

文章编号: 1674-7054(2022)04-0391-06



## 琼中绿橙气候品质认证技术研究

张亚杰<sup>1,3</sup>, 陈升宇<sup>2,3</sup>, 杨静<sup>1,3</sup>, 张明洁<sup>1,3</sup>, 张京红<sup>1,3</sup>

(1. 海南省气候中心, 海口 570203; 2. 海南省气象服务中心, 海口 570203;  
3. 海南省南海气象防灾减灾重点实验室, 海口 570203)

**摘要:** 为了助推琼中绿橙气候品质认证工作, 提升绿橙的附加值和市场竞争力, 以琼中县国家气象站1981—2010年和区域自动气象站2020年的气象观测数据为资料, 从种植气候适宜性、当年生长季气候条件、企业生产管理水平等3方面, 选取琼中绿橙气候品质认证指标, 构建了琼中绿橙气候品质认证模型。对2020年11月份采摘的琼中绿橙进行了气候品质等级认证, 认证评分为93.5分, 等级为“优”。

**关键词:** 琼中绿橙; 气候品质; 认证

中图分类号: S 162.5 文献标志码: A

引用格式: 张亚杰, 陈升宇, 杨静, 等. 琼中绿橙气候品质认证技术研究 [J]. 热带生物学报, 2022, 13(4): 391-396. DOI: 10.15886/j.cnki.rds wxb.2022.04.010

海南绿橙 *Citrus sinensis*, 属于芸香科柑橘属 *Citrus*, 为红江橙的改良品种, 于1988年从广东廉江引入海南琼中进行试种, 以皮绿汁多味甜皮薄而著称全国。目前, 在海南琼中、海口、澄迈等地均有种植, 其中, 琼中发展迅速。琼中绿橙商标于2006年1月被国家商标局批准注册, 为琼中特色的品牌农产品, 已成为琼中县种植业的主导产业之一<sup>[1]</sup>。截至2020年, 琼中县绿橙种植面积达1 266.7 hm<sup>2</sup>, 收获面积566.7 hm<sup>2</sup>, 总产量1.3万t, 为琼中县种植面积最大的热带水果<sup>[2]</sup>。

气候条件是影响农产品品质的重要因素之一, 尤其是果实成熟时期气象条件对糖分积累起到至关重要的作用。农产品气候品质认证是根据农产品果实品质形成与气候条件、田间管理等因素之间的关系, 通过数据采集分析研究构建认证模型, 经过销售者和消费者独立的第3方机构基于客观真实的气象观测资料对农产品品质优劣进行客观化的等级认证, 不仅能够为农产品的日常种植管理、防灾减灾提供气象保障, 也可提升当地名特优农产品的品牌竞争力和产品附加值。自

2012年浙江省开展安吉白茶农产品气候品质认证工作以来<sup>[3]</sup>, 全国各地逐步开展了针对当地特色农产品的相关品质认证工作, 不同农产品的气候品质认证技术研究也逐渐开展。目前, 主要研究对象分为水果、茶叶、粮食作物3类。以水果类农产品气候品质认证技术研究较多, 如张向荣等<sup>[4]</sup>、刘璐等<sup>[5]</sup>、付芳婧等<sup>[6]</sup>基于气候条件、气象灾害或生产管理措施等与猕猴桃品质的关系先后开展了猕猴桃气候品质认证技术研究; 徐腊梅等<sup>[7]</sup>通过筛选影响葡萄品质的主要气象因子, 建立新疆葡萄气候品质认证模型; 桂园园等<sup>[8]</sup>、黄娟等<sup>[9]</sup>、史桂芬等<sup>[10]</sup>先后对鹰潭市早熟梨、库尔勒香梨、宁陵酥梨开展了气候品质认证技术研究; 车秀芬等<sup>[11]</sup>、张和稳等<sup>[12]</sup>基于气象条件对芒果品质影响分析, 分别构建了海南芒果、百色芒果气候品质认证模型; 刘璐等<sup>[13]</sup>、田东霞等<sup>[14]</sup>基于气象条件、气象灾害及生产管理措施等对苹果品质的影响, 先后构建了陕西红富士苹果、北京市昌平区苹果气候品质认证模型; 丁圣<sup>[15]</sup>等通过分析气象要素与火龙果品质的关系, 开展了元江县红心火龙果的气候品

收稿日期: 2021-07-15

修回日期: 2022-03-05

基金项目: 国家重点研发计划项目(2019YFD1002203)

第一作者: 张亚杰(1987-), 男, 高级工程师, 硕士. 研究方向: 应用气象、气象防灾减灾. E-mail: zhyajie87@163.com

通信作者: 张京红(1968-), 女, 研究员, 博士. 研究方向: 应用气象、生态与遥感. E-mail: janezhjh@163.com

质认证技术研究;张明洁等<sup>[16]</sup>通过分析莲雾不同生育期的气象要素对品质的影响,构建了莲雾气候品质认证模型;侯忠新等<sup>[17]</sup>利用统计方法筛选指标,构建了蓝莓气候品质认证模型;王莹等<sup>[18]</sup>基于气候条件、田间管理水平等因子,构建了大樱桃气候品质认证模型。目前,针对橙类气候品质认证技术的研究较少,张智勇等<sup>[19]</sup>、龙余良等<sup>[20]</sup>和谢远玉等<sup>[21]</sup>根据脐橙品质与关键生育期气象因子的关系,先后建立了赣南脐橙气候品质认证指标、评价模型及分级标准,但在果园管理水平和气象灾害影响等方面仍没有相应的认证模型。

笔者通过综合考虑琼中绿橙气候适宜性、生长季内天气气候条件,以及果园管理水平,选择琼中湾岭镇某绿橙种植基地在2020年11月期间成熟采摘的绿橙为例,结合琼中绿橙主要品质生理生化检测指标,找出每个生育期的关键气候因子,建立琼中绿橙气候品质认证模型,根据评分标准划分认证等级,旨在提升琼中绿橙的附加值和市场竞争能力。

## 1 资料与方法

**1.1 资料来源** 1981—2010年琼中县国家气象站气温、日照、降水量等气象要素;琼中县区域自动气象观测站2020年逐日平均气温、最低气温、最高气温、降水量、日照时数、平均风速、最大风速等观测资料。所有数据均来源于海南省气象局。

**1.2 琼中绿橙生长对气象条件的要求** 影响琼中绿橙生长的主要气象条件有气温、降水、光照、湿度等,一般要求年平均气温22~23℃,≥10℃年积温8100℃,年降水量2000~2100mm,光照适度,耐阴性较强,在高温且烈日曝晒天气条件下易导致日灼病发生,相对湿度为75%~85%,空气干燥条件下容易造成绿橙果皮发育不良,果肉枯水、多渣<sup>[22]</sup>。

**1.3 琼中绿橙气候适宜性区划** 作物气候适宜性区划是根据某种作物在农业生产过程中对天气气候条件的特定要求,作出能够阐明气候条件与农业生产关系的一种地理空间上的分类,是充分利用气候资源,优化农业种植结构与产业布局的重要参考依据,其区划结果将对农产品品质产生一定的影响。本研究的琼中绿橙气候适宜性区划

采用前人研究结果<sup>[23]</sup>。

**1.4 琼中绿橙当年生长季内气候条件** 当年生长季内气候条件主要考虑了农业气候资源状况和主要农业气象灾害情况,其中,农业气候资源状况对绿橙品质影响较大的指标有生长季内≥10℃有效积温、气温日较差、降水量、日照时数、平均相对湿度;绿橙营养生长期的主要气象灾害为低温阴雨,花期到果实成熟期的主要气象灾害为高温、暴雨、冰雹等。

**1.5 企业生产管理条件** 在琼中绿橙生产过程中,栽培管理技术、管理措施、采后商品化处理、产品营销方式、加工、贮运保鲜技术等都会对果实品质产生影响。因此,果园生产管理情况、生产技术规范、质量安全技术规范等都将与果实品质的形成具有密切相关。

**1.6 琼中绿橙气候品质认证模型** 根据气候指标、管理条件对琼中绿橙果实品质影响的分析,结合前人热带水果气候品质认证模型的构建方法<sup>[4,11-12,16]</sup>,选择种植区气候适宜性、生长季内气候条件、种植企业生产管理条件,构建琼中绿橙气候品质认证模型,见公式(1)。

$$R = 0.2Z_1 + 0.6Z_2 + 0.2Z_3, \quad (1)$$

式中, $R$ 表示琼中绿橙气候品质认证得分,认证等级标准见表1; $Z_1$ 代表琼中绿橙种植区气候适宜性评分; $Z_2$ 代表当年琼中绿橙生长季内气候条件评分; $Z_3$ 代表果品企业生产管理条件评分。

表1 琼中绿橙气候品质认证评分等级

认证得分	认证等级
$R \geq 95$	特优
$85 \leq R < 95$	优
$75 \leq R < 85$	良好
$R < 75$	一般

**1.6.1 琼中绿橙种植区气候适宜性** 根据琼中县绿橙种植气候区划结果,设置气候适宜性指标评判标准(适宜区, $Z_1=100$ ;次适宜区, $Z_1=80$ ;不适宜区, $Z_1=60$ )。结合区划结果和评判标准确定琼中绿橙气候适宜性指标评分值。

**1.6.2 当年生长季内气候条件**  $Z_2$ 表示当年绿橙生长季内关键生育期气候条件评分值,计算方法见式(2)。

$$Z_2 = a - b, \quad (2)$$

式中,  $a$  表示生长季内主要农业气候资源情况, 计算方法见公式 (3)。

$$a = 0.3a_1 + 0.2a_2 + 0.2a_3 + 0.2a_4 + 0.1a_5, \quad (3)$$

式中,  $a_1$  为  $\geq 10$  °C 有效积温,  $a_2$  为降水量评分,  $a_3$  为日照时数评分,  $a_4$  为气温日较差评分,  $a_5$  为平均相对湿度评分, 0.3、0.2、0.2、0.2、0.1 分别为对应气象指标的权重值。评分标准见表 2。

表 2 琼中绿橙农业气候资源评分标准

本生长季值与历年同期值比较(x)	$a_1(\geq 10$ °C 积温)	$a_2$ (降水量)	$a_3$ (日照时数)	$a_4$ (气温日较差)	$a_5$ (平均相对湿度)
$-10\% \leq x \leq 10\%$	100	100	100	100	100
$-20\% \leq x < -10\%$ 或 $10\% < x \leq 20\%$	90	90	90	90	90
$x < -20\%$ 或 $x > 20\%$	80	80	80	80	80

$b$  表示关键生育期主要农业气象灾害的影响情况, 计算方法见公式 (4)。

$$b = 0.3b_1 + 0.2b_2 + 0.2b_3 + 0.2b_4 + 0.1b_5, \quad (4)$$

式中,  $b_1$  为绿橙营养生长期低温阴雨灾害评分,  $b_2$  为花期热害评分,  $b_3$  为果实成熟期高温热害评

分,  $b_4$  为暴雨灾害评分,  $b_5$  为冰雹灾害评分。各农业气象灾害评分以发生气象灾害严重程度计算, 琼中绿橙具体灾害等级指标见表 3。评分标准为: 无灾害评分为 0; 轻度灾害为 7; 中度灾害 14; 严重灾害为 20。

表 3 琼中绿橙气象灾害指标

	低温阴雨日数(d1)	花期热害日数(d2)	成熟期高温热害日数(d3)	暴雨灾害日数(d4)	冰雹直径/mm(D)
无灾害	$d1 \leq 3$	$d2=0$	$d3 \leq 3$	$d4=0$	不发生
轻度	$3 < d1 \leq 6$	$0 < d2 \leq 5$	$3 < d3 \leq 10$	$0 < d4 \leq 5$	$D < 5$
中度	$6 < d1 \leq 9$	$5 < d2 \leq 10$	$10 < d3 \leq 20$	$5 < d4 \leq 10$	$5 \leq D < 20$
严重	$d1 > 9$	$d2 > 10$	$d3 > 20$	$d4 > 10$	$D \geq 20$

注: 低温阴雨日数. 日平均气温  $\leq 15$  °C, 日照时数  $\leq 2$  h 的日数; 花期热害日数. 日最高气温  $\geq 30$  °C 的日数; 成熟期高温热害日数. 日最高气温  $\geq 35$  °C 的日数; 暴雨灾害日数. 日降水量  $\geq 50$  mm 的日数。

**1.6.3 企业生产管理条件**  $Z_3$  表示果品企业生产管理评分值, 计算方法见公式 (5)。

$$Z_3 = 0.25c_1 + 0.25c_2 + 0.25c_3 + 0.25c_4, \quad (5)$$

式中,  $c_1$  表示果园生产管理情况;  $c_2$  表示果品生产具有标准化的生产技术规范, 果品生产严格按照标准执行;  $c_3$  表示具有果品质量安全技术规范, 在生产中严格执行;  $c_4$  表示果品品质抽查结果。各项指标评分标准为: 1 级, 100; 2 级, 90; 3 级, 80。

## 2 结果与分析

**2.1 种植区绿橙气候适宜性** 琼中是海南最大的琼中绿橙种植基地, 地处三江源头, 土地肥沃, 气候温和, 日照充足, 雨量充沛, 适合柑桔种植。常年平均气温 23.1 °C, 月均最高气温为 32.5 °C, 极端最高气温为 35.9 °C, 月均最低气温为 14.9 °C, 极端最低气温为 7.6 °C; 年平均降水量达到 1 693.9

mm; 境内光照资源丰富, 年总日照时数达 1 888.1 h。本研究中, 笔者选择的绿橙种植基地位于琼中县湾岭镇乌石村委会南斗山, 根据琼中县绿橙种植气候区划研究结果<sup>[23]</sup>, 该地区为琼中绿橙种植适宜区。因此, 气候适宜性区划指标评分为 100 分。

### 2.2 当年果品生长气候条件

**2.2.1 主要农业气候资源** 根据对认证区域绿橙果实品质形成关键影响气候要素统计可知, 从 2020-03-17 绿橙坐果到 2020-10-31 绿橙成熟期间,  $\geq 10$  °C 有效积温为 5 828.7 °C·d, 较常年 (1981—2010 年) 同期偏少 8.8%, 根据绿橙气候资源评分标准表可知,  $a_1=100$ ; 降水量 1 328.6 mm, 较常年同期偏多了 31.7%,  $a_2=80$ ; 日照时数 1 337.3 h, 较常年同期偏多 17.2%,  $a_3=90$ ; 平均气温日较差 9.4 °C, 较常年同期偏大 43.3%,  $a_4=80$ ; 平均相对湿度 81%, 较常年同期偏低 2.9%,  $a_5=100$ 。由模型计

算可知,主要气候资源情况  $a=90.0$ 。

**2.2.2 主要农业气象灾害** 根据查询种植基地绿橙生长记录可知:认证区域本季绿橙 2020-02-05 日花芽开始萌发,3月17日开始坐果,10月31日绿橙开始成熟。分析各时间段气象资料(图1),结合绿橙气象灾害评分标准可知:绿橙前期生长期 2020年1—3月,平均气温  $20.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,日极端最低气温  $17.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,无低温阴雨灾害出现,  $\beta_1=0$ ;绿橙花芽萌发到坐果平均气温  $21.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,比常年偏高  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,日最高气温  $27.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,无花期热害出现,  $\beta_2=0$ ;绿橙坐果到果实成熟期平均气温  $26.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,无日最高气

温  $\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  高温天气出现,即无高温热害天气过程,  $\beta_3=0$ ;整个生育期内无日降水量  $\geq 50\text{ mm}$  的连续性降水,  $\beta_4=0$ ;整个生育期内无冰雹灾害发生,  $\beta_5=0$ 。主要气候资源情况  $\beta=0$ 。

因此,根据模型计算当年果品生长气候条件得分为  $90.0$  分。

**2.3 果品企业生产管理条件** 琼中湾岭镇某绿橙生产基地是海南重要的绿橙生产基地,通过实地调研,果园生产管理实行标准化管理,综合评价为 1 级,  $\gamma_1=100$ ;该公司具有绿橙标准化的生产技术规范,综合评价为 2 级,  $\gamma_2=90$ ;果品质量安全技

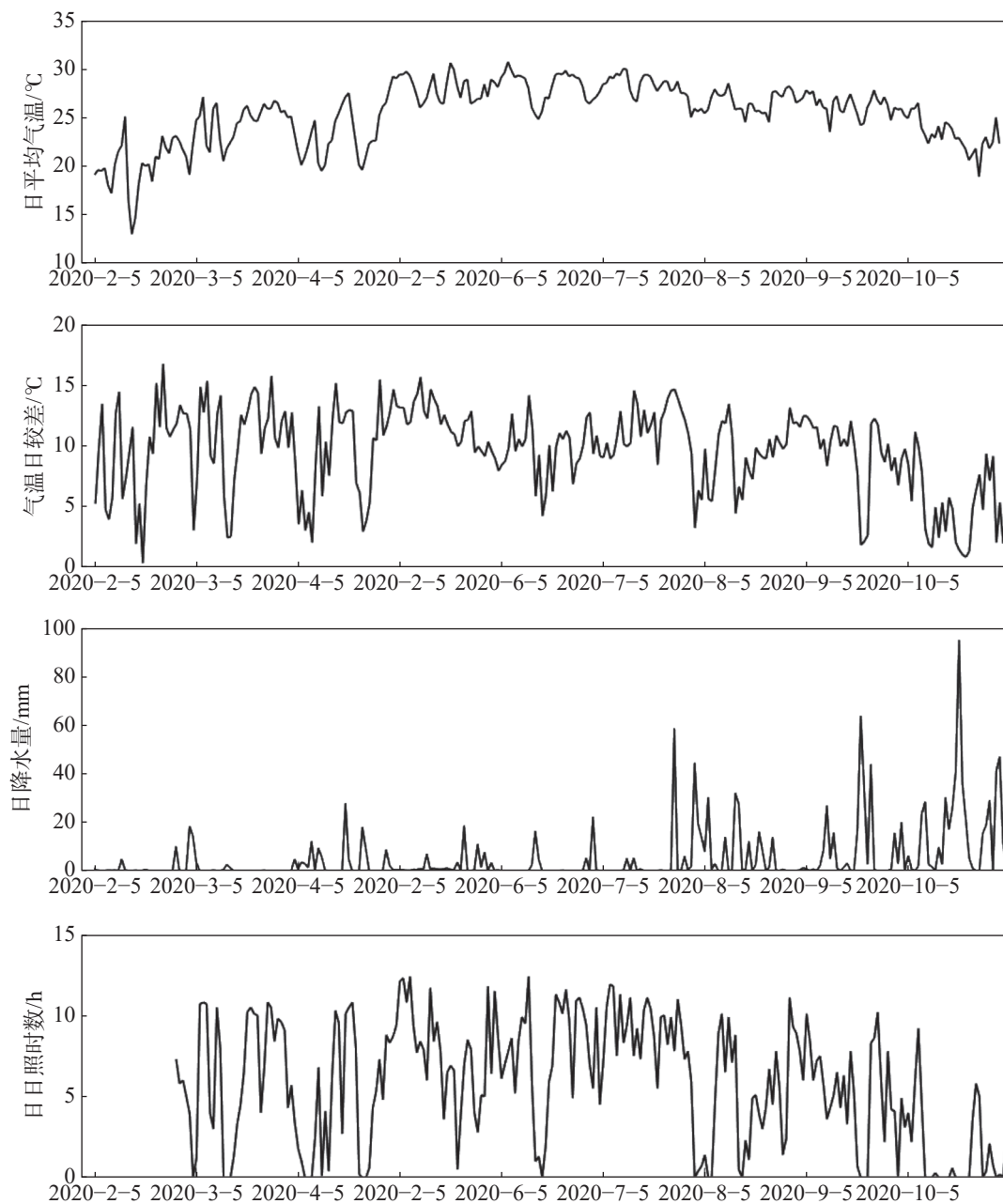


图1 琼中绿橙 2020-02-05—2020-10-31 主要气象条件

术规范健全,综合评价为1级, $\gamma_3=100$ ;琼中绿橙具有严格的生产标准,经过我中心抽样检测,该批品质认证的绿橙样品,其可溶性固形物、总酸和可溶性糖均符合琼中绿橙理化指标, $\gamma_4=100$ 。因此,果品企业生产管理条件得分为97.5分。

**2.4 海南省气候趋势预测** 认证报告制作期间,根据海南省气候中心月气候预测,预计2020年11月全省平均气温20.0~28.8℃,极端最低气温11.5~25.5℃,总雨量30.0~215.0mm。极端最低气温出现在11月下旬。其中,琼中县11月平均气温20.0~21.0℃,降水量180~200mm,月最低气温11.5~13.5℃。根据预测结论,琼中县当年11月气候条件接近于常年,无农业气象灾害发生,天气气候条件有利于绿橙成熟采摘。

**2.5 认证结论** 绿橙花期以及果实发育期的气象条件是其品质形成的关键因素。绿橙的果形、含糖量、维生素C含量和氨基酸含量等主要品质指标与其果实发育期的积温、气温日较差、光照等气象条件密切相关。通过绿橙种植区域气候适宜性分析、前期生长气象条件分析、果企现场勘查、果品品质抽样检测及11月气候趋势预测分析等,利用绿橙气候品质认证模型进行计算,认证评分为93.5分,根据绿橙气候品质认证评分等级,认证琼中湾岭镇绿橙生产基地在2020-11-01至2020-11-30期间成熟采摘的绿橙气候品质等级为“优”。

### 3 讨论

笔者结合历史气象数据、当年气象资料,从琼中绿橙种植气候适宜性、当年生长气候条件、企业生产管理条件等3方面构建了琼中绿橙气候品质认证模型。相比前人<sup>[19-21]</sup>橙类水果气候品质认证研究,笔者构建的模型数据较易获取,模型简单,客观性强,实用性强,综合考虑了气候条件和人为栽培管理对果品品质的影响,不仅能为琼中绿橙气候品质认证工作提供了技术支撑,也能够为其他农产品气候品质认证提供借鉴。对琼中湾岭镇某绿橙生产基地2020年11月成熟采摘的琼中绿橙进行了气候品质认证,设计制作并颁发琼中绿橙气候品质认证报告和认证标签。有助于让生产者通过气候品质认证过程了解当季农产品的气象条件、气象灾害状况,并采取有效管理措施趋利避

害,提升果品品质。让消费者了解果品生长季内果树生长状况、气象条件的影响以及气候品质情况,增强购买信心。

农产品品质受到气候、土壤及人为调控等多方面因素的影响,且天气气候条件对果品品质的影响机理复杂,需通过开展长期大量田间控制试验才能更好地构建机理性品质模型。张智勇<sup>[19]</sup>、谢远玉等<sup>[21]</sup>在赣南脐橙气候品质认证技术研究中,结合脐橙品质理化指标构建模型,增强了模型的机理性。本研究周期较短,仅对当年收获的琼中绿橙品质指标进行了检测,而气象条件对绿橙品质的影响机理还有待进一步深入研究。

### 参考文献:

- [1] 张业忠. 琼中绿橙产业发展现状与对策[J]. *现代农业科技*, 2009(16): 354-355.
- [2] 海南省统计局, 国家统计局海南调查总队. 海南统计年鉴(2020)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2021.
- [3] 李仁忠, 王治海, 金志凤, 等. 浙江省农产品气候品质认证服务浅析[J]. *浙江气象*, 2015, 36(4): 23-25.
- [4] 张向荣, 何可杰, 雷雯, 等. 猕猴桃果品气候品质认证技术研究[J]. *陕西农业科学*, 2015(10): 65-68.
- [5] 刘璐, 屈振江, 张勇, 等. 陕西猕猴桃果品气候品质认证模型构建[J]. *陕西气象*, 2017(4): 21-25.
- [6] 付芳婧, 谷晓平, 于飞. 水城县红心猕猴桃气候品质认证[J]. *耕作与栽培*, 2017(2): 47-50.
- [7] 徐腊梅, 杨举芳. 葡萄气候品质认证指标体系探讨[J]. *新疆农垦科技*, 2015, 38(9): 14-15.
- [8] 桂园园, 肖清媛, 姜磊, 等. 鹰潭市早熟梨品质气候认证技术研究[J]. *江西科学*, 2015, 33(5): 690-695.
- [9] 黄娟, 李新建, 吴新国, 等. 库尔勒香梨气候品质评价指标及模型的研究[J]. *沙漠与绿洲气象*, 2018, 12(3): 87-94.
- [10] 史桂芬, 成林, 李国栋. 宁陵酥梨气候品质认证技术研究[J]. *江苏农业科学*, 2020, 48(15): 176-182.
- [11] 车秀芬, 张京红, 黄海静, 等. 海南芒果气象灾害监测及气候品质认证系统研发[J]. *气象研究与应用*, 2017, 38(2): 45-48.
- [12] 张和稳, 韦金海, 李莉, 等. 百色芒果气候品质认证关键技术研究[J]. *气象研究与应用*, 2019, 40(2): 76-79.
- [13] 刘璐, 王景红, 张树誉, 等. 陕西红富士苹果气候品质指标及认证技术[J]. *中国农业气象*, 2018, 39(9): 611-617.
- [14] 田东霞, 李秋月. 北京市昌平区苹果生育期气象条件分析与气候品质认证[J]. *现代农业科技*, 2019(16): 95-97.
- [15] 丁圣, 张茂松, 朱勇, 等. 元江红心火龙果气候品质认证技术[J]. *中国农学通报*, 2019, 35(30): 58-63.

- [16] 张明洁, 张京红, 张亚杰, 等. 农产品气候品质认证研究——以海南省琼海市莲雾为例[J]. 热带农业科学, 2019, 39(7): 92 – 98.
- [17] 侯忠新, 陈清峰. 青岛蓝莓生态气候条件分析及气候品质论证[J]. 山西农业科学, 2019, 47(8): 1450 – 1455.
- [18] 王莹, 王若男, 黄岩, 等. 辽宁省大樱桃气候品质认证技术研究[J]. 吉林农业, 2019(17): 104 – 105.
- [19] 张智勇, 廖芳, 李秀山, 等. 赣南脐橙气候品质认证[J]. 中国农学通报, 2016, 32(34): 149 – 152.
- [20] 龙余良, 金勇根, 邓德文, 等. 赣南脐橙气候品质标准研究[J]. 中国农学通报, 2018, 34(7): 116 – 123.
- [21] 谢远玉, 王培娟, 朱凌金, 等. 基于气象因子的赣南脐橙气候品质指标评价模型[J]. 生态学杂志, 2019, 38(7): 2265 – 2274.
- [22] 张业忠. 琼中县种植绿橙的气候条件分析[J]. 热带农业科学, 2017, 37(12): 44 – 47.
- [23] 陈小敏, 陈汇林, 张业忠, 等. 基于 GIS 的琼中县绿橙种植气候区划研究[J]. 热带农业科学, 2012, 32(12): 100 – 102.

## Climate quality certification of green orange in Qiongzong

ZHANG Yajie<sup>1,3</sup>, CHEN Shengbei<sup>2,3</sup>, YANG Jing<sup>1,3</sup>, ZHANG Mingjie<sup>1,3</sup>, ZHANG Jinghong<sup>1,3</sup>

(1. Hainan Climate Center, Hainan, Haikou 570203; 2. Hainan Meteorological Service Center, Haikou, Hainan 570203;

3. Key Laboratory of South China Sea Meteorological Disaster Prevention and Mitigation of Hainan Province, Haikou, Hainan 570203, China)

**Abstract:** Qiongzong is the main producing area of green orange in Hainan. Climate quality certification of green orange in Qiongzong will enhance the added value and market competitiveness of the local green orange. According to the observation data of the national meteorological station of Qiongzong County from 1981 to 2010 and regional automatic meteorological stations in 2020, climate quality certification indices for green orange were selected from three aspects: climate suitability of green orange planting, climate conditions in the growing season, and production and management conditions of enterprises, and a climate quality certification model was constructed based on the indices selected. The fruits of green orange harvested in November 2020 were evaluated and graded by using the climate quality certification model, and their certification score was 93.5, which is listed in the grade of "excellent".

**Keywords:** Qiongzong green orange; climate quality; certification

(责任编辑: 刘少军 责任编辑: 潘学峰)