

郭凌曜, 蒋元华, 廖玉芳. 油茶气象灾害普查和风险区划研究——以湖南为例 [J]. 灾害学, 2023, 38(1): 125–129. [GUO Lingyao, JIANG Yuanhua, LIAO Yufang. Camellia Oleifera Meteorological Disaster Census and Risk Zoning Research: Taking Hunan as an Example [J]. Journal of Catastrophology, 2023, 38(1): 125–129. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2023.01.019.]

油茶气象灾害普查和风险区划研究^{*}

——以湖南为例

郭凌曜^{1,2}, 蒋元华^{1,2}, 廖玉芳²

(1. 湖南省气候中心, 湖南 长沙, 410118; 2. 气象防灾减灾湖南省重点实验室, 湖南 长沙, 410118)

摘 要: 基于 2006—2016 年湖南油茶测产数据和同期临近气象站逐日气象观测数据, 采用极端天气气候事件影响判识、气象灾害指标独立性检验和相关检验等方法筛选构建湖南油茶主要气象灾害指标; 采用气象灾害发生概率与油茶减产率乘积之和构建气象灾害综合指数, 基于 1961—1990 年、1991—2020 年湖南 500 m × 500 m 历史气象资料小网格数据和 2021—2050 年气候变化预估网格数据, 分别统计各网格点气象灾害综合指数, 绘制不同气候背景下油茶气象灾害综合区划图和油茶气象灾害综合风险区划图。结果表明: 影响湖南油茶的主要气象灾害为春梢萌动期低温多雨、盛花期低温阴雨、幼果期低温、果实膨大高峰期干旱、油脂转化和积累高峰期高温、果实成熟期阴雨, 综合影响等级除高山区外, 大部地区为气象灾害低影响区, 对湖南大力发展油茶有利。通过该方法得到的结果较现有研究有了新的发现: ①气象条件对油茶产量的影响需从当年追溯至上年的春梢萌动期; ②油茶果实膨大高峰期干旱指标有效降水日数较降水总量更重要; ③油脂转化和积累高峰期的主要气象灾害是高温; ④在气候变化大背景下, 油茶气象灾害高影响等级在减轻, 但中、低风险区范围明显增大, 需加大气象灾害减灾措施和抗逆品种的研发力度。

关键词: 油茶; 气象灾害; 普查; 风险; 区划; 湖南

中图分类号: S794.4; P429; S42; P49; X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2023)01-0125-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2023.01.019

油茶已成为我国近年发展的朝阳产业, 2013—2018 年间油茶种植面积增加约 60 万 hm^2 。气象条件是影响油茶产量和品质最为重要、最为活跃的自然因素, 又因油茶主要种植在山丘区, 抗灾基础设施建设薄弱而影响更大, 规避气象风险显得尤为重要, 成为了众多油茶研究者和生产者的研究目标。基于观测^[1-5]、实验^[6-7]、调查^[8]、统计分析^[9-26]等方法, 找出的油茶主要气象灾害有花期低温、花期阴雨、果期高温、果期干旱、花芽成熟期高温、果期阴雨等, 但不同地区主要气象灾害不同, 如湖北麻城市为^[1]花期低温(最低气温 $\leq -3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时油茶开始产生落花落果现象, $\leq -6.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时或连续多日低温时落花落果显著增加)、果实膨大期关键时段(6 月中旬至 7 月上旬)持续性降水(连续降水日数 $\geq 3\text{ d}$ 时发生落果现象)、高温(日最高气温 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数 $\geq 10\text{ d}$ 或 $\geq 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 日数 $\geq 5\text{ d}$, 且无降水时, 会导致异常落果); 湖南有高温干旱^[7-8,11]、山丘区^[4,11,15]的花期低温多雨(最低气温 $\leq -2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 次年油茶减产 20% ~ 40%; $\leq -3.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 减产可达 30% ~ 90%; 花垣县盛花期 31 d, 雨日在 14 ~ 23 d 之间时油茶低产)、果实膨大和油脂转化期干旱(降水较常年偏少 50% 以上,

且先年花期日照时数小于 200 h, 油茶减产 20% ~ 60%)^[17]、花芽成熟期高温^[15](导致油茶开花期推迟 10 ~ 15 d)等; 江西有高温干旱^[18-19]、宜春的花期低温高湿^[16]、袁州区 2—6 月“倒春寒”^[10]、遂川县的花期霜冻^[18]; 广西三江侗族自治县有花期降雨^[12]、高温干旱^[21], 以及凤山县的 7 月少雨(7 月雨量低于历年同期平均值或雨日少于 22 d)、8 月多雨 9 月少雨^[22](8 月份雨量多于 210 mm、9 月份雨量低于历年同期平均值, 均会导致低产)、高温干旱^[23]等, 广西巴马瑶族自治县的高温干旱^[20](春旱加剧油茶落花落果、7 月下旬至 9 月的高温干旱不利于油茶果实形成或形成果实不饱满)等; 浙江中部丘陵地区^[13-14]有花期(10—12 月初)低温阴雨寡照、油果增长和油脂转化期高温干旱(8—9 月最高气温 $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 天数 $\geq 20\text{ d}$ 低产), 临安市^[2,9]为花期低温(气温为 $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的霜冻可使开花前后多日开的花座果率下降)、花芽成熟期气温偏高(9 月平均气温高导致花期推迟, 次年低产), 龙游县为^[6,9]霜冻(最低气温在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下, 受冻花朵无法接受异花授粉, 未开放的花苞经过几次霜

^{*} 收稿日期: 2022-07-15 修回日期: 2022-11-15

基金项目: 中国气象局创新发展专项(CXFZ2022J055); 湖南神农国油茶产业科技创新创业团队(湘人才发[2022]9 号); 湖南省重点研发计划农业领域技术创新项目(2016NK2175); 湖南省重大科技专项(2018NK1030)

第一作者简介: 郭凌曜(1987-), 女, 汉族, 湖南澧县人, 高级工程师, 主要从事气候影响评估研究。

E-mail: guolingyao@163.com

通讯作者: 廖玉芳(1962-), 女, 汉族, 湖南安乡人, 正研级高级工程师, 主要从事气候分析评估与气候变化研究。

E-mail: lyf_13975681873@163.com

冻后往往大量脱落), 丽水县^[13]为盛花期(1月中下旬)低温(最低气温为0℃时油茶花瓣开始有轻度冻害, -4~-2℃以下时冻害严重)、多雨(雨日对产量的影响大于降水量)、夏季干旱, 安吉县^[26]为盛花期霜冻; 影响安徽省^[25]油茶低产的重要因素之一是低温, 安庆市^[24]为花期低温(花期遭遇连续7d霜冻, 次年油茶籽产量只有上年度的48.7%)。在油茶气象灾害风险区划方面, 林志坚等^[27]利用江西省境内87个气象台站1981—2015年气象资料, 以油茶花期最适宜温度区间16~17.9℃为基准, 基于16~12℃、8~12℃、<8℃区间划分低温影响等级, 制作江西省油茶低温灾害风险等级区划图。

上述研究多基于已出现的对油茶构成重大影响的气象灾害查找致灾临界条件, 所定义的油茶气象灾害时段欠客观; 同时油茶有不同于其他农作物之处, 气象条件对产量的影响时间长, 可自当年10月追溯至上年3月, 采用上述方法难能建立系统性的气象灾害指标。在油茶气象灾害风险区划方面, 仅有个别学者基于历史气象信息开展了单灾种风险区划。现有研究成果还难能为油茶防灾减灾和趋利避害提供系统性的科技支撑。

湖南油茶种植面积、总产量、产值均位居全国第一, 以湖南为研究区域, 基于油茶产量和气象数据开展油茶气象灾害普查, 建立系统性的油茶气象灾害指标; 构建油茶气象灾害综合区划指数, 基于历史气象资料和气候变化预估资料开展油茶气象灾害综合区划和风险区划。为油茶趋利避害科学布局、油茶气象致灾临界条件预警预报、油茶气象灾害防御措施研究提供全方位的技术支持, 并为全国油茶气象灾害普查和风险区划及农作物气象灾害风险区划提供可借鉴的思路、方法。

1 资料及来源

1.1 气象资料

(1) 历史气象资料。1961—2020年湖南省97个国家地面气象观测站逐日平均气温、最高气温、最低气温、降水量、日照时数、平均相对湿度、最小相对湿度、平均风速、天气现象等观测数据及2008—2020年3400余个区域自动气象站逐日平均气温、最高气温、最低气温、降水量等观测数据来源于湖南省气象信息中心。

(2) 历史气象资料网格数据。基于历史气象资料采用最优网格化方案开展气象要素插值^[28], 构建1961—2020年逐日各气象要素500m×500m网格数据集。

(3) 气候预估数据。基于BCC-CSM1.1全球模式数据(由中国自主设计研制的全球模式, 分辨率为1°×1°, 时间包括1980年1月1日—2099年12月31日, 要素包括平均气温、最高气温、最低气温、降水、风速、相对湿度等)的RCP4.5数据。采用双线性插值方法插值到湖南省97个国家地面气象台站, 其中1980—2005年为模拟值, 2006—2099年为预估值。通过模拟值与实际观测值的差值或比值对预估值进行订正; 日照时数采用订正后的气温、降水数据与历史日照时数进行拟合, 得到预估的逐日日照资料^[29]。选择订证后的2021—2050年(30年)气候变化预估数据网格化, 分辨率为500m×500m, 用于未来30年油茶气象灾害风险区划。

1.2 油茶产量资料

2006—2016年油茶鲜果产量数据来源于湖南省林业科学院31个油茶测产点(油茶基本进入挂果稳定期)测产数据, 过滤掉测产年份小于5年的测产点数据, 24个油茶测产点(分布在湖南西部、西北部、东北部、中部及南部等地)数据有效样本数共176个。对每个测产点每年的油茶鲜果产量数据进行标准化处理。

2 油茶气象灾害普查及指标构建

2.1 方法

(1) 油茶气象灾害普查。构建油茶气象灾害普查数据序列, 包括标准化油茶产量数据序列(地点、年份、标准化产量)及气象指标数据序列, 按时间、地点关联标准化产量数据和气象指标数据, 对第*i*项气象指标数据序列进行升序(降序)排列, 设排序后的第*i*项指标数据序列为 $x(i, j)$, $j=1, 2, \dots, n$ (样本数); 标准化产量数据联动变化后的序列为 $y(h, j)$, $h=1, 2, 3$, 分别为油茶测产地点、测产年份和标准化产量, j 同前。按下式依序滑动统计标准化产量为负值的累计频率 $P(i, j)$ 。

$$P(i, j) = \frac{\sum_{i=1}^j 1}{j}, y(3, j) < 0. \quad (1)$$

基于 $P(i, j)$ 设立气象灾害判识条件和确立致灾阈值, 即满足下列条件之一者列入油茶气象灾害初选指标: ①若 $P(i, j) \geq 80\%$, 且 $j > 10$ 、 $P(i, 1) \neq 0$, 该指标列入气象灾害初选指标; 若 $j = m$ 为 $P(i, j)$ 首次 $< 80\%$ 的序号, 则致灾临界条件为 $x(i, m-1)$ 。②若 $P(i, j) \geq 90\%$, 且 $5 < j \leq 10$ 、 $P(i, 1) \neq 0$, 则该指标列入气象灾害初选指标; 若 $j = mk$ 为 $P(i, j)$ 首次 $< 90\%$ 的序号, 则致灾临界条件为 $x(i, mk-1)$ 。③若 $P(i, j) = 100\%$, 且 $j = 5$, 则该指标列入气象灾害初选指标; 致灾临界条件为 $x(i, 5)$ 。

(2) 油茶气象灾害指标确认。

①对入选的指标进行独立性检验: 设有*k*项指标进入油茶气象灾害初选指标, 满足致灾临界条件的样本数为 m_i , $i=1, 2, \dots, k$, 每次挑选样本数最小的指标对应的 $y(h, j)$ 与其他指标对应的 $y(h, j)$ 比较, 若90%的样本(地点、年份、标准化产量为负的值)包含在其他指标对应的样本中, 剔除该指标。

②对通过独立性检验的指标进行相关性检验: 计算指标序列与标准化产量序列的相关系数, 将通过0.05信度检验的指标确定为油茶气象灾害指标。

2.2 湖南油茶气象灾害指标及危害机理分析

(1) 油茶气象灾害指标。基于蒋元华等^[30]定义的气象指标, 采用2.1方法从1222项指标中普查确认的湖南油茶气象灾害指标为: ①春梢萌动期低温多雨灾害指标: 日平均气温 ≥ 5.0 ℃的活动积温 ≤ 96.0 ℃·d, 或日降水量 ≥ 25 mm的日数 ≥ 3 d。②油茶盛花期低温阴雨灾害指标: 日降水量 ≥ 1.0 mm雨日 ≥ 22 d, 或日平均气温 ≥ 10.0 ℃积温 ≤ 320.0 ℃·d, 或日照时数 ≤ 55.0 h。③油茶幼果期低温灾害指标: 极端最低气温 < -0.6 ℃。④果实膨大高峰期干旱灾害指标: 日降水量 ≥ 1.0 mm雨日 ≤ 10 d。⑤油脂转化和积累高峰期高温灾害指标: 日最高气温 ≥ 35.0 ℃的天数 ≥ 19 d。

⑥果实成熟期阴雨灾害指标: 日降水量 ≥ 0.1 mm 雨日 ≥ 25 d。

(2)油茶气象灾害影响机理。针对查找出的湖南油茶气象灾害, 分析其影响机理: 春梢萌动期低温多雨灾害主要是造成春梢有效芽数降低, 影响花芽分化, 进而影响次年油茶产量。油茶盛花期低温阴雨灾害主要抑制传粉昆虫活动和花粉正常散发, 导致次年坐果率低而减产。油茶幼果期低温灾害主要是导致果实受冻而产生异常落果。果实膨大高峰期干旱灾害主要是导致果实体积不能正常膨大, 而出现“干果”现象。油脂转化和积累高峰期高温灾害主要是抑制油脂转化而造成“干油”(即茶籽含油率降低)。果实成熟期阴雨灾害主要是造成成熟油茶果不能及时采摘, 果实发生霉变和油脂酸败。

(3)湖南油茶气象灾害影响案例。2019 年春梢萌动期低温多雨, 2020 年油茶大部减产 2 成左右。2015 年油茶花期遭遇低温阴雨灾害, 2016 年大部地区油茶减产 3 成以上, 25 个油茶测产点 8 个测产点减产 5 成以上; 2013 年果实膨大高峰期发生干旱灾害, 当年大部地区油茶产量减产 3 成以上, 21 个测产点 6 地减产 5 成以上。2021 年油脂转化和积累高峰期发生高温灾害, 大部地区油茶籽含油率偏低, 出现丰产不丰收现象。2010 年湖南中部地区出现幼果期低温灾害, 该区域当年油茶减产 3 成以上。

3 油茶气象灾害综合区划与风险区划

3.1 湖南油茶气象灾害综合区划

定义油茶气象灾害综合指数 HP 为:

$$HP = \frac{\sum_{i=1}^6 H_i \times P_i}{\sum_{i=1}^6 H_i} \quad (2)$$

式中: i 为 2.2 中 6 种油茶气象灾害指标序号, P_i 为第 i 种气象灾害发生频率; H_i 为第 i 种气象灾害导致的油茶平均减产率。

基于 1961—1990 年、1991—2020 年 500 m \times 500 m 气象资料网格数据统计各网格点 HP , 依据 HP 值的大小将气象灾害综合影响程度划分为微、低、中、高四个等级, 对应的区划临界值分别为 <0.1 、 $0.1 \sim 0.16$ 、 $0.16 \sim 0.3$ 、 ≥ 0.3 , 分别绘制湖南 30 年油茶气象灾害综合影响等级分布图(油茶气象灾害综合区划图)。从图 1a 可以看出: 1961—1990 年气象灾害高影响等级区主要位于武陵山、雪峰山、南岭及幕阜山等高山区, 占全省国土面积的 15.4%; 中等级别影响区主要位于高影响区的周边区域, 占全省国土面积的 26.1%; 低影响区主要位于河谷地带, 占全省国土面积的 30.3%; 微影响区主要位于洞庭湖平原及湘江流域地带, 占全省国土面积的 28.3%。与上个 30 年比, 近 30 年(1991—2020 年, 图 1b)气象灾害高影响区、中影响区范围显著减少, 位于高山上部区域, 分别仅占全省国土面积的 5.0%、10.5%; 低影响区围绕在中影响区边缘, 占全省国土面积的 12.8%, 较上个 30 年范围减少一半以上; 其余地区均为微影响区, 占全省国土面积的 71.7%, 是上个 30 年范围的 2.5 倍。

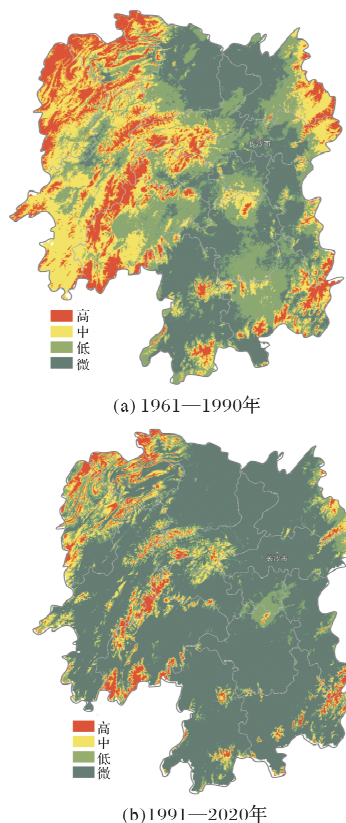


图1 湖南省油茶气象灾害综合区划图
(该图基于湖南省标准地图服务网站下载的审图号为湘 S(2022)034 号的标准地图制作, 底图无修改, 下同)

3.2 湖南油茶气象灾害风险区划

风险是潜在的损失, 可用期望值(损失 \times 发生概率)的大小描述风险等级, 依据前面定义的油茶气象灾害综合指数, 基于 2021—2050 年 500 m \times 500 m 气候变化预估资料网格数据, 统计各网格点气象灾害综合指数, 用于描述各气象灾害发生的风险程度, 风险等级划分方法同 3.1, 绘制湖南油茶气象灾害综合风险区划图。从图 2 可以看出: 湖南高风险区范围极小, 仅占全省国土面积的 1.2%, 主要位于湖南西北部边缘、东部边缘、雪峰山的高山区域; 中风险区范围占全省国土面积的 31.0%, 主要位于湘西北地区、雪峰山沿线、湘江流域及湘东边缘地区; 微风险区面积占全省国土面积的 8.4%, 位于湖南南部边缘地带; 其余为低风险区, 占全省国土面积的 59.4%。相对于近 30 年区划结果, 油茶未来 30 年高影响区范围进一步减小, 中影响区及低影响区范围明显增大, 说明在气候变化大背景下, 未来油茶种植气象风险等级在提高。

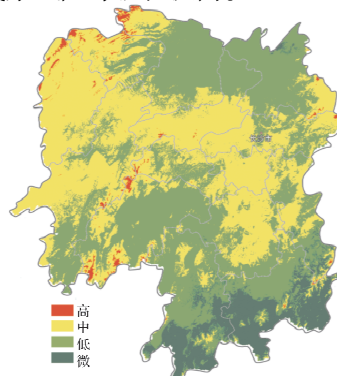


图2 湖南省 2021—2050 年油茶气象灾害综合风险区划图

4 结论与讨论

4.1 结论

(1)采用天气气候事件极端性滑动分析、独立性检验、相关分析等方法,从定义的1222项气象指标中筛选、甄别出湖南油茶致灾气象指标6类,分别是春梢萌动期低温多雨、油茶盛花期低温阴雨、油茶幼果期低温、果实膨大高峰期干旱、油茶转化和积累高峰期高温、果实成熟期阴雨。

(2)基于500 m×500 m历史气象资料小网格数据计算油茶气象灾害综合指数,开展油茶气象灾害综合影响程度区划;基于500 m×500 m气候变化预估小网格数据计算油茶气象灾害综合指数,进行未来油茶气象灾害风险评估。结果表明,上30年到未来30年,油茶气象灾害高影响等级区范围在不断减小,但中、低影响等级面积从减小转为增大,微影响等级面积从增大转为减小。

4.2 讨论

(1)采用升(降)序方式分析气象指标与油茶产量的关联性,进而筛选、甄别建立油茶气象灾害指标,遵循的是极端天气气候事件致灾思路;油茶气象灾害普查指标的构建有年尺度指标,也有油茶各物候期指标,改变了用自然月、年统计气象指标的方法,实现了气象影响因素全覆盖。结果表明,采用上述思路构建气象灾害指标系统、客观,可全面有效挖掘影响油茶产量的主要气象因素,且较现有油茶气象灾害指标有了新的发现,如春梢萌动期的气象条件可影响到翌年油茶产量,导致油茶“干球”有效降水日数较降水总量更关键,高温是引起油茶“干油”最关键的因子,油茶果成熟期的阴雨同样能导致油茶减产等,而且致灾机理明确。

(2)张琪等^[31]采用减产强度和产量波动的乘积与抗旱能力之比定义单灾种干旱的风险指数开展玉米干旱风险区划,顾万龙等^[32]采用标准化霜冻日数与面积的乘积定义冬小麦各级晚霜冻害评价指数开展河南省冬小麦晚霜冻害风险区划,本研究采用各气象灾害发生频率与减产率乘积之和定义油茶气象灾害综合指数,依据历史信息开展的区划用于客观描述气象灾害综合影响程度,用未来预估信息开展的区划客观描述气象灾害综合风险程度,符合风险概念,区划不仅具有综合性,前后结果还具有可比性,利于通过气象灾害影响动态分析开展种植决策。

(3)在气候变化大背景下,油茶气象灾害高影响等级总体在减轻,但中、低等级影响范围在增大,需高度重视油茶气象防灾减灾措施研究和抗性品种的研究。

(4)本研究方法不仅可适用于油茶气象灾害指标的构建和区划,也适用于其他农作物产量、品质气象影响指标的构建和区划。

参考文献:

[1] 刘中新,周汝宝,陶列,等.引起鄂东北油茶落花落果的气

- 象灾害研究[J].中低纬山地气象,2019,43(2):34-38.
- [2] 黎章矩,汪孝廉,吴德晔.气候条件与油茶开花结果关系的研究[J].浙江农林大学学报,1981(2):1-11.
- [3] 黎章矩,曾燕如,戴文圣.油茶低产低效的内外影响因子调查[J].林业科技开发,2009,23(5):26-31.
- [4] 李邀夫.气候与油茶结实大小年关系探讨[J].湖南林业科技,1979,6(6):25-28.
- [5] 曾燕如,黎章矩,戴文圣.油茶开花习性的观察研究[J].浙江林学院学报,2009,26(6):802-809.
- [6] 黎章矩.油茶开花习性几个问题的研究[J].浙江农业科学,1987,28(3):120-124,149.
- [7] 钟飞霞,王瑞辉,廖文婷,等.高温少雨期环境因子对油茶果径生长的影响[J].经济林研究,2015,33(1):50-55.
- [8] 廖玉芳,郭凌曜,蒋元华,等.油茶与气候[M].长沙:湖南大学出版社,2020:121-139.
- [9] 曾燕如,黎章矩.油茶花期气候对花后坐果的影响[J].浙江林学院学报,2010,27(3):323-328.
- [10] 郭水连,郭亮,郭卫平.气候对油茶产量的影响研究[C]//S10气象与现代农业发展.北京:中国气象学会,2012:6.
- [11] 王道藩.湖南省丘陵山地油茶气候资源的研究[J].农业气象,1983,4(2):11-13.
- [12] 刘梅,刘永裕.三江县油茶生产的气候适应性分析[J].气象研究与应用,2007,28(S1):90-91,94.
- [13] 林葆威,周蕾芝.丽水县油茶产量的气候分析[J].浙江气象科技,1983(3):38-41.
- [14] 郭文扬,汪铎.浙江中部丘陵地区油茶产量气候分析[J].农业气象,1987,8(2):31-34.
- [15] 谢培雄.气候因子与油茶产量的关系[J].湖南林业科技,1984,11(3):21-23.
- [16] 彭清莲,郭友德,张丽.油茶产量与气象条件的相关分析及其预报方法[J].江西气象科技,1998(2):21(2):27-29,31.
- [17] 左继林,徐林初,李江,等.赣无1油茶优良无性系经济性状与气象因子的典型相关分析[J].中南林业科技大学学报,2010,30(7):43-49,69.
- [18] 黎丽.遂川县油茶种植气候区划及生产建议[J].现代农业科技,2009(24):281,284.
- [19] 左继林,徐林初,龚春,等.油茶无性系鲜出籽率变化规律与气象因子关系[J].林业科技开发,2009,23(5):60-64.
- [20] 赖英度,陈锡勤,黄子芹.巴马县油茶种植的气候条件分析[J].气象研究与应用,2009,30(3):57-59.
- [21] 曹俊仪,韦祖明,黄小枝.气候条件对油茶籽含油量、出油率的影响[J].广西农业科学,1984,15(4):36-38.
- [22] 黎素娟,刘作章.油茶产量与气象条件关系的初步探讨[J].广西林业科技资料,1981,10(3):40-44.
- [23] 甘一忠,刘流.用聚类分析方法作油茶产量的气象条件分析及预报[J].广西气象,1983,4(4):28-32.
- [24] 黄志松.油茶生长发育与生态环境关系剖析[J].安徽林业,2009,35(4):45-46.
- [25] 金笑龙,肖正东,陈素传,等.安徽省大别山油茶选优研究[J].林业科技开发,2011,25(3):22-26.
- [26] 中国农林科学院安吉科技队.1976年油茶大幅度减产原因的分析[J].气象科技资料,1978,6(4):33.
- [27] 林志坚,郑小安,汪建军.江西省油茶低温灾害风险区划[J].能源研究与管理,2020,43(2):73-76.
- [28] 廖玉芳,白树仁,赵福华,等.湖南省精细化农业气候区划[M].长沙:湖南大学出版社,2018:117-125.
- [29] 廖玉芳,彭嘉栋,陈隆升.湖南油茶产量气象条件分析[M].长沙:湖南大学出版社,2019:149-153,25-28.
- [30] 蒋元华,廖玉芳,黄超,等.基于气象条件的油茶产量模型研究[J].经济林研究,2018,36(2):64-72.
- [31] 张琪,张继权,佟志军,等.干旱对辽宁省玉米产量影响及风险区划[J].灾害学,2010,25(2):87-91.
- [32] 顾万龙,姬兴杰,朱业玉.河南省冬小麦晚霜冻害风险区划[J].灾害学,2012,27(3):39-44.

Camellia Oleifera Meteorological Disaster Census and Risk Zoning Research: Taking Hunan as an Example

GUO Lingyao^{1,2}, JIANG Yuanhua^{1,2}, LIAO Yufang²

(1. Hunan Climate Center, Changsha 410118, China; 2. Key laboratory of Hunan Province for Meteorological Disaster Prevention and Mitigation, Changsha 410118, China)

Abstract: Based on the production measurement data of *Camellia oleifera* in Hunan from 2006 to 2016 and the daily meteorological observation data of nearby meteorological stations during the same period, the main meteorological disaster indicators of *Camellia oleifera* in Hunan are screened and constructed by methods such as the impact identification of extreme weather and climate events, the independence test of meteorological disaster indicators and related tests. The sum of the products of the probability of occurrence of meteorological disasters and the yield reduction rate of *Camellia oleifera* was used to construct a comprehensive index of meteorological disasters. Based on the small grid data of 500 m historical meteorological data in Hunan from 1961 to 1990 and from 1991 to 2020 and the grid data of climate change prediction in 2021—2050, The comprehensive index of meteorological disasters of each grid point is counted, and the comprehensive zoning map of meteorological disasters of *camellia oleifera* and the comprehensive risk zoning map of meteorological disasters of *camellia oleifera* under different climate backgrounds are drawn. The results showed that the main meteorological disasters affecting *Camellia oleifera* in Hunan are low temperature and rain during the spring shoot germination period, low temperature and rain during the full flowering, low temperature at the young fruit, drought at the peak of fruit expansion, high temperature during the peak period of transformation and accumulation of grease, and cloudy and rainy during the fruit maturity period. In addition to the high mountain areas, most of the areas are low – impact areas of meteorological disasters, which is beneficial to Hunan’s vigorous development of *camellia oleifera*. The results obtained by this research method have new findings compared with the existing research as: ①The impact of meteorological conditions on the yield of *Camellia oleifera* should be traced back to the spring shoot sprouting period of the previous year. ②It is more important than the total amount of precipitation. ③The main meteorological disaster during the peak period of transformation and accumulation of grease is high temperature. ④under the background of climate change, the degree of high impact of *camellia* meteorological disasters is decreasing, but the scope of medium and low risk areas is obviously increasing, it is necessary to increase the research and development of meteorological disaster mitigation measures and stress – resistant varieties.

Keywords: *Camellia oleifera*; meteorological disaster; census; risk; zoning; Hunan