

三穗县高标准农田水稻油菜生育期气象条件及气象灾害分析

盛升旺¹, 皮义均², 马洪燕³, 蒋松林², 王梦玲¹

¹三穗县气象局, 贵州 三穗

²丹寨县气象局, 贵州 丹寨

³岑巩县气象局, 贵州 岑巩

收稿日期: 2026年9月3日; 录用日期: 2026年10月6日; 发布日期: 2026年10月15日

摘要

为助力三穗县农业现代化发展与气象为农服务优化, 基于三穗县国家基准气象站1978~2020年气象观测资料及1991~2020年气候标准年统计数据, 对当地高标准农田主要作物单季水稻和越冬型油菜的气候适应性、生育期气象条件及气象灾害进行系统分析。结果表明: 三穗县为单季稻种植气候中适宜区, 油菜种植气候较适宜区, 两者均存在日照时数偏低的问题, 且油菜开花期至成熟期气温略低于最适温度; 水稻和油菜生育期热量、降水条件总体满足生长需求, 但光照不足对高产稳产构成不利影响; 主要气象灾害包括干旱、暴雨、大风、高温、低温阴雨寡照(秋绵雨)和冰雹, 其中干旱、低温阴雨寡照(秋绵雨)致灾风险较高, 其余灾害风险存在作物间差异。本研究结果可为三穗县水稻、油菜的品种选择、种植方式改良及气象灾害精准防控提供科学依据, 也为针对性开展气象为农服务提供参考。

关键词

高标准农田, 水稻, 油菜, 气象条件

Analysis of Meteorological Conditions and Meteorological Disasters during the Growth Stages of Rice and Rapeseed in High-Standard Farmland in Sansui County

Shengwang Sheng¹, Yijun Pi², Hongyan Ma³, Songlin Jiang², Mengling Wang¹

¹Sansui County Meteorological Bureau, Sansui Guizhou

文章引用: 盛升旺, 皮义均, 马洪燕, 蒋松林, 王梦玲. 三穗县高标准农田水稻油菜生育期气象条件及气象灾害分析[J]. 农业科学, 2026, 16(10): 1469-1478. DOI: 10.12677/hjas.2026.1610176

²Danzhai County Meteorological Bureau, Danzhai Guizhou³Cengong County Meteorological Bureau, Cengong Guizhou

Received: September 3, 2026; accepted: October 6, 2026; published: October 15, 2026

Abstract

To support the modernization of agriculture in Sansui County and the optimization of meteorological services for agriculture, this study conducted a systematic analysis of the climate adaptability, meteorological conditions during the growing season, and meteorological hazards for the main crops in the county's high-standard farmland-single-season rice and winter rapeseed-based on meteorological observation data from the Sansui County National Reference Meteorological Station (1978~2020) and statistical data from climate reference years (1991~2020). The results indicate that Sansui County is a suitable area for single-season rice cultivation and a relatively suitable area for rapeseed cultivation. However, both crops face the issue of insufficient sunshine hours, and temperatures during the flowering to maturity stage of rapeseed are slightly below the optimal range; The heat units and precipitation during the growth periods of both rice and rapeseed generally meet their growth requirements; however, insufficient sunlight adversely affects high and stable yields. Major meteorological disasters include drought, heavy rain, strong winds, high temperatures, low temperatures with overcast skies and low sunlight (autumn drizzles), and hail. Among these, drought and low temperatures with overcast skies and low sunlight (autumn drizzles) pose a higher risk of causing damage, while the risks associated with other disasters vary between crops. The findings of this study provide a scientific basis for variety selection, cultivation method improvements, and the precise prevention and control of meteorological disasters for rice and rapeseed in Sansui County, and also serve as a reference for the targeted provision of meteorological services to agriculture.

Keywords

High-Standard Farmland, Rice, Rapeseed, Meteorological Conditions

Copyright © 2026 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

三穗县位于贵州省东部，黔东南苗族侗族自治州东北部(东经 108°32'~109°04'，北纬 26°47'~27°04')，作为贵州省东出口之一，素有“黔东要塞”和“千里苗疆门户”之称。该县属北亚热带温和湿润季风气候，冬无严寒、夏无酷暑、雨热同季，年平均气温 15.4℃，极端最高气温 38.6℃，极端最低气温-9.2℃，全年无霜期 290 d~300 d，平均降水量 1137.6 mm。

随着高标准农田建设的推进，三穗县农业生产向集中化、规模化转型，对农业气候资源高效利用、气象灾害防范及精准气象服务的需求日益迫切。水稻是我国重要的粮食作物，油菜是关键的油料作物，两者均为三穗县高标准农田核心种植作物，其生长发育与气象条件密切相关[1][2]。气象灾害作为影响作物产量和品质的重要因素，常导致作物减产甚至绝收[3]。因此，本研究针对三穗县单季水稻和越冬型油菜，系统分析其生育期气象条件适配性及主要气象灾害特征，旨在为优化作物种植布局、提升灾害防御

能力及强化气象为农服务提供科学支撑。

2. 材料与方法

2.1. 研究区域

以三穗县高标准农田为研究区域，重点聚焦单季水稻和越冬型油菜种植区。

2.2. 数据来源

气象数据来源于三穗县国家基准气象站，包括 1978 年~2020 年的气温、降水量、日照时数、大风、暴雨、冰雹、低温阴雨寡照等观测资料，以及 1991 年~2020 年气候标准年统计数据(用于气候适应性分析)。

2.3. 分析指标与方法

2.3.1. 气候适应性指标

参考段居琦等[4]的研究，水稻气候适应性核心指标为年降水量、湿润指数和稳定通过 18℃ 日数；油菜气候适应性指标包括各生育期(播种期、出苗期、越冬期、蕾薹期、开花期、结荚成熟期)平均气温、生育期总降水量及总日照时数[5]。

2.3.2. 生育期气象条件指标

热量条件： $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、各生育期平均气温及极端气温；降水条件：生育期降水量、降水日数及保证率；光照条件：生育期总日照时数及日均日照时数[6]。

2.3.3. 气象灾害判定标准

干旱：以气象干旱综合监测指数[7]为判定依据；暴雨：日降水量 $\geq 50\text{ mm}$ 为暴雨日[8]；大风：极大风速及大风日数统计[9]；高温：水稻高温热害为日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 且连续 3 天及以上，油菜高温逼熟为日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ [10]；低温阴雨寡照：结合日照时数、日平均气温 $\leq 20^{\circ}\text{C}$ (或 $\leq 10^{\circ}\text{C}$) 日数及阴雨持续时间判定[11]；冰雹：以冰雹日数及最大冰雹直径为指标[12]。

采用统计分析方法，梳理各项指标的多年平均值、极值、概率分布及时间分布特征，明确气象条件适配性及灾害致灾风险等级。

3. 结果与分析

3.1. 气候适应性分析

3.1.1. 水稻气候适应性

三穗县气候标准年(1991 年~2020 年)年均降水量 1137.6 mm，年均湿润指数 1.25，年均稳定通过 18℃ 日数为 132 d~178 d，根据段居琦，周广胜研究，上述 3 项主导气候因子对单季稻分布的累积贡献率达 94.5% [4]，表明三穗县为单季稻种植气候中适宜区。

3.1.2. 油菜气候适应性

根据董芹，霍焱，蒋骏等研究[13]，三穗县越冬型油菜生育期为 9 月下旬至 5 月中旬，气候标准年该时段年均降水量 567.4 mm，降水条件适宜；各生育期平均气温分别为：播种期 18.6℃、出苗期 14.0℃、越冬期 6.1℃、蕾薹期 7.5℃、开花期 12.2℃、结荚到成熟期 18.1℃，除开花期至成熟期气温略低于最适温度外，其余阶段气温均为最适温度；生育期总日照时数 598.4 h，日照条件不足，综合判定油菜种植气候为较适宜区。

3.2. 生育期气象条件分析

3.2.1. 水稻生育期气象条件

热量条件: $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温年平均为 3975.8°C , 2500°C 以上保证率 100%, 完全满足水稻生长热量需求; 日平均气温稳定通过 5°C 为播种始期, 稳定通过 12°C 为适宜插秧期, 均能满足生产时序要求[14]。

降水条件: 生育期(5 月~9 月)累计降水量 406.7 mm~1177.7 mm, 平均 703.8 mm, 600 mm 以上保证率 73.3%, 400 mm 以上保证率 100%; 降水日数平均 90.4 d, 占全生育期的 58.8%, 其中 6 月~8 月降水日数占全生育期的 49.1%, 降水时空分布基本适配[14]。

光照条件: 生育期(5 月~9 月)累计日照时数 520.7 h~881.4 h, 平均 683 h, 生育期内日均日照时数 4.5 h, 基本满足, 但总体偏低, 对水稻高产稳产存在不利影响[14] [15]。

3.2.2. 油菜生育期气象条件

热量条件: 经统计油菜全生育期(9 月下旬~5 月中旬) $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温年平均 2721.73°C , 基本可以满足油菜生长对热量的需求[13]。三穗县冬季(12 月~2 月)出现 1 日及以上最低气温 $\leq -5^{\circ}\text{C}$ 的常年概率为 27%, 出现 2 日及以上最低气温 $\leq -5^{\circ}\text{C}$ 的常年概率为 10%, 出现 3 日及以上最低气温 $\leq -5^{\circ}\text{C}$ 的常年概率为 6.7%; 其中出现连续 2 日及以上最低气温 $\leq -5^{\circ}\text{C}$ 的常年概率为 10%, 出现连续 3 日及以上最低气温 $\leq -5^{\circ}\text{C}$ 的常年概率为 3.3%。对油菜越冬期基本无冻害。

降水条件: 生育期(10 月~5 月)降水量 383.6 mm~887.7 mm, 平均 598.1 mm, 适宜降水量(375 mm~610 mm)保证率 60%, 较适宜降水量(225 mm~375 mm, 610 mm~805 mm)保证率 33.3% [13]; 降水日数平均 148.4 d, 占全生育期的 60.8%, 但 3 月~5 月中旬(开花 - 成熟期)降水日数平均 57.2 d, 降雨概率 70.6%, 易形成连阴雨, 不利于油菜生长。

光照条件: 生育期(10 月~5 月)日照时数 403.2 h~765.6 h, 平均 576.1 h, 其中蕾薹期到成熟期日均光照时数仅 2.6 h, 光照不足制约油菜高产。

3.3. 气象灾害分析

3.3.1. 暴雨

据 1978 年~2020 年气象资料统计, 三穗县多年平均暴雨日数 2.4 d, 最多值为 6.0 d, 仅 1988、2006 年无暴雨天气出现, 多年最大日降雨量 132 mm。由图 1 可知, 三穗县暴雨天气仅出现在每年的 4 月~10 月, 5 月~9 月占年内暴雨日数的 87.5%, 7 月出现频率最高(0.6 d)。暴雨对水稻危害显著, 可撕裂叶片、折断茎秆、导致“花而不实”和倒伏; 对油菜开花期(3 月中旬~4 月上旬)影响较小, 因该时段暴雨概率低, 三穗县暴雨的日数较少, 降水量级较低, 总体致灾风险一般(水稻)或较低(油菜)。

3.3.2. 大风

根据气象资料统计, 1978 年~2020 年多年平均大风日数 0.8 d, 三穗县多年极大风速的平均值为 16.4 m/s, 其中最大值为 21.1 m/s, 出现在 1992 年; 最小值为 12.1 m/s, 出现在 2010 年。由图 2 可知, 大风天气集中在 3 月~5 月、7 月~8 月, 4 月和 7 月最多(0.2 d)。三穗县大风多发期正好为水稻扬花到成熟期和油菜开花到成熟期, 容易导致水稻、油菜倒伏, 影响水稻授粉和穗粒留存, 造成油菜结实不良, 但因大风日数较少, 总体来说致灾风险较低。

3.3.3. 高温

水稻高温热害主要出现在 6 月~9 月(分蘖期至抽穗扬花期), 当日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$, 并连续 3 天及以上时, 会对水稻产生高温热害, 会使水稻分蘖延迟或抑制分蘖; 使抽穗扬花期不实率增加。1978 月~2020

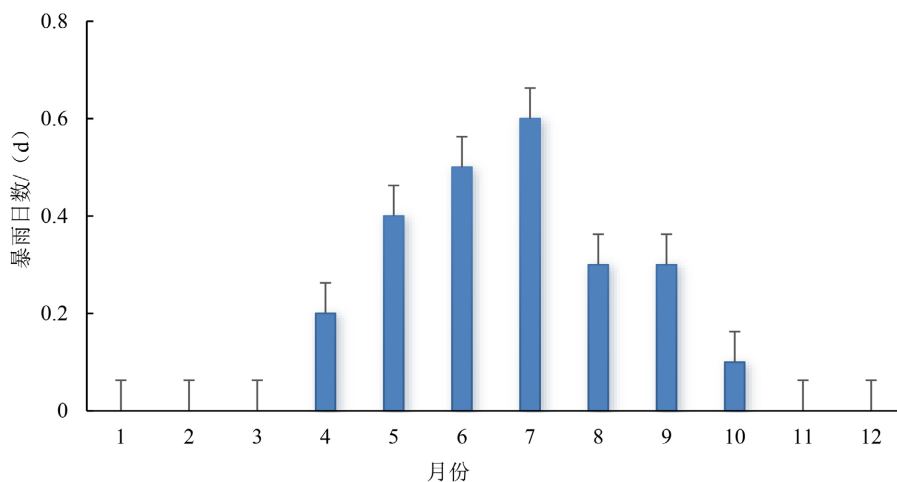


Figure 1. Variation of monthly average rainstorm days in Sansui County from 1978 to 2020
图 1. 三穗县 1978 年~2020 年各月平均暴雨日数变化

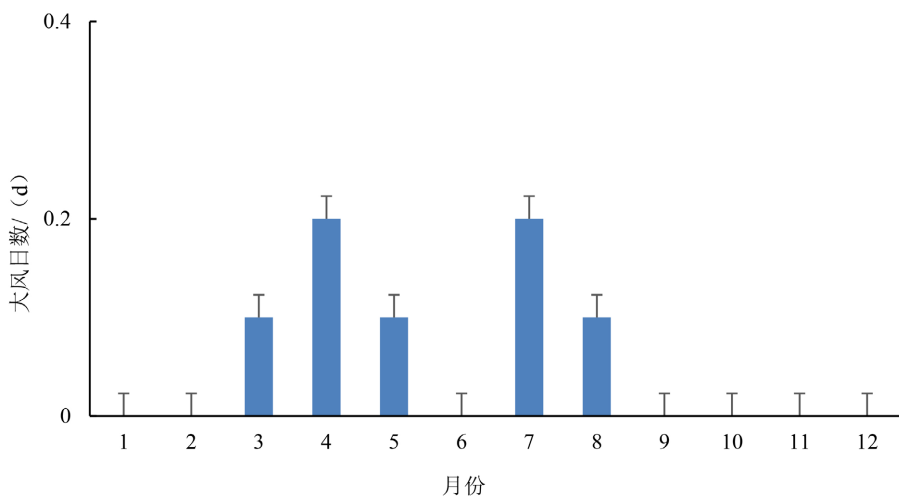


Figure 2. Variation of monthly gale days in Sansui County from 1978 to 2020
图 2. 三穗县 1978 年~2020 年月大风日数变化

年多年平均高温日数($\geq 35^{\circ}\text{C}$) 2.8 d, 最多值为 13.0 d, 出现在 2010 年。由图 3 可知, 最长连续高温日数可达 7 天, 年内出现连续 3 日及以上高温概率 20.9%, 出现连续 5 日及以上高温概率 4.7%, 高温天气有明显增加趋势, 表明高温灾害风险加重。但因出现连续 5 天及以上高温日数概率较低, 总体来说致灾风险较低。

高温对油菜的影响, 主要为日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 造成高温逼熟以致减产, 油菜高温逼熟发生在 4 月中旬~5 月上旬(油菜成熟期), 据 1978 年~2020 年气象资料统计, 年内 4 月中旬~5 月上旬出现连续 3 天日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 的概率为 25.6%, 出现连续 5 天日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 的概率为 4.7%, 最长连续日最高气温 $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 日数为 6.0 d, 总体来说致灾风险较低。

3.3.4. 低温阴雨寡照

据 1978 年~2020 年气象资料统计, 三穗县发生低温阴雨寡照日数年平均为 52.0 d, 低温阴雨寡照日数最多的年份为 1984 年, 为 94.0 d, 发生日数最少的年份为 2007 年, 为 12.0 d, 年均最长持续天数 14.8 d,

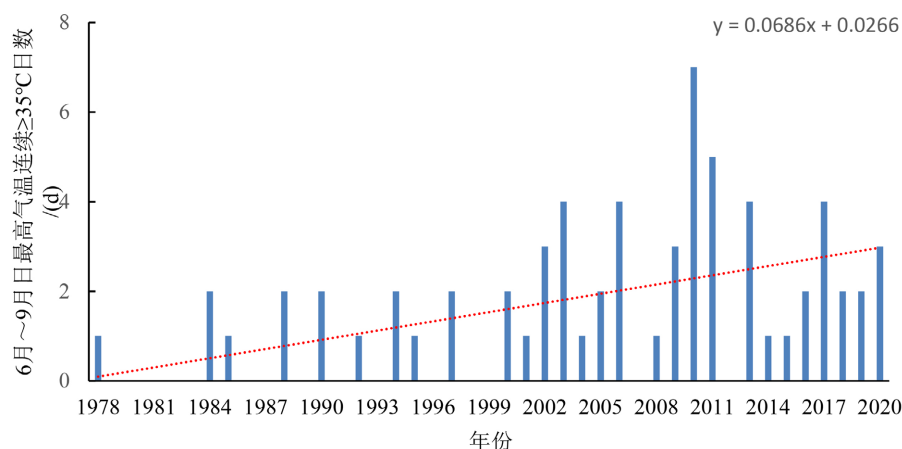


Figure 3. Variation of consecutive days with daily maximum temperature $\geq 35^{\circ}\text{C}$ from June to September in Sansui County, 1978~2020

图 3. 三穗县 1978 年~2020 年 6 月~9 月连续日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 日数变化图

持续时间最长的年份为 2018 年, 为 28.0 d, 最短为 2016 年, 为 7.0 d。三穗县低温阴雨寡照日数呈现出明显下降的变化趋势。由图 4 可知, 三穗县的低温阴雨寡照天气全年均有可能发生, 其中主要发生在春季, 冬季、秋季次之, 3 月低温阴雨寡照发生日数最多 10.1 d。低温阴雨寡照天气发生在水稻育秧播种期间, 气温偏低, 日光不足, 连阴雨 4 d~5 d 将出现烂籽烂芽, 秧苗易感染病害或因缺氧出现烂秧和死苗。成熟期遇到秋绵雨, 可能使稻谷在田中发芽, 霉变, 导致水稻无法收割。低温阴雨寡照对油菜苗期、蕾薹期、开花期、成熟期均有明显影响, 主要为抑制生长, 造成根系腐烂、成熟期霉变, 导致产量下降。总体来说, 低温阴雨寡照对水稻和油菜致灾风险较高。

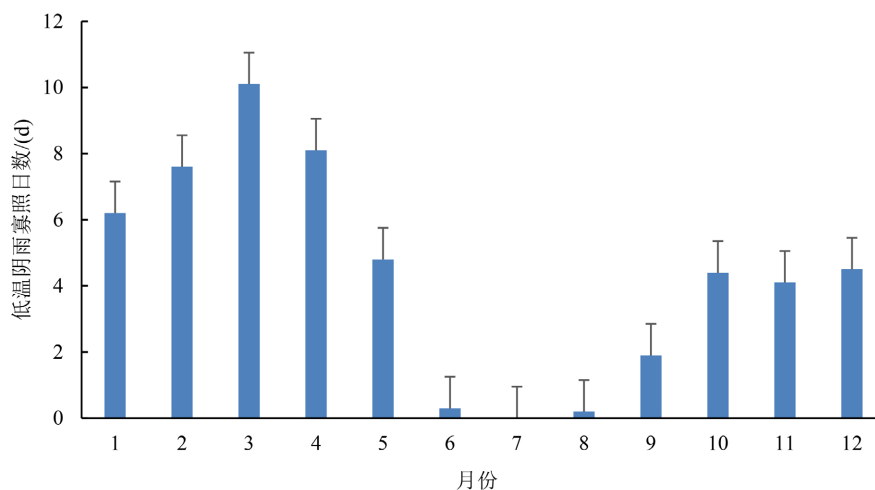


Figure 4. Variation of monthly average days with low temperature, continuous rain and insufficient sunshine in Sansui County, 1978~2020

图 4. 三穗县 1978 年~2020 年低温阴雨寡照月平均日数变化图

3.3.5. 冰雹

由图 5 可知, 1978 年~2020 年冰雹日数多年平均 1.0 d, 最多发生日数 8.0 d, 出现在 2020 年, 年内不发生冰雹的概率为 46.5%, 近年来, 冰雹日数略有增长的趋势。由图 6 可知, 三穗县冰雹天气集中在 2

月~4月, 2月为峰值, 为15.0 d。三穗县多年平均最大冰雹直径7.5 mm, 极值14.3 mm, 出现在1985年, 没有出现过大冰雹直径 ≥ 20 mm的大冰雹天气。冰雹损毁水稻秧棚和秧苗, 对油菜全生育期均有威胁, 高密度冰雹可导致油菜绝收, 致灾风险一般(油菜)或较低(水稻)。

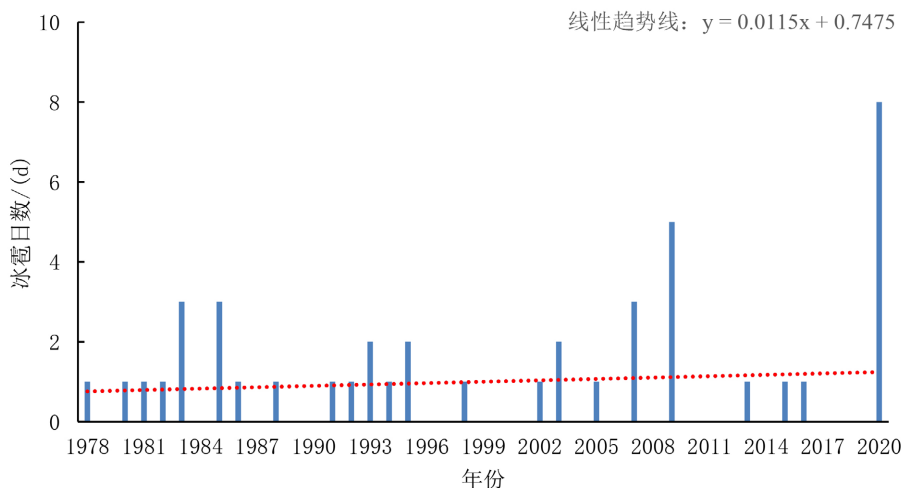


Figure 5. Interannual variation of annual hail days in Sansui County, 1978~2020

图 5. 三穗县 1978~2020 年冰雹日数年际变化

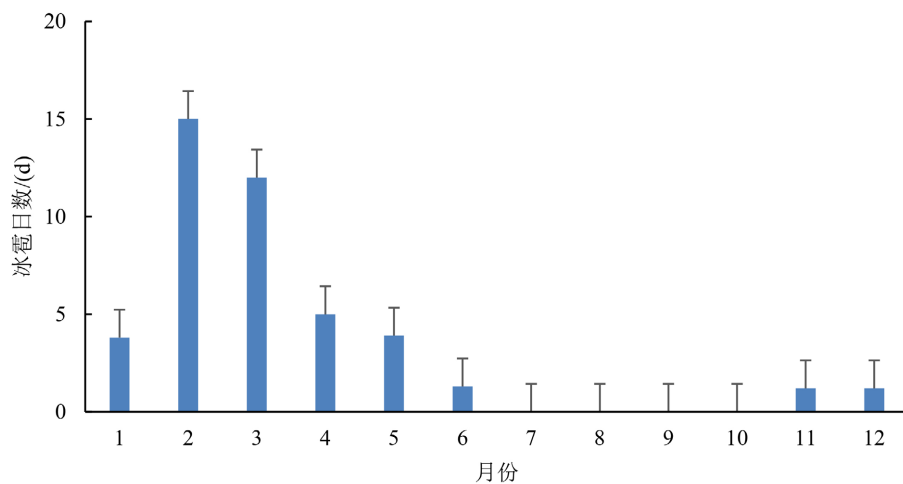


Figure 6. Intra-annual variation of hail days in Sansui County from 1978 to 2020

图 6. 三穗县 1978 年~2020 年冰雹日数年内变化

3.3.6. 干旱

根据 1981 年~2020 年气象资料统计, 三穗县多年干旱过程次数平均为 1.3 次, 1996 年干旱过程次数最多为 6.0 次; 多年平均重旱以上日数 13.9 d, 多年最长连续干旱日数平均为 24.1 d, 其中 1988 年最多为 88.0 d; 多年最长连续无降水日数平均为 18.1 d, 其中 1990 年最多为 34.0 d, 干旱发生较频繁。

根据 1981 年~2020 年气象干旱综合监测资料统计, 三穗县水稻种植全生育期(4 月~9 月)及油菜种植全生育期(9 月下旬~5 月中旬)均可能出现干旱。由图 7 可知, 4 月~9 月多年平均轻旱日数 27.0 d, 中旱日数 15.7 d, 重旱日数 6.6 d, 特旱日数 1.2 d; 每年出现轻旱及以上干旱的概率为 95%, 出现中旱及以上干旱的概率为 77.5%, 出现重旱及以上干旱的概率为 37.5%, 出现特旱的概率为 17.5%; 干旱较重年份往往

连续几年发生；轻、中早有减少趋势，而且减少趋势斜率较大，重、特早有增加趋势，但增加趋势斜率小。

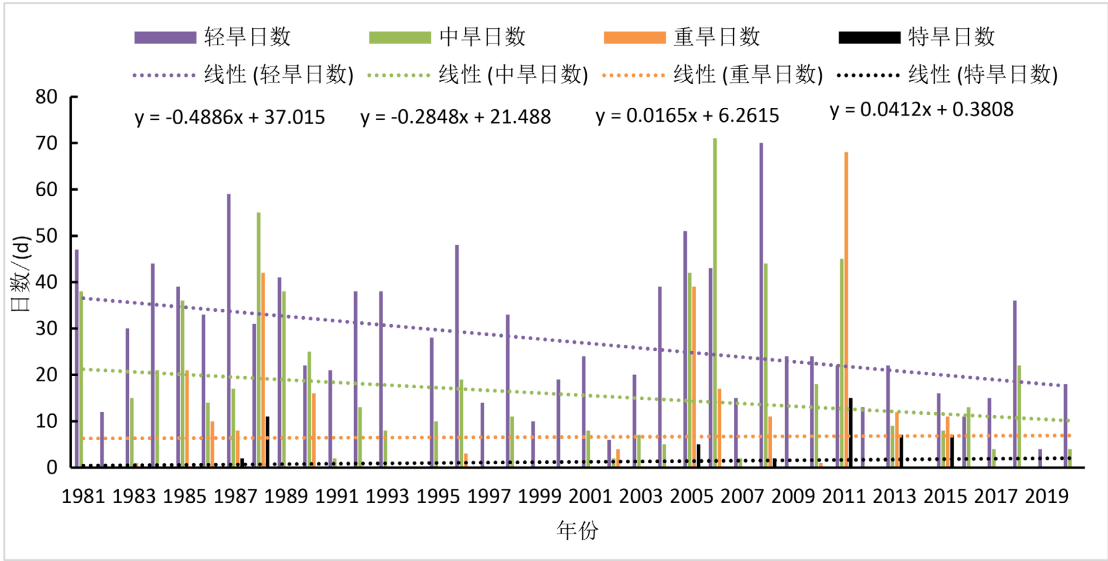


Figure 7. Interannual variation of annual drought days from April to September in Sansui County, 1981~2020
图 7. 三穗县 1981 年~2020 年 4 月~9 月干旱日数年际变化

由图 8 可知，9 月下旬~5 月中旬多年平均轻旱日数 22.9 d，中旱日数 13.6 d，重旱日数 7.3 d，特旱日数 1.7 d；每年出现轻旱及以上干旱的概率为 87.5%，出现中旱及以上干旱的概率为 67.5%，出现重旱及以上干旱的概率为 45.0%，出现特旱的概率为 22.5%；轻、重早有减少趋势，中、特早有增加趋势，轻旱变化趋势斜率较大，中、重、特旱变化趋势斜率小。

三穗县在水稻和油菜种植期间，干旱发生概率高，特别是重旱及以上干旱发生概率均达 4 成左右。干旱影响作物全生育期，轻则减产、重则绝收，致灾风险较高。

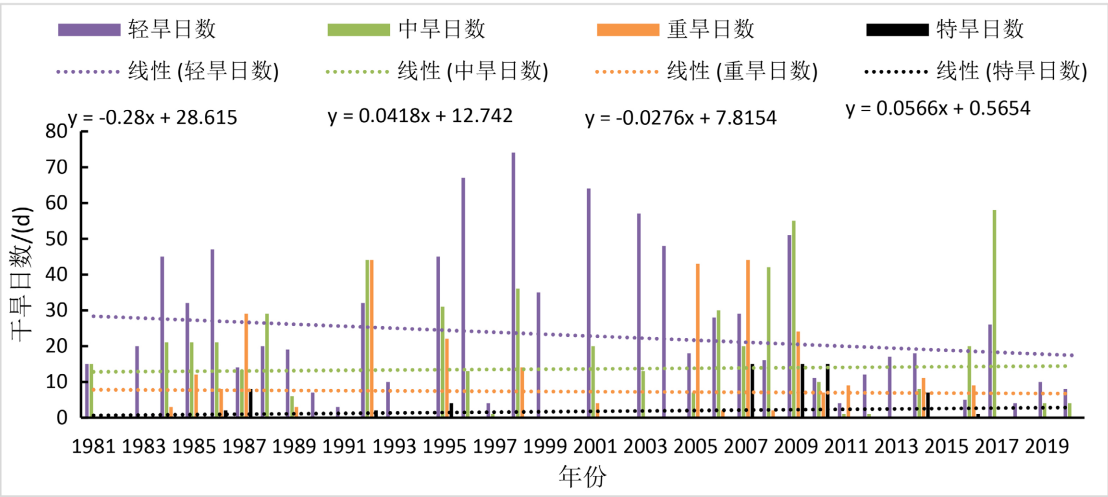


Figure 8. Interannual variation of drought days from late September to mid-May in Sansui County, 1981~2020
图 8. 三穗县 1981 年~2020 年 9 月下旬~5 月中旬干旱日数年际变化

3.4. 作物灾害风险等级划分

水稻：干旱、低温阴雨寡照(秋绵雨)致灾风险较高；暴雨致灾风险一般；大风、高温、冰雹致灾风险较低。

油菜：干旱、低温阴雨寡照(秋绵雨)致灾风险较高；冰雹致灾风险一般；大风、高温、暴雨致灾风险较低。

4. 讨论

三穗县作为北亚热带温和湿润季风气候区，降水充足、气温总体适宜，为水稻和油菜种植提供了良好的基础气象条件，但仍存在关键限制因素与灾害风险。日照时数偏低，水稻生育期平均日照 683 h、油菜蕾薹期至成熟期日均光照仅 2.6 h，远低于作物高产所需的光照阈值[4] [13]，这可能导致作物光合效率下降，干物质积累不足，是制约作物产量提升的核心气象因子。此外，油菜开花期至成熟期气温略低于最适温度，可能延长灌浆周期，影响油脂积累[13]。

在气象灾害方面，干旱和低温阴雨寡照(秋绵雨)是影响三穗县水稻、油菜生产的首要灾害，与贵州地区农业气象灾害总体特征一致。干旱的广泛性和持续性可导致作物全生育期水分胁迫，而低温阴雨寡照则通过温度抑制和光照不足双重作用影响作物生长，尤其对水稻育秧和油菜苗期的抗逆性提出更高要求。冰雹虽发生频率较低，但突发性强、破坏力大，对油菜的全生育期威胁显著，需重点关注春季降雹预警。

针对上述问题，可从三方面优化生产策略：一是品种选择，选用耐阴、耐寒、抗旱性强的水稻和油菜品种，如水稻可选择光合效率高的中晚熟品种，油菜可选用抗寒耐湿的双低品种；二是种植方式改良，水稻采用育秧棚避雨育苗，油菜推行起垄栽培，提升田间排水能力，同时合理密植以充分利用有限光照[6] [10]；三是灾害防控，建立干旱、低温阴雨寡照等高频灾害的监测预警体系，配套节水灌溉设施和防寒保暖措施，针对冰雹高发期做好冰雹天气监测预警和人工影响天气防雹作业。

本研究基于长期气象观测数据开展分析，数据可靠性高，但未考虑地形地貌对局部气象条件的影响，且未结合作物产量数据进行灾害损失量化分析，未来可进一步结合高标准农田具体地块的微气候观测和田间试验，深化气象条件与作物生长的耦合关系研究，提升研究成果的实践应用价值。

5. 结论

1、三穗县气候条件对单季水稻种植为中适宜区，对越冬型油菜种植为较适宜区，热量和降水条件总体满足作物生长需求，但日照时数偏低是主要限制因素，油菜开花期至成熟期气温略低于最适温度。

2、水稻和油菜生育期面临的主要气象灾害包括干旱、暴雨、大风、高温、低温阴雨寡照(秋绵雨)和冰雹，其中干旱、低温阴雨寡照(秋绵雨)致灾风险较高，大风、高温致灾风险较低，暴雨、冰雹灾害风险因作物种类存在差异。

3、本研究明确了三穗县水稻、油菜种植的气象条件优势与不足，以及各类气象灾害的致灾特征和风险等级，可为作物选种、种植方式改进和灾害精准防控提供科学依据，同时为气象为农服务的针对性优化提供参考，助力高标准农田农业生产提质增效。

参考文献

- [1] 张素玲, 唐洪雪, 张妍. 农业气象条件与水稻种植区划的关系探析[J]. 种子科技, 2023, 41(3): 136-138.
- [2] 叶海龙, 何利德, 吴海镇. 油菜生育期气象条件分析[J]. 江西农业学报, 2008, 20(11): 97-98.
- [3] 王春乙, 张继权, 霍治国, 等. 农业气象灾害风险评估研究进展与展望[J]. 气象学报, 2015, 73(1): 1-19.
- [4] 段居琦, 周广胜. 我国单季稻种植区的气候适宜性[J]. 应用生态学报, 2012, 23(2): 426-432.

-
- [5] 姜会飞, 段若溪. 农业气象学[M]. 北京: 气象出版社, 2018: 189-196.
 - [6] 高亮之, 李林, 金之庆. 中国水稻的气候资源与气候生态研究[J]. 农业科技通讯, 1986(4): 5-8.
 - [7] 吴战平, 龙俐, 张娇艳, 等. 贵州省干旱灾害风险评估及其气候预估[M]. 北京: 气象出版社, 2018: 9-12.
 - [8] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 118-120.
 - [9] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 456-462.
 - [10] 霍治国, 李世奎, 王素艳, 等. 主要农业气象灾害风险评估技术及其应用研究[J]. 自然资源学报, 2003(6): 692-703.
 - [11] 陈翔, 王月林, 巫丽君, 等. 江苏省洪泽县水稻灌浆成熟期低温阴雨寡照灾害预报研究[J]. 陕西农业科学, 2015, 61(11): 74-76+107.
 - [12] 汤兴芝, 黄治勇, 张荣, 等. 2010-2020 年全国冰雹灾害事件时空分布特征[J]. 暴雨灾害, 2023, 42(2): 223-231.
 - [13] 董芹, 霍焱, 蒋骏, 等. 油菜生育期气象指数等级及灾害预警指标研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(10): 84-90.
 - [14] 张翠娥. 宁安市水稻生育期气象条件及气象服务指标[J]. 黑龙江气象, 2015, 32(3): 40-41.
 - [15] 杨洋, 柯莉萍, 施倩雯, 等. 织金县水稻生长气象适宜性指标分析[J]. 气象水文海洋仪器, 2022, 39(2): 68-71+85.