

文章编号:1673-8411 (2014) 03-0050-04

# 广西甘蔗主产区产量灾损风险评估

廖雪萍<sup>1</sup>, 杜裕<sup>2</sup>, 黄梅丽<sup>3</sup>, 李政<sup>1</sup>, 李耀先<sup>1</sup>, 史彩霞<sup>3</sup>, 林振敏<sup>1</sup>

(1.广西气象减灾研究所, 南宁 530022; 2.广西崇左市气象局, 崇左 530001;

3.广西气象服务中心, 南宁 530022)

**摘要:** 根据风险分析原理, 利用1978~2009年广西甘蔗产量资料, 采用减产率、变异系数、灾损减产风险指数等指标, 对广西甘蔗主产区产量灾损风险水平进行评估。结果表明, 广西甘蔗主产区气象产量历年平均减产率0~25%, 以轻度减产年型(减产率5%~10%)居多, 且呈现一定的连片性; 减产率变异系数0.75~4.00, 崇左市和南宁市部分县区在1.00以下, 说明这些地区甘蔗受气象灾害影响造成的大减产年份少; 灾损减产风险指数0~0.48, 按主产区各地市灾损减产风险指数从小到大排列, 防城港市<崇左市<南宁市<钦州市<来宾市<贵港市。综合考虑干旱、低温霜冻等气象灾害影响, 气象灾害引起甘蔗产量波动风险程度以贵港市的最大, 防城港市的最小。研究结果可为广西甘蔗稳产高产制定防灾减灾措施、农业保险制度推行等提供基础理论依据。

**关键词:** 甘蔗产量; 减产; 风险; 评估

中图分类号: S16

文献标识码: A

## Risk assessment of sugarcane yield loss in main planting areas of Guangxi

Liao Xue-ping, Du Yu, Huang Mei-li, Li Zheng, Li Xiao-xian, Shi Cai-xia

(1. Guangxi Meteorological Mitigation Institute, Nanning Guangxi 530022;

2. Guangxi Chongzuo Municipal Meteorological Service, Chongzuo Guangxi 530001;

3. Guangxi Meteorological Service Center, Nanning Guangxi 530022)

**Abstract:** Based on the data of sugarcane production in Guangxi from 1978 to 2009, according to the principle of risk analysis, the risk level of sugarcane yield loss in main planting areas in Guangxi was assessed by the indices of the production rate, variation coefficient and damage reduction of risk indicators. The results show that, in the main sugarcane producing areas of Guangxi, average production loss rate of meteorological yield is 0 ~ 25%, with mild type being most part (5% ~ 5%) which present continuous; the coefficient variation is between 0.75 and 4.00, which below 1.00 distribute in some counties of Chongzuo and Nanning, these illustrate the heavy production loss year of in the following areas caused by meteorological disasters is few. Risk index of production loss is 0 ~ 0.48. The risk index arranged by value, which order is Fangchenggang < Chongzuo < Nanning < Qinzhou < Laibin < Guigang. Comprehensive consideration of meteorological disasters such as drought and frost, sugarcane yield fluctuation of risk caused by meteorological disasters is the largest in Guigang city and smallest in Fangchenggang.

**Key Words:** sugarcane yield; production reduction; risk; assessment

## 0 引言

广西是中国最大食糖产区, 但在全球气候变暖背景下, 广西气象灾害影响加剧, 极端的干旱及低温冷害事件呈多发态势, 由此造成的甘蔗产量损失也越来越大<sup>[1]</sup>。极端气象灾害已成为制约广西甘蔗生

产可持续发展的主要因素之一。农作物受灾害影响造成减产是一种风险事件<sup>[2]</sup>, 自1994年学术界提出重视农业风险评估与区划以来, 国内在农业气象灾害风险模型、粮食生产风险分析理论、作物产量灾损风险评估与区划等方面开展研究, 于20世纪末至21世纪初已取得初步成果<sup>[2-5]</sup>。2004年我国启动新

收稿日期: 2014-03-15

基金项目: 广西自然科学基金资助(2011GXNSFA018008)

作者简介: 廖雪萍(1967-), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事应用气象及气候变化对农业生态影响研究。

一轮农业保险试点后,对有关区域及省、市、县的马铃薯、水稻、小麦、玉米等作物产量灾损的风险评估与区划进行了更深入的研究<sup>[6-9]</sup>,研究成果为当地主要粮食作物调整布局、风险决策提供了依据,也为中央自 2007 年起实行财政提供保费补贴、推动政策性农业保险快速发展做好了前期基础性工作。广西甘蔗产量占全国总产的 60% 以上,但甘蔗产量风险评估与区划的研究成果未有报道。本文以风险分析理论为基础,从广西甘蔗产量风险损失结果入手,运用概率分布模型及一些统计特征值,构建广西甘蔗产量灾损风险指标,对广西主产区<sup>[10]</sup>甘蔗产量灾损风险水平进行评估分析,为广西甘蔗主产区生产制定防灾减灾决策以及厘定甘蔗保险费率提供基础理论依据。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区概况与数据来源

广西属中、南亚热带季风区,年平均气温 16.5~23.1℃,大部分县(市)降雨量 1500~2000mm,日照时数 1200~2200h,无霜期平均为 350d。夏季高温多雨,冬季干燥少雨低温,独特的气候条件非常适宜甘蔗生长发育,甘蔗种植面积和产量稳居全国第一,蔗糖业已成为广西经济的支柱产业。2012 年广西糖料蔗种植面积达 105×10<sup>4</sup>hm<sup>2</sup>,2012–2013 榨季甘蔗压榨量约 7500×10<sup>7</sup>kg,糖产量约 900×10<sup>7</sup>kg。但干旱、霜冻频发导致广西甘蔗产量减产显著,制约了广西甘蔗种植的稳产高产。

甘蔗产量资料来源于广西壮族自治区统计年鉴,时间序列为 1978–2009 年,共计 32a,单位为 kg/hm<sup>2</sup>。

### 1.2 甘蔗产量分解

甘蔗实际产量(Y)用公示表示为:  $Y=Y_t+Y_w$

$Y_t$  为趋势产量,  $Y_w$  为气象产量。本文采用前人模拟效果最佳的以 11a 为步长的直线滑动平均法模拟甘蔗趋势产量。

相对气象产量  $Y_r$  (相对波动产量)用公式表示为:  $Y_r=Y_w/Y_t$

以下各项风险评价指标计算是以  $Y_r$  序列作为基础。

### 1.3 产量灾损风险评估指标及方法

(1) 歉年平均减产率( $d_q$ ): 当  $Y_r < 0$  时, 当年作物减产, 称为歉年。以  $Y_r$  的绝对值百分率定义为减产率( $Y_r'$ ), 公式表示为:

$$Y_r' = |Y_w/Y_t| \times 100\%$$

歉年平均减产率计算公式为:

$$d_q = \sum Y_r' / m \quad (1)$$

其中  $m$  为减产年份的样本数。

按减产率将作物减产年型划分为 4 个等级: 轻度  $5\% < Y_r' \leq 10\%$ 、中度  $10\% < Y_r' \leq 25\%$ 、重度  $25\% < Y_r' \leq 35\%$  和严重  $Y_r' > 35\%$ 。

### (2) 不同减产年型出现的概率

本文相对气象产量序列均通过了 Kolmogorov-Smirnov 检验, 显著性远远大于 0.05, 产量序列绝对服从正态分布。所用产量资料序列为 32a, 符合大样本序列条件, 因此可建立用样本平均值  $\mu$  代替总体数学期望, 用样本标准差  $\sigma$  代替总体方差的  $Y_r'$  的概率密度函数:

$$y = f(x|\mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

概率密度分布函数为:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx \quad (3)$$

不同程度的减产率  $x(x_1 < x \leq x_2)$  出现的概率为:

$$P(x_1 < x \leq x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx \quad (4)$$

(3) 减产率变异系数(C): 变异系数是均方差  $\sigma$  与数学期望的比值。变异系数表征灾年作物产量的波动情况, C 值越大, 说明产量波动大, 稳定性越差, 灾损风险越大。减产率变异系数的公式为:

$$C = \frac{1}{x} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}{n-1}} \quad (5)$$

其中  $x_i$  为某一年的相对气象产量,  $x$  为某一序列相对气象产量的平均值,  $n$  为总样本数。

(4) 灾损减产风险指数(I): 是指产量不同减产率与相应出现概率的乘积的总和。该指标能反映减产风险程度, I 值越大, 表示风险就越大。

$$I = \sum_{i=1}^n j_i R_i \quad (6)$$

## 2 结果与分析

### 2.1 歉年平均减产率

通过甘蔗产量分解及公式(1)计算结果(图 1), 广西甘蔗主产区产量平均减产率为 0~25%, 主产区大部分县市以轻度过减产年型(减产率 5%~10%)居多, 其中防城、上思、龙州、崇左的平均减产率在 0~1% 间, 轻度减产区域在崇左市、南宁市、来宾市局部

呈现出明显的连片性;桂平、武宣、贵港、凭祥、江州区平均减产率在 12%~17%间,属于中度减产年型;出现严重减产年型的有象州、平南,歉年平均减产率为 25%。甘蔗主产区均没有出现严重减产年型。

## 2.2 减产率变异系数

从图 2 可见,减产率变异系数在 0.75(防城、天等、南宁)~4.00(桂平)之间。崇左市和南宁市部分县区的变异系数在 1.00 以下,说明这些地区甘蔗受气象灾害影响造成的大减产年份少,象州、平南、桂平的变异系数在 3.00~4.00 之间,较其他主产区县市的都高,说明这些地区甘蔗生长发育易受干旱、低温冻害灾害的影响,甘蔗产量年际波动较大、不稳定。

## 2.3 灾损减产风险指数

从图 3 可见,灾损减产风险指数在 0.00(上思、防城、龙州)~0.48(象州)之间,主产区大部分县市的灾损减产风险指数分布在 0.10~0.20 之间,从按地

市灾损减产风险指数从小到大来看,防城港市<崇左市<南宁市<钦州市<来宾市<贵港市。

## 2.5 影响甘蔗产量波动的气象因素

作物气候产量的负值波动主要是由不利气象灾害造成的。制约广西原料蔗产量的气象因素主要有春、秋季干旱和冬春季低温<sup>[11]</sup>,以严重秋旱的影响最为明显,冬季的低温霜冻对甘蔗单产波动的影响次之<sup>[12]</sup>。春旱会影响春植蔗的播种、出苗、发株,甚至生长、分蘖,常造成缺苗断垄,减少蔗田有效茎数,最终影响甘蔗产量;秋旱则直接影响蔗茎伸长及增粗而导致减产。甘蔗是喜温作物,怕低温冻害。遇到低温霜冻甘蔗植株内部组织会脱水结冰而受到伤害,引起减产。

根据甘蔗春旱及秋旱指标<sup>[13]</sup>,统计 1961~2009 年广西甘蔗主产区观测站点降水,得到相应各地市县甘蔗中等程度以上的干旱频率、3~10 月相对降水变率(方便起见,表 1 仅列地市甘蔗干旱频率、降水变率的平均值。)。从统计结果可见,崇左市甘蔗中等程度以上春旱出现频率最高,达到 57%,防城港市次之,为 44%;中等程度以上秋旱以贵港市出现频率最大,为 23%,南宁市次之,为 19%,防城港市最小为 13%。根据何燕等人对广西甘蔗低温冻害区划研究结果,钦州、防城、桂平、邕宁、灵山等县的部分区域,及上思、宁明、凭祥、龙州、武鸣、马山、平南的局部为无冻害区;贵港市和南宁市的大部及武宣、大新等地以南区域为轻度冻害区;来宾市大部,平南、大新的北部及天等部分区域为中度冻害区。从干旱单因素影响及产量波动风险程度来看,贵港市的减产率、变异系数及灾损减产风险指数比甘蔗主产区其他各地市的都大,说明了秋旱对甘蔗产量波动影响最明显;从低温冻害影响来看,无冻害区的甘蔗产量波动风险程度最小,轻度冻害区次之,中度冻害区的最大。综合考虑干旱及低温冻害对甘蔗产量波动的综合影响,广西甘蔗主产区中贵港市受到秋旱影响最严重,且该市大部分区域处于轻度至中度冻害区,灾害的频繁出现导致该市甘蔗产量波动较大,产量波动风险程度最高,与上述减产率、变异系数及灾损风险指数分析结果是一致的。防城港市由于台风的影响,3~10 月的相对降水变率最大,但中等以上程度的秋旱频率最小,且大部分区域处于无冻害区,因此甘蔗产量波动风险程度最小。从春、秋旱频率来看,南宁市比来宾市的稍高,但来宾市除武宣县南部为轻度冻害区以外,大部分区域为中度冻

广西甘蔗主产区历年平均减产率分布图

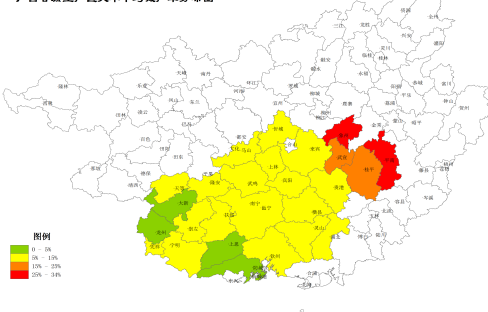


图 1 广西甘蔗主产区产量歉年平均减产率分布

广西甘蔗主产区减产率变异系数分布图

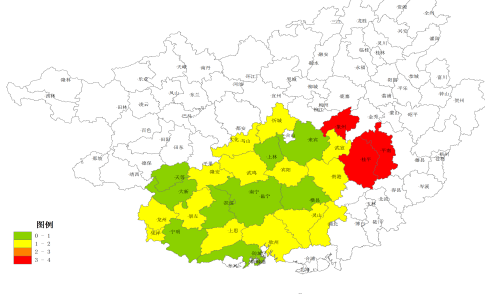


图 2 广西甘蔗主产区产量减产率变异系数分布

广西甘蔗主产区灾损减产风险指数分布图

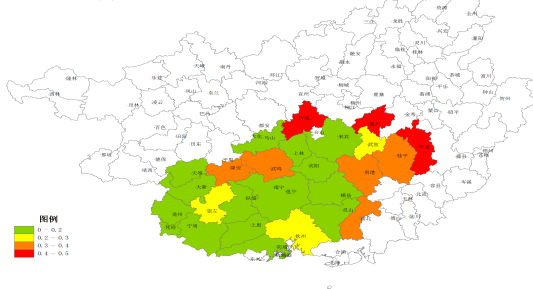


图 3 广西甘蔗主产区产量灾损减产风险指数分布



害区,南宁市则大部处于轻度以下的冻害区,因此在受到干旱、中度冻害的同时影响下,来宾市甘蔗产量的波动比南宁市的大。虽然钦州市处于无冻害区,秋旱频率比南宁市的小,但该市受台风影响 3~10 月的相对降水变率比南宁市的大,因此钦州市甘蔗产量灾损风险比南宁市的大。同处于轻度以下冻害区,崇左市秋旱频率比南宁市小,因此崇左市甘蔗产量波动比南宁市的要小。

表 1 广西甘蔗主产区中等以上程度干旱频率、3~10 月相对降水变率

地市	甘蔗春旱频率 (%)	甘蔗秋旱频率 (%)	3~10月相对降水变率 (%)
崇左市	57	14	16.2
南宁市	32	19	14.8
钦州市	30	15	19.3
贵港市	20	23	17.9
防城港市	44	13	19.0
来宾市	30	16	16.5

### 3 结论与讨论

(1) 广西甘蔗主产区气象产量歉年平均减产率 0~25%,以轻度减产年型(减产率 5%~10%)居多,且呈现一定的连片性。

(2) 广西甘蔗主产区气象产量轻度、中度、重度、严重减产年型出现的概率分别为:0~56%、0~36%、0~21%、0~22%。轻度减产出现概率均比其他减产年型出现的概率高,重度以上减产年型出现概率最小,主产区大部分县市在 10%以下。进一步说明广西甘蔗主产区产量减产以轻度减产年型为主。

(3) 广西甘蔗主产区减产率变异系数在 0.75~4.00 间。其中崇左市和南宁市部分县区在 1.00 以下,说明这些地区甘蔗受气象灾害影响造成的大减产年份少。

(4) 广西甘蔗主产区气象产量灾损减产风险指数在 0~0.48 间。按地市灾损减产风险指数从小到大来看,防城港市<崇左市<南宁市<钦州市<来宾市<贵港市。

(5) 引起广西甘蔗产量波动的主要气象因素有干旱、低温霜冻,尤其以秋旱影响最明显。综合考虑干旱、霜冻等气象灾害因子的影响,气象灾害引起甘蔗产量波动风险程度以贵港市的最大,防城港市的最小,与本文减产率、变异系数及灾损减产风险指数分析结果一致。

本文尝试性的在甘蔗产量灾损风险评估中引入风险理论采用的风险评估技术及方法,有些研究方法、风险评估指标选择等问题有待今后进一步探讨、完善,例如本文模拟甘蔗趋势产量采用直线滑动平均法,该方法简单实用,但在遇到产量序列中出现异值的情况下,可能会将系统性波动剔除,导致风险评估结果的一些误差。另外,根据甘蔗生产实际的调查,各地统计的产量数据也存在一定的偏差。为了丰富甘蔗种植风险评估与区划研究的成果,作者在今后将加强尝试开展基于风险因子以及机理的广西甘蔗种植风险评估方法研究,为广西甘蔗种植布局调整、农业保险制度的推行及防灾减灾提供更精细的决策建议。

#### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 薛昌颖, 霍治国, 李世奎, 等. 北方冬小麦产量灾损风险类型的地理分布 [J]. 应用生态学报, 2005, 16 (4): 620.
- [3] 杜鹏, 李世奎. 农业气象灾害风险分析初探 [J]. 地理学报, 1998, 53 (3): 202~207.
- [4] 李世奎, 霍治国, 王道龙. 中国农业灾害风险评价与对策 [M]. 北京: 气象出版社: 1999, 1~400.
- [5] 邓国, 王昂生, 李世奎, 等. 风险分析理论及方法在粮食生产中的应用初探 [J]. 自然资源学报, 2001, 16 (3): 223, 226.
- [6] 孙文堂, 苗春生, 沈建国, 等. 基于 GIS 的马铃薯种植气候区划及风险区划的研究 [J]. 南京气象学院学报, 2004, 27 (5): 651~658.
- [7] 江和文, 李春, 曹士民, 等. 盘锦水稻产量灾损风险及气象影响因子分析 [J]. 气象, 2008, 34 (5): 38~43.
- [8] 王连喜, 朱贇贇, 李剑萍, 等. 宁夏马铃薯种植的气候分区和风险评估 [J]. 中国农业气象, 2011, 32 (1): 100~105.
- [9] 李丽纯, 陈家金, 陈惠, 等. 福建省马铃薯气候减产的风险分析和区划 [J]. 中国农业气象, 2013, 34 (2): 186~190.
- [10] 欧钊荣, 谭宗琨, 何燕, 等. 影响我国甘蔗主产区甘蔗产量的关键气象因子及其丰欠指标 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (24): 10407.
- [11] 谭宗琨, 吴全衍. 影响广西原料蔗产量的主要气象因子及产量预报研究 [J]. 广西农业科学, 1994, 3: 108~110.
- [12] 何燕, 谭宗琨, 丁美花, 等. 制约广西甘蔗产量及蔗糖分含量的关键气象条件研究 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36 (8): 3181~3184.
- [13] 广西壮族自治区气候中心. 广西气候 [M]. 北京: 气象出版社, 2007: 105~106.