

博州棉花苗期霜冻灾害评估与风险区划

王静娟¹, 刘大春², 金若涵^{1*}, 买合比巴¹

¹新疆博尔塔拉蒙古自治州气象局气象台, 新疆 博乐

²温泉县气象局, 新疆 温泉

收稿日期: 2024年4月25日; 录用日期: 2024年5月24日; 发布日期: 2024年5月31日

摘要

以博尔塔拉蒙古自治州(以下简称博州)棉区为研究对象, 利用1981~2020年2个国家站气象数据、1991~2020年棉花种植面积资料、棉花生育期观测资料、霜冻灾情及2016~2022年研究区37个区域站气象数据, 计算棉花苗期霜冻灾害危险性指数、暴露度和脆弱性指数, 构建了霜冻灾害风险评估综合模型。结果表明: 1) 棉花苗期霜冻发生日数的分布基本符合轻度多、中度少、重度最少的规律; 2) 霜冻发生范围呈减小趋势, 轻度霜冻发生频率普遍较高, 平均发生日数和发生频率最低区域为博乐市及精河县周边地区; 3) 低风险区域主要集中在博乐市及精河县周边地区。

关键词

博州, 棉花, 棉花苗期霜冻, 灾害评估, 风险区划

Frost Disaster Assessment and Risk Zoning of Cotton Seedling in Bozhou

Jingjuan Wang¹, Dachun Liu², Ruohan Jin^{1*}, Buhe Biba¹

¹Meteorological Observatory of Meteorological Bureau of Xinjiang Bortala Mongolian Autonomous Prefecture, Bole Xinjiang

²Wenquan County Meteorological Bureau, Wenquan Xinjiang

Received: Apr. 25th, 2024; accepted: May 24th, 2024; published: May 31st, 2024

Abstract

Taking the cotton area of Bortala Mongolia Autonomous Prefecture (hereinafter referred to as Bozhou) as the research object, using the meteorological data of two national stations from 1981

*通讯作者。

文章引用: 王静娟, 刘大春, 金若涵, 买合比巴. 博州棉花苗期霜冻灾害评估与风险区划[J]. 气候变化研究快报, 2024, 13(3): 659-664. DOI: 10.12677/ccrl.2024.133074

to 2020, the data of cotton planting area from 1991 to 2020, the observation data of cotton growth period, the frost disaster and the meteorological data of 37 regional stations in the study area from 2016 to 2022, the risk index, exposure and vulnerability index of frost disaster in cotton seedling stage were calculated, and a comprehensive model of frost disaster risk assessment was constructed. The results showed that: 1) the distribution of frost days in cotton seedling stage was basically in accordance with the rule of mildly more, moderately less and severely least; 2) The occurrence range of frost showed a downward trend, and the frequency of mild frost was generally high. The highest average occurrence days and frequency were in the north of Bole City, the southwest of Bole City and the south of Jinghe County. 3) The low risk area of cotton seedling frost is mainly concentrated in the surrounding area of Bole City and the northern area of Jinghe County.

Keywords

Bozhou, Cotton, Cotton Seedling Frost, Disaster Assessment, Risk Zoning

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

博尔塔拉蒙古自治州(以下简称博州)地处准噶尔盆地西端,北部和西部以阿拉套山和别珍套山西段山脊与哈萨克斯坦的阿拉木图州为界,地形地貌特征使博尔塔拉地区基本形成了山地、绿洲、荒漠和湖泊四种不同的自然生态区域气候带特征。受全球气候变化影响,博州地区春季气温冷暖多变,霜冻灾害频发。据统计,棉花作为博州的关键经济作物,其在种植业产值中的比重高达 54%,收入占据了农民人均纯收入的 51% [1]。经灾害大典统计发现,1981~2020 年间,博乐和精河受春季霜冻影响出现 6 次灾害,造成棉苗不同程度的冻害。例如,1993 年 5 月 8 日至 11 日,博州二县一市农区发生霜冻灾害,据统计,棉花受灾面积 836 公顷,占棉花播种面积的 12.5%。

春季霜冻是指在农作物生长季节里,由于寒潮、低温等冷空气活动产生的降温天气过程使植株体温或叶温下降到 0℃或 0℃以下,使正在生长发育的植株受到冻害,从而导致减产和品质下降或绝收,霜冻持续时间越长,农作物受害程度就越严重。学者们对霜冻变化特征对农业的不同影响进行分析[2]-[8],曾春蕾、李迎春等对棉花关键期气候变化和气象因子对棉花产量的影响进行研究[2] [9] [10] [11],曹占洲、李凤琴等对初终霜日期变化特征对棉花生育期生长造成的影响[6] [12] [13] [14]、毛炜峰等对新疆棉花播种期的服务指标、冻害指标、分布特征等开展了研究[15] [16]。国内对霜冻的研究大多以地面最低温度下降到 0℃以下(含 0℃)或以最低气温降到 2℃ (含 2℃)以下作为霜冻指标来研究霜日和无霜期的变化特征,除了最低气温致灾指标外,降温幅度、低温持续日数也可以有效地反映低温的剧烈程度和累积作用。

本文拟以棉花苗期气象观测资料为基础,通过计算棉花苗期霜冻灾害危险性指数、暴露度和脆弱性指数,构建霜冻灾害风险评估综合模型,并应用该模型对本地棉花苗期霜冻害进行风险区划,旨在更精确地监测预警棉花苗期霜冻害,为博州农业防灾减灾和大尺度农业保险提供科学依据。

2. 材料与方法

2.1. 资料来源

1981~2020 年博乐市和精河县国家气象观测站日最低气温、1981~2020 年全国第一次自然灾害风险普

查结果中冷空气和霜冻资料、1991~2020年棉花种植资料,2016~2022年棉区37个区域站气象观测数据;生育期观测资料来自博乐市和精河县农业气象观测站。

2.2. 研究方法

2.2.1. 春季霜冻灾害评估气象风险区划

统计1991~2020年间博州棉花播种和出苗期可得,4月1日至5月12日期间为播种期;4月22日至5月22日期间为出苗期。结合全国第一次自然灾害风险普查结果发现,1981~2020年间,博乐市和精河县霜冻日数主要集中在4月,5月霜日仅占4月霜日的十分之一。

因此定义4到5月日最低气温 $T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$ 为霜冻指标,确定棉花产区霜冻等级划分标准为,轻度($-2^\circ\text{C} < T_{\min} \leq 0^\circ\text{C}$),中度($-4^\circ\text{C} < T_{\min} \leq -2^\circ\text{C}$),重度($T_{\min} \leq -4^\circ\text{C}$),见表1。统计1981~2020年棉花苗期霜冻情况。

Table 1. Frost grade index of cotton seedling stage in Bozhou

表1. 博州棉花苗期霜冻等级指标

冻害风险等级	轻度	中度	重度
日最低气温/ $^\circ\text{C}$	0~-2	-2~-4	≤ -4

2.2.2. 棉花苗期霜冻发生频率和强度指数

棉花苗期霜冻发生频率(P_i)分级、分站、分区进行统计,参考李红英等[17]的研究方法,即

$$P_i = (1 - n/N) * 100$$

式中, P_i 表示各等级棉花苗期霜冻发生频率, n 表示各站点棉花苗期霜冻日数为零的年数, N 为资料总年数。下标*i*表示棉花苗期霜冻灾害等级(分为轻、中、重3级)。

2.2.3. 霜冻灾害风险评估模型构建

霜冻灾害危险性指数、承载体暴露度指数及承载体脆弱性指数计算方法参考吉春容[18]等人。对1981~2020年霜冻灾害发生过程的低温持续时间、降温幅度和日最低气温进行归一化处理,3个权重系数分别为0.03、0.66和0.31。采用风险评估模型计算霜冻灾害风险指数时,通过自然断点法划分5个风险等级,绘制霜冻风险分布图。

2.3. 数据处理及区划图制作

采用Excel对收集的研究区39个气象站点的原始数据进行统计运算和分析,使用ArcGIS 10.6中栅格计算工具对各类因子进行推算、叠加完成制图。

3. 结果与分析

3.1. 棉花苗期霜冻发生频率及其影响

3.1.1. 发生日数及其变化

博州棉花产区每年春季发生不同等级霜冻的平均日数差异很大,霜冻平均日数最多的是博州北部,其次是博州南部和东部,博州中部棉区最少。而从不同等级棉花苗期霜冻日数统计结果看,博州北部轻度霜冻平均日数最多,达14.4 d,中度霜冻日数7.2 d,重度霜冻平均日数1.4 d。棉花苗期霜冻发生日数的分布基本符合轻度多、中度少、重度最少的规律。

3.1.2. 发生频率及影响范围

棉花产区不同等级棉花苗期霜冻发生频率最多的是博州东北部，最少在博州中东部，发生频率表现为轻度 > 中度 > 重度，最多的是博州北部产区的三级电站、哈日图热格、七大队、二牧场、南村，其轻霜冻发生频率为 56.9%，中霜冻发生频率为 77.8%，重霜冻发生频率为 100%。霜冻变化趋势中除了中度霜冻呈上升趋势外，轻度和重度都为下降趋势。博州 2018 年共发生霜冻日数 91 天，是发生霜冻最严重的一年；2016 年发生强度最轻、范围最小，重度仅一次，总霜冻日数 21 天。从国家站灾情统计分析，进入 2010 年以来，不同等级棉花苗期霜冻发生范围突变式减少。

3.2. 棉花种植适宜区划

主要依据中国棉花种植区划中西北内陆棉区条件，即北疆(≥ 10 积温 $3450^{\circ}\text{C}\sim 3600^{\circ}\text{C}$)适于种植短季陆地棉。受全球气候变暖背景下，根据前人研究棉花种植适宜区平均海拔升至 560 m [17]，利用 GIS 空间分析及制图功能，采用张永红等[18] [19] [20]研究方法，对博州棉花气候适宜性进行区划，种植适宜性区划图分为适宜区、次适宜区和不适宜区，由图 1 可知，适宜区集中在博乐市及以东地区。

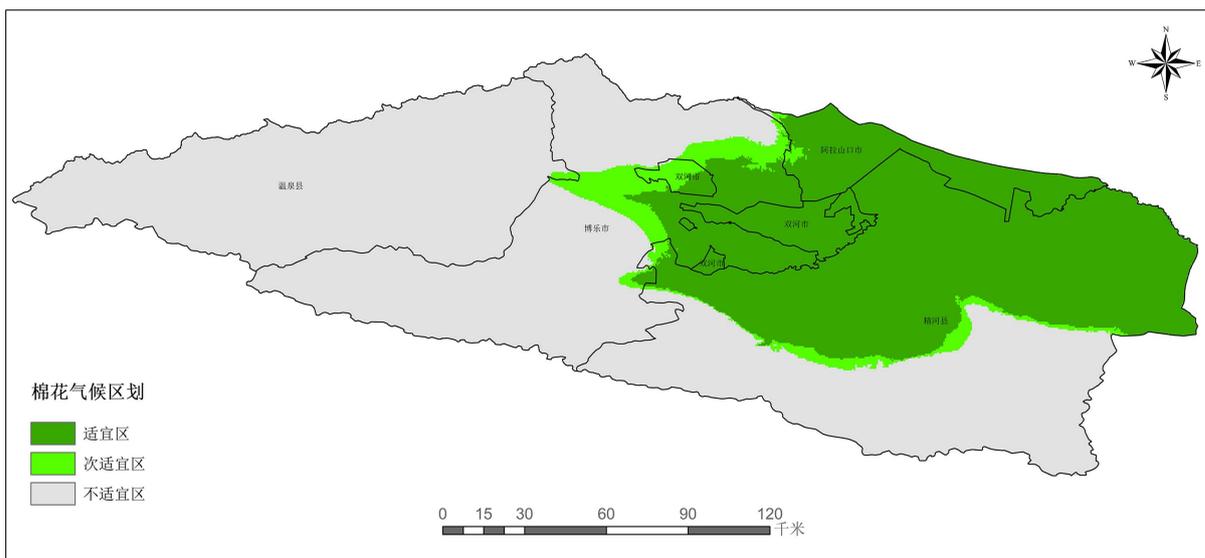


Figure 1. Climate suitability regionalization of cotton in Bozhou

图 1. 博州棉花气候适宜性区划

3.3. 棉花苗期霜冻致灾危险性区划

由图 2 可知，棉花苗期霜冻灾害风险分布呈现北部高、中部东部低情况。棉花苗期霜冻灾害低风险区主要集中分布在博州中部产区，其风险指数为 0.1~0.4；中风险区主要分布在博乐北部郊外以及精河部分戈壁荒漠区，其风险指数大于 0.4；高风险区在博乐市北部浅山区和精河的沙漠区，其风险指数大于 0.8；建议中高风险区应选用抗霜冻能力强的品种种植，其它风险区域可选用常规品种。

低风险区。该区主要分布在博州中部产区的贝乡、达勒特镇，精河的大河沿子镇以西、茫丁乡、八家户农场、阿合奇农场等。该区域棉花苗期霜冻危险性小，发生频率低。

中风险区。该区在博乐的乌图布拉格镇、小营盘镇、阿场。

高风险区。棉花苗期霜冻危险性高、发生频率高，是因为受北方冷空气入侵，处于风口的阿拉山口市下游附近的博乐市东北部及精河县的北部地区为高风险和次高风险区域。

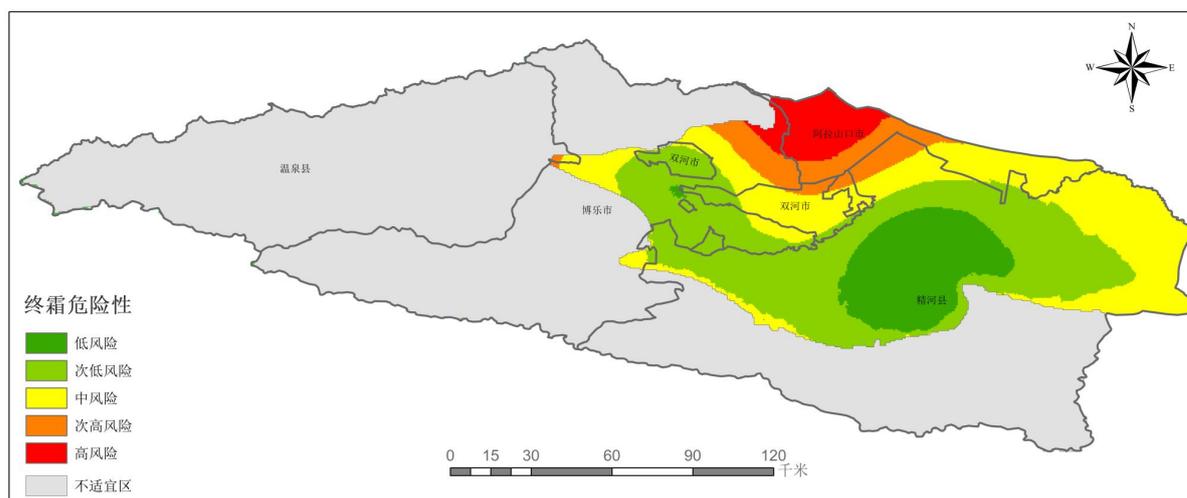


Figure 2. Risk zoning of cotton seedling frost in Bozhou

图 2. 博州棉花苗期霜冻风险区划图

4. 结论和展望

4.1. 结论

- 1) 霜冻发生日数的分布基本符合轻度多、中度少、重度最少的规律；
- 2) 霜冻发生范围呈减小趋势，轻度霜冻发生频率普遍较高，中霜冻和重霜冻相对较低，平均发生日数和发生频率最低区域为博乐市及精河县周边地区；
- 3) 剔除不适宜区外，霜冻灾害风险空间分布为自北向南逐渐递减的趋势特征，低风险区域主要集中在博乐市及精河县周边地区。

4.2. 展望

本文仅采用温度指标对低温冻害进行评估，没有考虑地形条件、土质状况、植被覆盖等其他影响因素，可能导致研究结果和实际有一定偏差。另外，本区自动气象观测站资料从 2016 年才开始记载，且站点数量较少，分布不均，在灾害风险等级的空间分布研究中，利用 IDW 空间插值方法对未知区域进行估算，可能对个别处于特殊地区的分析造成影响，需进一步优化。因此在之后的研究中，应将其他因素考虑其中，并增加区域站的安装量，尤其是在一些特殊位置，如不同海拔区、不同土质区等地。

参考文献

- [1] 陈萍, 聂成, 张新, 等. 博州地区近 30 年热量资源变化对棉花生育期的影响[J]. 陕西气象, 2024(1): 60-65.
- [2] 杨勇, 普宗朝, 黄杰, 杨玉萍, 廖卫江, 仲郭军. 新疆博州 1961-2009 年霜冻的特征及变化分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2010, 4(4): 26-30.
- [3] 周守华, 刘忠礼, 韩欢庆, 等. 新疆博州气象条件对棉花产量的影响分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2014(2): 70-74.
- [4] 张延菊. 托里县 1961-2009 年霜冻变化特征及其对农作物的影响[J]. 农业灾害研究, 2014, 4(3): 47-48.
- [5] 杨艳玲, 邢芝芳. 新疆哈密市近 55a 来霜冻变化特征及其对农业的影响[C]//2016 年中国杨凌农业高新科技成果博览会分论坛暨第三届全国农业与气象论坛论文集. 2016: 124-127.
- [6] 李凤琴, 李茂春, 胡秀茹, 等. 新疆哈密市初、终霜冻日变化及其对棉花生长的影响[J]. 中国棉花, 2020, 47(10): 18-20.
- [7] 蒋斌, 段荣, 岑启林. 黔西南 2009 年初春严重低温霜冻天气特征及其对农作物的影响[J]. 贵州农业科学, 2009,

37(11): 76-78.

- [8] 梁洪艳, 冯琦, 高长宇. 明水县近 50a 霜冻变化特征及其对农业生产的影响[J]. 黑龙江气象, 2014, 31(2): 43-44.
- [9] 曾春蕾, 朱海江, 刘清芳. 乌苏-沙湾棉区棉花播种关键期气候变化分析[J]. 现代农业科技, 2011(19): 310, 320.
- [10] 李迎春, 谢国辉, 王润元, 等. 北疆棉区棉花生长期气候变化特征及其对棉花发育的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(2): 253-258.
- [11] 阿布都克日木·阿巴司努尔帕提曼·买买提热依木孟凡雪努尔比亚·吐尼牙孜帕提曼·阿布都艾尼. 新疆巴楚气象因子对棉花发育期及产量的影响分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2017, 11(2): 88-94.
- [12] 曹占洲, 毛炜峰, 李迎春, 等. 近 49 年新疆棉区 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 终日 and 初霜期的变化及对棉花生长的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(8): 355-361.
- [13] 李迎春, 曹占洲, 毛炜峰. 新疆棉区 10°C 初日和终霜期的空间分布特征及其对棉花播种期的影响[J]. 中国农业气象, 2009(S2): 238-240.
- [14] 秦榕, 刘洛春, 杨霰, 等. 浅谈农六师 102 团终霜期的预测预防和棉花播种[J]. 中国农业信息, 2013(13): 81-82.
- [15] 毛炜峰, 曹占洲, 邹陈, 李迎春, 李新建. 新疆棉花播种期气候服务指标分析及应用[J]. 沙漠与绿洲气象, 2010, 4(6): 1-5.
- [16] 李红英, 张晓煜, 曹宁, 等. 宁夏霜冻致灾因子指标特征及危险性分析[J]. 中国农业气象, 2013, 34(4): 474-479.
- [17] 吉春容, 火勋国, 谷然, 等. 新疆香梨花期霜冻灾害风险评估模型构建及适用性[J]. 沙漠与绿洲气象, 2023, 17(6): 83-88.
- [18] 张永红, 李星敏, 等. 基于 GIS 的棉花气候适宜性区划[J]. 陕西气象, 2013(5): 29-32.
- [19] 刘小艳, 孙娴, 等. 气象灾害风险评估研究进展[J]. 江西农业学报, 2009, 21(8): 123-125.
- [20] 章国材. 气象灾害风险评估与区划方法[M]. 北京: 气象出版社, 2009.