

2024年增城荔枝晚熟品种成花率低 原因分析

张湛辉¹ 冯延聪² 陆杰英³ 张航² 廖美敬¹ 赵明磊² 李建国^{2*}

(¹广州市增城区农业技术推广中心 广东广州 511300

²华南农业大学园艺学院 广东广州 510642

³广州市增城区气象局 广东广州 511300)

摘要: 广东珠江三角洲地区2023—2024年冬春季天气异常,对晚熟荔枝品种成花影响很大。通过调查广州市增城区13个代表性的荔科技园,发现2024年晚熟荔枝品种成花率极低,如‘桂味’和‘糯米糍’成花率约10%,‘仙进奉’约25%,2024年产季可定性为21年不遇的自然灾害导致的“特小年”。分析造成晚熟品种成花率低主要原因,一是暖冬天气导致难以完成花芽生理分化,主要表现为气温过高、低温来得晚且持续时间短、回温快且高(> 25℃)、两个寒潮之间的间隔时间长、冷暖交替变化快等变化扰乱了树体花芽生理分化的正常节奏;二是寒潮和“倒春寒”叠加导致花芽形态分化受阻,特别是立春节气后的两个“倒春寒”严重抑制花芽的形态分化进程;三是立春节气后多次的暖湿东南风使已明显的花芽在萌动过程变成叶芽。调查分析结果对解释2024年我国晚熟荔枝“特小年”的成因和制定应对异常天气对荔枝成花影响的策略有一定的指导意义。

关键词: 荔枝; 异常天气; 花芽分化; 调查分析

Analysis of the Reasons for the Low Flowering Rate of Late-Maturing Litchi Varieties in Zengcheng in 2024

ZHANG Zhanhui¹, FENG Yancong², LU Jieying³, ZHANG Hang², LIAO Meijing¹,
ZHAO Minglei², LI Jianguo^{2*}

基金项目: 国家荔枝龙眼产业技术体系项目(CARS-32-05); 广州市增城区荔枝高质量发展专项。

作者简介: 张湛辉(1980—), 农艺师, 从事荔枝栽培与技术推广工作。E-mail: 503755537@qq.com

共同第一作者: 冯延聪(1999—), 硕士研究生, 研究方向为荔枝种质资源创新和利用。E-mail:

13535950103@163.com

***通信作者:** 李建国(1966—), 男, 博士, 二级研究员, 研究方向为荔枝栽培生理与发育调控、种质资源创新和利用。E-mail: jianli@scau.edu.cn

¹Zengcheng Agricultural Technology Extension Center, Guangzhou 511300, Guangdong;
²College of Horticulture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong;
³Zengcheng Meteorological Bureau, Guangzhou 511300, Guangdong)

Abstract: The abnormal weather in winter of 2023 and spring of 2024 in the Pearl River Delta Region of Guangdong had a great influence on the flowering of late-maturing litchi varieties. Based on the investigation of 13 representative litchi orchards in Zengcheng District, Guangzhou, it was found that the flowering rate of late-maturing litchi varieties in 2024 was extremely low, with the flowering rates of 'Guiwei' and 'Nuomici' about 10%, and 'Xianjinfeng' about 25%, which could be characterized as an "extra-low-yield year" caused by natural disasters that had not occurred in 21 years. The main reasons for the low flower-forming rate of late-maturing varieties were analyzed. Firstly, the warm winter weather made it difficult to complete the physiological differentiation of flower buds, which was mainly manifested by the changes such as too high temperature, late arrival of low temperature but with short duration, rapid and high temperature recovery (> 25°C), long interval between two cold waves and rapid alternation of cold and warm, which disrupted the normal rhythm of physiological differentiation of tree flower buds. Secondly, the superposition of cold wave and cold spell in later spring led to the obstruction of flower bud morphological differentiation, especially the two cold spells in later spring after the beginning of spring seriously inhibited the process of flower bud morphological differentiation. Thirdly, the warm and humid southeast winds after the beginning of spring made the obvious flower buds turn into leaf buds in the process of germination. The results of the investigation and analysis in this paper would have a certain guiding significance for explaining the causes of the "extra-low-yield" year of late-maturing litchi in China in 2024 and developing the flowering strategies of litchi to cope with abnormal weather in the future.

Keywords: litchi; abnormal weather; flower bud differentiation; investigation and analysis

增城地处广东省中部，南与东莞隔江相望，东临惠州，全区总面积1616km²，中部以南属珠江三角洲平原、以北以山地和半丘陵为主，北回归线横穿其北部；属亚热带海洋性季风气候，四季特征为春季冷暖空气交替多变、夏季高温闷热、秋季气爽少雨；土层深厚，土壤pH值5.0~6.0，年平均气温21.6~22.2℃，年平均降雨量1869~1909mm，年均日照时数1868~1953h，非常适宜荔枝生长^[1,2]。增城荔枝栽培面积约1.3万hm²，以品种多、品质优而著称，被誉为优质荔枝之乡^[1]。其中，早、中熟品种各占5%、10%的种植面积，晚熟荔枝品种如‘桂味’‘糯米糍’‘仙进奉’等，占据了约85%的种植面积和75%的总产量。近年来，通过挖掘文化底蕴与品牌打造，增城荔枝远销东南亚和北美等地，2022和2023年全区荔枝产量分别达到4.6万t和4.8万t，两年总产值均约41亿元。目前，广东省荔枝产业联盟十大主推品种中有两个是

在增城选育的，其中‘仙进奉’品种种植面积达到2000hm²，建成增江联益村和正果乌头石村两个超67hm²的‘仙进奉’荔枝种植基地。显然，荔枝产业已成为增城特色优势产业和农业支柱产业，是农民收入的重要来源。

荔枝是典型的南亚热带常绿果树，其花芽一般是由当年抽生的末次秋季梢顶芽发育而来，但在成花之前需要经历相当一段时间的低温诱导^[1-3]。然而，不同品种在低温诱导需求上的条件不同，晚熟荔枝品种要较早中熟荔枝品种更难成花。冬季是其经历低温诱导、促进荔枝顶芽休眠，完成花芽生理分化的关键时期，因此能否成花一般直接由低温的持续时间和寒冷程度决定^[3,4]。增城是广州荔枝主产区，2023/2024年冬春季天气异常，晚熟荔枝品种成花率极低。基于此，本文选择广州市增城区的13个具有代表性的荔枝果园进行实地调查和跟踪观测，统计增城区主要荔枝品种的成花情况，并分析2024

年低成花率的内在和外在水原因，为探究特殊气候年份的应对措施提供科学的参考意见。

一、调查范围与方法

2024年1—3月，选取位于广州市增城区5个荔枝主产镇（仙村镇、石滩镇、新塘镇、中新镇、正果镇）的13个代表性荔枝果园进行摸底跟踪观测，涉及的主栽品种除‘妃子笑’为早中熟品种外，其余5个品种（‘仙进奉’‘桂味’‘糯米糍’‘水晶球’‘国香荔’）均为优质晚熟品种，果园面积最小的为1.33hm²，最大的为66.7hm²，总面积197.7hm²（表1）。

“白点”率调查方法：以调查果园主栽品种为调查对象，在2月15—25日随机选取100株，每株东南西北向各选25条结果母枝，统计顶芽出“白点”母枝数量，如果每株100条结果母枝出“白点”的母枝数超过20条，则该株记为现“白点”的树。现“白点”率 = 出“白点”株数/调查总株数 × 100%。

成花（株）率调查方法：以调查果园主栽品种为调查对象，在3月15—25日随机选取100株，每株东南西北向各选25条结果母枝，统计成花的母枝数量，如果每株100条结果母枝成花的结果母枝数超过20条，则该株记为出成花树。成花（株）率 = 成花株数/调查总株数 × 100%。成花株指1株树上来花的结果母枝数量占比超过20%的荔枝树。

二、结果与分析

（一）增城主栽品种成花（株）率调查

实地调查了增城5个荔枝主产镇中的13个果园，其主栽品种成花情况见表1。

荔枝花芽分化过程分为生理分化和形态分化前后两个阶段。荔枝花芽生理分化完成后，顶芽膨大松动张开后露出白色芽体（俗称“白点”）则是肉眼可辨的花序原基出现进入花芽形态分化阶段的一个重要标志。如图1所示，除‘妃子笑’的成花率和现“白点”率相同外，其余品种的成花率均低于现“白点”率。各品种发生不同程度的

表1 增城13个荔枝果园主栽品种成花率调查

区域	果园名称	面积/亩	主栽品种及成花率
仙村镇	仙基农业	1000	仙进奉（15%）
	郭仔农业	200	仙进奉（10%）
	摇钱树	20	仙进奉（67%）
石滩镇	邹庄农场	300	仙进奉（20%）、水晶球（50%）
	旧山吓村果场	80	仙进奉（50%）
	肖记果场	50	仙进奉（30%）、桂味（10%）
新塘镇	汝佳果场	200	桂味（5%）、糯米糍（10%）、国香荔（30%）、妃子笑（80%）
中新镇	光帆农场	200	仙进奉（40%）、糯米糍（10%）
正果镇	奉源生态果场	250	仙进奉（40%）、桂味（5%）
	兰一坊果场	500	妃子笑（80%）、桂味（5%）、糯米糍（8%）
	来记果场	20	水晶球（70%）
	潘记果场	20	桂味（5%）、糯米糍（8%）
	畚族来记果场	20	水晶球（60%）
总计		2860	

注：1亩 ≈ 0.067hm²

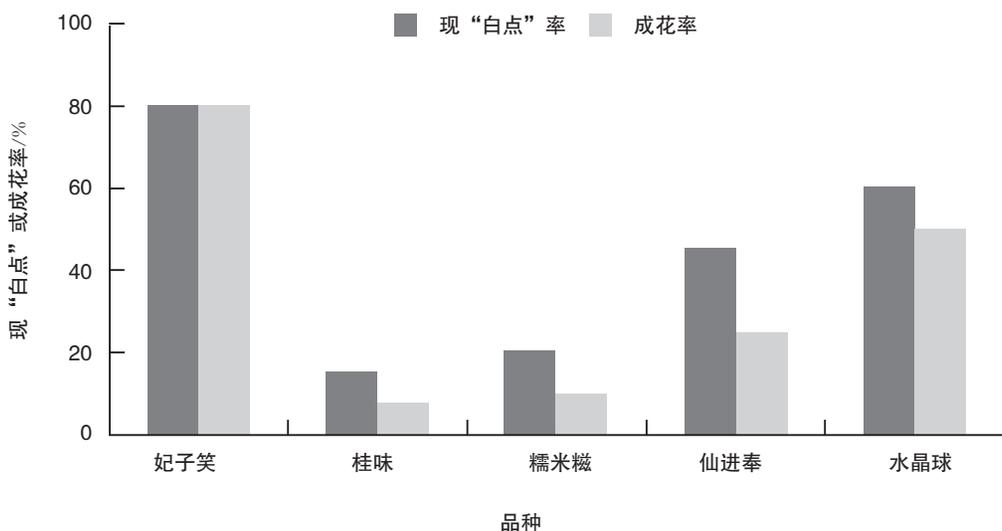


图1 2024年3月增城的5个主栽品种成花情况调查

“成花逆转”现象（即“白点”退化），以‘仙进奉’发生“成花逆转”现象的情况最为严重，比例达到50%左右。各品种成花率最高的是‘妃子笑’（80%），其次是‘水晶球’（50%）和‘仙进奉’（25%），‘糯米糍’为10%，‘桂味’最低（8%）。‘妃子笑’属于早中熟品种，其他都属于优质晚熟品种，因此，可以认为2024年增城主栽的优质晚熟品种成花率极低。

（二）晚熟荔枝品种成花率极低的原因分析

根据荔枝花芽分化阶段性规律，本文通过对增城的4个气象站在2023年12月至2024年3月的主要气象因子温度进行分析，发现导致2024年晚熟荔枝品种成花率极低的原因主要有以下几方面。

1. 暖冬天气导致难以完成花芽生理分化

在广州产区，‘糯米糍’和‘桂味’等晚熟品种花芽生理分化期一般在11月中旬至翌年1月中下旬，有的年份会推迟至2月上中旬。从2023年11月8日（立冬节气）至2024年1月20日（大寒节气）所统计的增城4个气象站数据（表2）的气温来看，最低温是3.2℃，发生在初次寒潮的2023年12月24日；最高温33.7℃，于立冬节气过后的2023年11月10日发生；立冬节气至大寒节气期间73d的平均气温为19.7℃，平均高温（每日最高温的平均数）

24.2℃， $\leq 15^\circ\text{C}$ 低温时数平均是201h。从以上分析可得，2023/2024年冬季温度未低于会造成荔枝成熟枝梢冻害的临界值（2℃以下），但寒潮发生时间晚，初次寒潮发生于冬至节气前后，并且整体温度明显高于昼夜15℃/10℃的晚熟荔枝品种成花的临界温度。结合暖冬的判断标准（冬季平均气温较常年值偏高0.5℃或以上，往年冬至节气至大寒节气均温18.1℃）衡量，2023/2024年的冬季均温是19.7℃，较常年平均值偏高1.6℃，属于典型的暖冬气候，对促进晚熟荔枝花芽生理分化极为不利。

2. 寒潮和“倒春寒”叠加导致花芽形态分化受阻

从2024年1月20日（大寒节气）后至3月5日（惊蛰节气）期间，属于晚熟荔枝花芽形态分化期，共发生3次平均温在10℃左右的降温。以昼（6:00—18:00）和夜（18:00—6:00）的平均气温变化进行分析，1月22—29日发生第2次寒潮，昼均温保持在8~11℃，夜均温在7~11℃，寒潮发生强度较大，最高温在13℃以下（图2）；2月7—10日和2月24日至3月3日则分别出现了2次低于13℃的“倒春寒”现象（图3和图4），昼均温9~13℃，夜均温9~10℃。第2次寒潮的出现部分弥补了第1次寒潮低温累积量不足造成的生理分化

表2 立冬节气（2023年11月8日）至大寒节气（2024年1月20日）期间温度情况

气象站	最低温/°C	最高温/°C	平均均温/°C	平均高温/°C	≤15°C低温时数/h
A	5.7	33.0	19.9	24.5	200
B	3.2	31.4	19.0	23.8	208
C	6.7	32.0	19.4	23.4	204
D	6.7	33.7	20.6	24.9	192
平均	5.6	32.5	19.7	24.2	201

注：A、B、C、D代表广州增城4个气象站点的位置，分别是仙村镇下境村、正果镇正南街、新塘镇府前路、石滩镇石顺大道，下同

障碍，促进了部分荔枝树生理分化，但是立春节气后的两个“倒春寒”却严重抑制花芽的形态分化进程，使“白点”发生退化，甚至已抽出的3~5cm花穗发生了停止生长和变褐现象。

3. 前两次寒潮间隔时间长和冷暖交替变化快打乱了花芽分化的节奏

寒潮发生标准是24h内降温8°C以上，或48h内降温10°C以上，同时最低温度低于5°C。据此标准，2023/2024年冬季，增城出现了两次低于4°C以下的寒潮，分别在2023年12月中下旬和2024年1月下旬（图5）。2023年冬季初次寒潮，12月15日从当天最高温33°C下降至16日的最低温6°C（24h

内温度下降27°C），12月24日最低温3.2°C，12月26日最高温23°C，12月27日降温结束，日均温上升至20°C左右。1月22—29日再次迎来第2次高强度、短时间的寒潮，1月21日最高温21°C，1月23日降温至3.3~7.5°C（48h内降温14~18°C），日均温为9°C，1月29日气温上升，1月30日日均温上升到18°C。两次寒潮间隔时间为26d，间隔时间段为2023年12月28日至2024年1月22日，寒潮期间日均温在10~13°C，寒潮间隔期日均温为20~21°C。寒潮间隔期温度变化幅度小、速度慢，最低温仅13°C，最高温为28°C，昼/夜均温大于20°C/15°C，且持续时间长达26d，严重阻碍了晚熟荔枝品种花

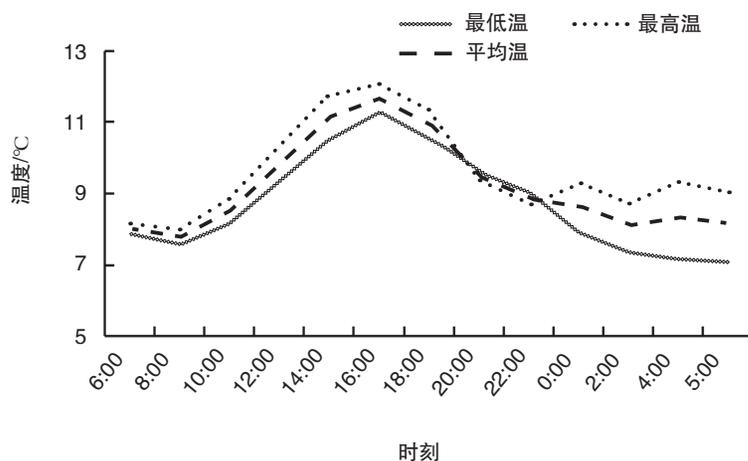


图2 增城4个气象站2024年1月22—29日昼夜平均气温变化

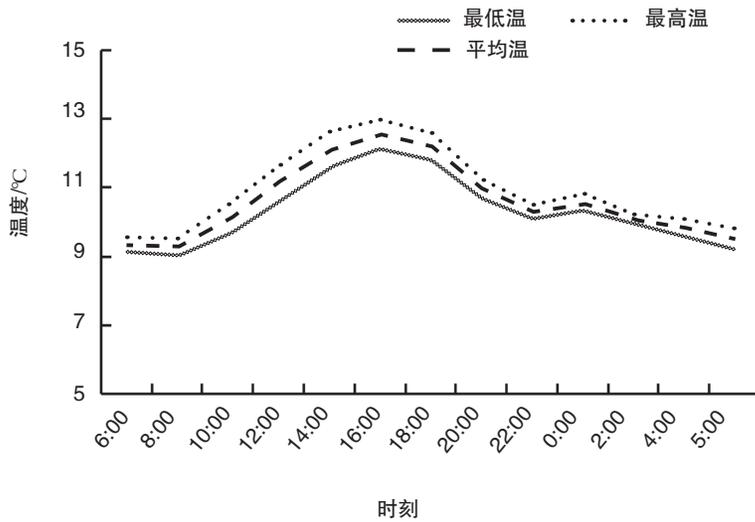


图3 增城4个气象站2024年2月7—10日昼夜平均气温变化

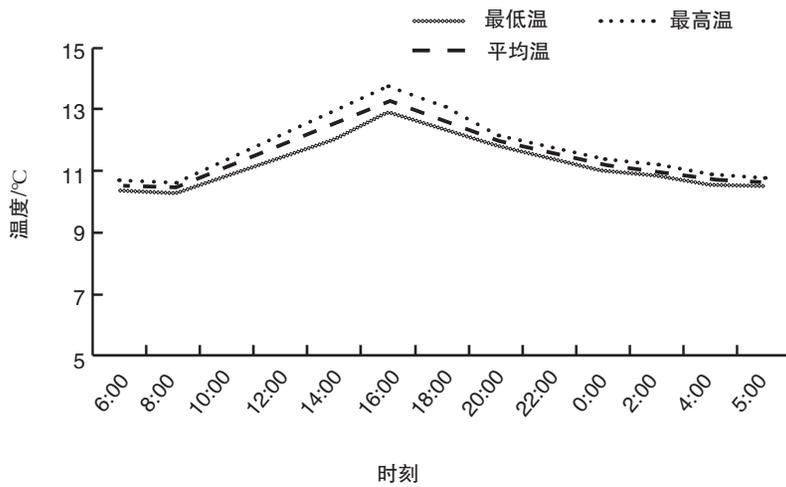


图4 增城4个气象站2024年2月24日至3月3日的日昼夜平均气温变化

芽的生理分化。

第2次寒潮后（图5），从1月29—31日温度快速上升，最低温9℃升温到25℃，48h内升温16℃，冷暖交替迅速；2月7—11日发生初次“倒春寒”现象（花序遇到12℃以下低温容易发生寒害），期间日均温为10~15℃，2月5日最高温仍在25℃，随后最低温下降至7~8℃，2月12日最高温迅速回到

25℃，温度前后呈“V”字形剧烈变化；2月末发生第2次“倒春寒”，2月22日最高温29℃，23日温度下跌到12℃，25日低至8℃并持续3~5d，与初次寒潮温度变化特征相似。

由以上分析可以看出，第1次寒潮来得晚、两次寒潮间歇时间长、冷暖交替变化快、间歇期间温度高等“极暖—极冷—快速回温”的变化扰乱了树

体花芽生理分化的正常节奏。

4. 多次的暖湿东南风使已明显的花芽在萌动过程变成叶芽

在广东产区，“回南天”（暖湿东南风）是“倒春寒”后的另一种异常天气，2月上中旬（春节前后）伴随多次的暖湿东南风，使已明显的花芽在萌动过程变成叶芽，“极冷—极暖”的气温变化加上暖湿东南风把树体成花节奏完全打乱。如表3所示，在1月30日至2月4日增城气温呈上升趋势，均温21℃左右，湿度84%~94%，此时晚熟荔枝花芽正从生理分化过渡到形态分化，南风带来的暖湿气流促使即将现“白点”的花芽退化成叶芽。据调查发现，2月12日增城仙基农业果园的‘仙进奉’荔枝有约8成左右出现“白点”，但2月12—22日发生的2~4级的东南风/南风是“倒春寒”发生后的暖湿气流，均温为21℃左右，2月14日增城连续3d出现高于25℃的温度（最高达到28~29℃），湿度达到较高的84%~94%，导致绝大部分“白点”退

化成叶芽，发生“冲梢”现象。除此，3月4—6日发生的3级东南风是广东出现“回南天”的地区特征，均温20℃，湿度介于85%~90%，此时温度不高，但高湿气流容易在荔枝园形成潮湿温暖的山地小气候，非常容易导致最后一批晚熟荔枝现“白点”的花芽逆转。

三、讨论与结论

（一）暖冬和“倒春寒”不利天气是导致晚熟荔枝品种成花率极低的原因

早中熟荔枝如‘三月红’‘状元红’‘妃子笑’等品种，因其有易成花、早上市的优点，2024年成花率受天气影响较小。本研究调查的13个果园中，有两个果园有‘妃子笑’，其成花率均为80%，而‘仙进奉’‘糯米糍’和‘桂味’等优质晚熟品种的平均成花率不足20%，其原因主要可归结为暖冬后再遭遇“倒春寒”，以及冷暖交替变化快、“回南天”等多重因素影响。

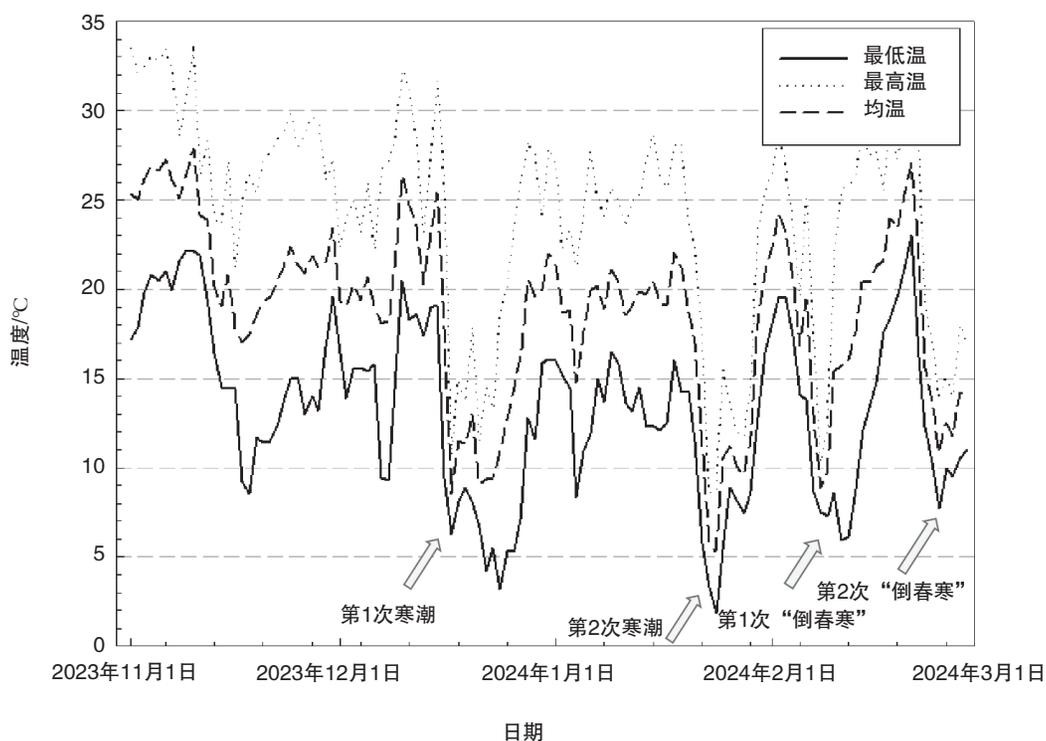


图5 2023年11月至2024年2月增城气温变化趋势

表3 增城气象站2024年记录

气象站	气象指标	1月30日至2月4日	2月12—22日	3月4—6日
A	风向	南风	东南风-南风	东南风
	风速/(m/s)	1~3.5	2~6	4~5
	平均温度/℃	21.7	22.3	20.0
	湿度/%	92	88	90
B	风向	南风	南风	北风-西风
	风速/(m/s)	1.5~3	1.7~3.3	3~5
	平均温度/℃	21.3	21.4	19.2
	湿度/%	85	72	85
C	风向	东南风	北风-东风	东风-南风
	风速/(m/s)	1.5~3	1.8~2.9	2~4
	平均温度/℃	21.6	22.2	20.2
	湿度/%	94	72	88
D	风向	西南风	东风	东风
	风速/(m/s)	1.5~3	1.5~3.8	2.5~4.8
	平均温度/℃	21.7	22.4	20.2
	湿度/%	84	73	85

一般认为,昼夜温度为15℃/10℃是诱导晚熟荔枝品种成花的临界温度,其需要在末次秋梢转绿后经历10℃以下或15℃以下若干天数才能完成生理分化,不同品种对此需求的积累时数不同;如‘糯米糍’等晚熟品种在12月至翌年1月中旬需经历10℃以下积累160h才能进入形态分化阶段,生理分化期(12月1日到翌年1月15日)最高温均温在20℃以下才能成花,20℃以上的最高均温不利于成花^[5,6]。从2023年11月8日立冬节气至2024年1月20日大寒节气前所统计的增城4个气象站数据的气温来看,平均气温为19.7℃,平均高温(每日最高温的平均数)为24.2℃,≤15℃低温时数平均是201h,属于典型的暖冬气候,对促进晚熟荔枝花芽生理分化极为不利。

Chen等^[5]用控温室研究了‘糯米糍’荔枝对花芽分化的反应,发现15℃/8℃的昼夜低温处理60d后,转移至25℃/20℃的昼夜温度条件下生长,可使‘糯米糍’的成花枝率达到94.8%。因此,荔枝

花芽完成生理分化后,适度的中等温度有利于花芽进入形态分化^[7]。从2024年1月21日大寒节气后至3月5日惊蛰节气期间,属于晚熟荔枝花芽形态分化期,共发生3次均温在10℃左右的降温。1月22—29日发生第2次寒潮,部分弥补了第1次寒潮低温累积量不足造成的生理分化障碍,促进了部分荔枝树生理分化,但是立春节气后的两个“倒春寒”却严重抑制花芽的形态分化进程,使“白点”发生退化,甚至已抽出的3~5cm花穗发生了停止生长和变褐现象。此外,“倒春寒”对晚熟荔枝的影响方面,前人也已有不少调查结论。钟思强等^[8]在1993年和1996年调查分析广西龙眼荔枝大减产的原因和本篇调查结果有相似之处,前者指出12月的高温是导致花芽分化失败的主要原因,其次是2月在部分低洼地带发生霜冻导致花芽冻坏。谢仁忠等^[9]分析了广西钦州2022年春季“倒春寒”天气对荔枝成花的影响,发现其对中晚熟品种成花影响较大,使花穗发生冻害现象并推迟近30d的开花节奏。关于春季极

端寒冷天气下对荔枝的影响，陈国保等^[10]从利弊两方面分析，总结出“倒春寒”现象既抑制了晚熟品种冬梢，也抑制了其花芽分化，最终导致了成花率明显偏低、花质差、雌花比率低、花期短等不良后果。该报道认为是由于“倒春寒”促进树体过度休眠，花芽形态分化进程难以完成，且光合作用差，植株生理代谢失调，最终难以成花。

（二）应对气候不利影响的栽培措施建议

1. 培养适时、健壮秋梢

根据当地品种物候期及多年生产情况调查，增城晚熟荔枝成年结果树在9月下旬至10月上旬放出末次秋梢最适宜，并要求在11月中旬花芽生理分化前充分老熟，这是成花并获得产量的基础。

2. 加强树体营养物质积累充实

生产上应通过合理施肥及增施有机肥、“大年”合理控产或隔年结果等^[11]技术措施，确保树体健壮、抗逆性强，花芽分化所需大量有机养分要积累充实。

3. 控梢促花措施是关键

末次秋梢老熟后，树势中等以上的树应采用喷施药物、螺旋环剥（或环割）等措施控梢，在适度低温、干旱的天气条件下，顺利完成花芽分化，此时成花较为可靠。

4. 及时促使花芽萌动

在1月上旬，可通过灌溉、修剪、喷施细胞分裂素等措施，及时促使花芽萌动。

（三）结论

在全球气候变化背景下，2023年冬季发生厄尔尼诺现象，属于典型的暖冬气候，对2024年的荔枝成花影响很大，但不同品种受影响的程度不同。从调查的13个果园6个荔枝品种成花来看，‘桂味’和‘糯米糍’受影响最大，成花率约10%，其次是‘仙进奉’，平均成花率25%，有的果园达40%~60%，‘妃子笑’受影响最小，成花率达80%。

2024年可定性为21年不遇的自然灾害导致的晚熟品种“特小年”，主要原因有3个方面：一是暖冬天气导致难以完成花芽生理分化，主要表现为气温过高，低温来的晚、持续时间短，回温快且高（>25℃），两个寒潮之间的间隔时间长，冷暖交

替变化快等（“极暖—极冷—快速回温”）变化扰乱了树体花芽生理分化的正常节奏；二是寒潮和“倒春寒”叠加导致花芽形态分化受阻，特别是立春节气后的两个“倒春寒”严重抑制花芽的形态分化进程，使“白点”发生退化，甚至已抽出的3~5cm花穗停止生长和变褐；三是立春节气后多次的暖湿东南风使已明显的花芽在萌动过程发生逆转变成叶芽。

参考文献

- [1] 廖美敬.增城荔枝[M].北京:中国农业出版社,2018:5.
- [2] 张湛辉,廖美敬.广州市增城区荔枝产业发展情况及建议[J].中国热带农业,2016(6):15-17.7.
- [3] 陈厚彬,苏钻贤,张荣,等.荔枝花芽分化研究进展[J].中国农业科学,2014,47(9):1774-1783.
- [4] 梁立峰.荔枝成花过程及其重要制约因子[J].广东农业科学,2021,48(4):37-46.
- [5] Chen HB, Huang HB. Low temperature requirements for floral induction in lychee[J]. Acta Horticulturae,2005(665):195-202.
- [6] Menzel CM, Simpson DR. Temperatures above 20°C reduce flowering in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.)[J]. Journal of Horticultural Science,1995,70(6):981-987.
- [7] 李建国.中国果树科学与实践.荔枝[M].西安:陕西科学技术出版社,2022.
- [8] 钟思强,苏维佳,莫炳泉.1993、1996年广西龙眼荔枝大幅度减产的农业气象因素分析[J].广西气象,1997,18(3):37-40.
- [9] 谢仁忠,李云昌,符兆欢,等.广西钦州2022年春季异常天气对荔枝成花的影响分析及应对措施建议[J].中国热带农业,2022(3):60-66.
- [10] 陈国保,李莲英. 2008年初极端寒冷天气对荔枝龙眼成花的利弊分析[J].气象研究与应用,2008(2):57-59,65.
- [11] 李建国,赵明磊,马镛,等.优质晚熟荔枝品种隔年交替结果关键技术[J].中国南方果树,2023,52(3):210-211,223.