降水量显著减少且变异较大, 8 月降水量显著减少。玉米全生长季干旱灾害严重, 中旱灾害达到“十年七旱”, 5 月干旱灾害最为频发, 但随年代不断减轻, 8 月干旱灾害不断加重。

武川地区热量资源不断改善, 安全播种期持续日数不断增长, 可将当前主栽玉米品种更替为熟性更晚的品种, 从而获得更高的产量, 但要注意玉米生育后期的冷害风险。在 5 月玉米处于出苗期, 降水量稳定性较差, “十年十旱”的干旱将严重影响玉米的正常出苗, 在 8 月玉米处于灌浆期, 降水量显著减少, 干旱灾害不断加重, 玉米的产量将受到影响, 因此在旱作区推广坐水播种、旱作节水技术(如田间微集雨技术、覆膜技术)<sup>[16,17]</sup> 以应对降水资源年际变化带来的气候风险, 对实现粮食稳产具有重要的意义。

#### 参考文献:

- [1] FAO. FAOSTAT-Agriculture Database[OL]. FAO, 2013, 2013, Available at <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>.
- [2] Alexandrov VA, Hoogenboom G. Vulnerability and adaptation assessments of agricultural crops under climate change in the southeastern USA

(上接第64页)

#### 参考文献:

- [1] 杨惠杰, 杨仁崔, 李义珍, 等. 水稻超高产的决定因素[J]. 福建农业学报, 2002, 17(4): 199-203.
- [2] 王勋, 戴廷波, 姜东, 等. 不同生态环境下水稻基因型产量形成与源库特性的比较研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(4): 615-619.
- [3] 王尚明, 胡逢喜, 张崇华, 等. 空气温湿度对水稻灌浆及空壳率的影响研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22

(上接第67页)

- [12] 李仕谟, 符合, 张彦增, 等. 广西甘蔗冻害调查分析[J]. 农业气象, 1985, 6(1): 53-56.
- [13] 何燕, 谭宗琨, 李政, 等. 基于GIS的广西甘蔗低温冻害区划研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2007, 29(9): 81-85.

[J]. Theoretical and Applied Climatology, 2000, 67: 45-63.

- [3] 赵名茶. CO<sub>2</sub>倍增对我国自然地域分异及农业生产潜力的影响预测[J]. 自然资源学报, 1995, 10(2): 148-158.
- [4] 陈兆波, 董文, 霍治国, 等. 中国农业应对气候变化关键技术研究进展及发展方向[J]. 中国农业科学, 2013, 46(15): 3097-3104.
- [5] 徐斌, 辛晓平, 唐华俊, 等. 气候变化对我国农业地理分布的影响及其对策[J]. 地理科学进展, 1999, 18(4): 316-321.
- [6] 孙福在, 赵廷昌, 牟丰盛, 等. 生防菌和药剂除冰核细菌防御玉米霜冻研究[J]. 自然灾害学报, 2003, (4): 115-119.
- [7] 钟秀丽. 近20年来霜冻害的发生与防御研究进展[J]. 中国农业气象, 2003, 24(1): 4-6.
- [8] 刘志娟, 杨晓光, 王文峰, 等. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响IV. 未来气候变暖对东北三省春玉米种植北界的可能影响[J]. 中国农业科学, 2010, 43(11): 2280-2291.
- [9] 高可华. 内蒙古阴山北部地区玉米种植的农业气候区划[D]. 北京: 中国农业大学, 1990.
- [10] 杨晶, 潘学标. 阴山北麓农牧交错带农业气候及其变化特征——以武川县为例[J]. 内蒙古气象, 2008, (4): 3-5.
- [11] 曲曼丽. 农业气候实习指导[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1990.
- [12] 国家气候中心、中国气象科学研究院、国家气象中心等. GB/T20481-2006, 气象干旱等级标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006: 9-13.
- [13] 施能, 陈家其, 屠其璞. 中国近100年来4个年代际的气候变化特征[J]. 气象学报, 1995, 53(4): 431-439.
- [14] 杨镇. 东北玉米[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- [15] 米娜, 纪瑞鹏, 张玉书, 等. 辽宁省玉米适宜播种期的热量资源分析[J]. 中国农学通报, 2010, 26(18): 329-334.
- [16] 程满金, 郑大玮, 张建新, 等. 半干旱地区集雨旱作节水农业技术集成总体模式研究[J]. 节水灌溉, 2007, (3): 1-5, 9.
- [17] Zhou L, Jin S, Liu C, et al. Ridge-furrow and plastic-mulching tillage enhances maize-soil interactions: Opportunities and challenges in a semiarid agroecosystem[J]. Field Crops Research, 2012, 126(1): 181-188.

(9): 158-162.

- [4] 顾伟, 李刚华, 杨从党, 等. 特殊生态区水稻超高产生态特征研究[J]. 南京农业大学学报, 2009, 32(4): 1-6.
- [5] 杨从党. 不同生态环境下水稻产量差异的生物学基础[D]. 北京: 中国农业科学院, 2002.
- [6] 娄伟平, 孙永飞, 张寒, 等. 气温对水稻颖花数的影响[J]. 浙江农业学报, 2005, 17(2): 101-105.

- [14] 谭宗琨, 黄城华, 孟翠丽, 等. 甘蔗寒冻害等级指标及灾损指标的初步研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(28): 169-181.
- [15] 中华人民共和国气象行业标准《荔枝寒害评估》QX/T 258—2015附录A.