

我国荔枝、龙眼产业“十四五”回顾与“十五五”展望

杨胜男 齐文娥 胡桂兵*
(华南农业大学 广东广州 510642)

摘要: “十四五”时期,我国荔枝龙眼产业实现从规模扩张向质量提升转型。产业规模稳定,荔枝种植面积约755万亩,产量除2024年受异常天气为“小年”外均为“中大年”,龙眼约401.4万亩,产量年均约200万t,波动较小;品种结构优化,荔枝‘妃子笑’扩至139.77万亩,低效品种‘黑叶’‘怀枝’缩减超50%,新品种快速推广,形成多熟期区域布局。科研突破显著,建立荔枝离体再生、基因编辑等生物育种技术体系,完成基因组测序并克隆功能基因,选育荔枝新品种30个、龙眼15个,推广面积超52万亩;研发“轮片”隔年结果、病虫害绿色防控等技术,超低温冷冻锁鲜技术实现冻藏18个月,风味保留80%~90%,加工延伸至果粉、日化品领域。当前产业仍面临的瓶颈包括:种质资源利用率低于20%,生物技术应用率不足15%;生产管理粗放,“大小年”结果、土壤酸化、农药依赖问题并存,加工制品仅占20%且附加值低;机械化智慧化程度低,数据孤岛严重。“十五五”时期需攻关基因挖掘与育种平台建设,创制耐贮抗逆新品种,研发应对气候变化的成花调控技术及绿色生产技术,推进智能化以及一二三产融合发展。

关键词: 荔枝龙眼产业;品种改良;技术创新;回顾与展望

中图分类号: S667.1; S667.2

Review and Outlook of China's Litchi and Longan Industry Under the 14th and 15th Five-Year Plans

YANG Shengnan, QI Wen'e, HU Guibing*
(South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong)

Abstract: During the 14th Five-Year Plan period, China's litchi and longan industry achieved a transition from scale expansion to quality improvement. The overall industry scale remained stable, with litchi planting area reaching approximately 7.55 million mu. Except for the off-year in 2024 caused by abnormal weather conditions,

基金项目: 财政部农业农村部国家现代农业技术体系建设项目基金(CARS-32)。

作者简介: 杨胜男, 硕士, 主要从事国家荔枝龙眼产业技术体系项目管理工作。

***通信作者:** 胡桂兵, 男, 博士, 教授, 从事荔枝品种改良研究工作。E-mail: guibing@scau.edu.cn

annual litchi yields were generally maintained at medium-to-high levels. The longan planting area was about 4.014 million mu, with an average annual yield of 2 million tons and relatively small interannual fluctuations. The varietal structure was optimized, with the planting area of the 'Feizixiao' litchi expanding to 1.3977 million mu, while low-efficiency cultivars such as 'Heiye' and 'Huaizhi' decreased by over 50%. Meanwhile, new cultivars were rapidly promoted, contributing to the formation of a regionally differentiated, multi-maturity production pattern. Significant scientific and technological breakthroughs were achieved. Biological breeding technology systems, including litchi *in vitro* regeneration and gene editing, were established; genome sequencing was completed and functional genes were successfully cloned. 30 new litchi cultivars and 15 new longan cultivars were developed, with a cumulative promotion area exceeding 0.52 million mu. Technologies, such as alternate bearing regulation based on zonal rotation and green prevention and control of pest and diseases, were also developed. In addition, ultra-low temperature freezing and freshness-locking technology enabled frozen storage for up to 18 months while retaining 80% to 90% of fruit flavor. Processing chains were extended to areas such as fruit powders and daily-use chemical products. However, current industry continues to face several bottlenecks. The utilization rate of germplasm resource remains below 20%, while the application rate of biotechnology is less than 15%. Production management remains extensive with issues of alternate bearing, soil acidification, and reliance on chemical pesticides. Moreover, processed products account for only 20% of total production with low added values. The level of mechanization and smart technology adoption is low and data silos are prevalent across the industry. During the 15th Five-Year Plan period, priority should be given to gene discovery and the construction of breeding platforms, the development of new cultivars with storage tolerance and stress resistance, and the advancement of flowering regulation technologies and green production technologies to cope with climate change. and the further promotion of intelligent development as well as integrated development of primary, secondary, and tertiary industries.

Keywords: litchi and longan industry; cultivar improvement; technological innovation; review and outlook

荔枝与龙眼作为我国特色热带亚热带果树，栽培历史超过 2000 年，荔枝产业规模约占全球 63%，龙眼约占 49%，二者均为南方地区农业增效、农民增收的支柱产业。“十四五”时期（2021—2025 年），我国荔枝龙眼产业经历了从规模扩张向质量提升的关键转型，在品种改良、技术创新、产业链延伸等方面取得显著突破。本文系统回顾“十四五”时期产业发展成就与重要研究进展，深入剖析当前面临的瓶颈问题，并基于产业需求提出“十五五”时期科研方向建议，为推动产业高质量发展提供理论参考。

一、“十四五”荔枝龙眼产业发展成就回顾

（一）产业规模保持稳定，区域布局持续优化

“十四五”期间，我国荔枝种植面积稳定在 755 万亩（1 亩 \approx 666.7 m²，下同）左右，主要集中在广东、广西、海南、福建、四川、云南等 6 个省（自治区）。其中，广东为第一大主产

区，种植面积 419.89 万亩，占比 56%；广西为第二大产区，种植面积 234.80 万亩，占比 31%；其余产区依次为海南 35.20 万亩、四川 32.30 万亩、福建 19.70 万亩、云南 12.00 万亩。2021—2025 年总产量分别为 274.10 万 t、276.30 万 t、306.10 万 t、178.10 万 t、365.04 万 t^[1,2]，除 2024 年受异常天气影响为“小年”外，其余年份均为荔枝“中大年”。其中，主栽品种‘妃子笑’‘黑叶’‘桂味’‘怀枝’‘白糖罂’‘糯米糍’‘双肩玉荷包’合计占总种植面积的 72% 左右。近年来品种结构持续优化，其中，早熟良种‘妃子笑’由 94.94 万亩扩至 139.77 万亩；效益偏低的‘黑叶’‘怀枝’分别由 179.49 万亩、87.62 万亩缩减至 89.06 万亩、53.29 万亩；‘桂味’‘白糖罂’‘糯米糍’等优质品种面积总体保持稳定。此外，‘仙进奉’‘冰荔’等新兴良种自入市后快速扩张，进一步优化了品种布局，已形成海南特早熟、粤西与桂南早中熟、粤中和桂东南中晚熟、闽

南闽东晚熟主产区，长江上游特晚熟和云南高原特色产区的格局。区域布局逐步优化，品种类型日益丰富，熟期结构趋于合理，主产区呈现“集聚化、特色化”发展态势。

龙眼与荔枝种植区域高度重合。我国龙眼种植面积约 401.40 万亩，主要产区产量包括广东 173.40 万亩，广西 130.20 万亩，海南 14.30 万亩、福建 44.10 万亩、四川 35.90 万亩、云南 2.30 万亩等。2021—2025 年总产量年均约 200 万 t，整体波动较小。优质品种‘储良’‘石硖’在主产区广泛种植，合计占总种植面积的 75% 左右，近年来新品种推广应用范围持续扩大。

（二）“十四五”时期荔枝龙眼产业重要研究进展

荔枝龙眼被列入国家现代农业产业技术体系支持作物，设置了遗传改良、栽培与土肥、病虫害防控、机械化、加工和产业经济 6 个研究室和 10 个综合试验站，聘用了包括首席科学家在内的岗位科学家 14 人和试验站站长 10 人，专家团队覆盖 6 省（自治区）17 家科研机构，带领团队成员 100 多人，覆盖示范县 56 个。财政部给予体系稳定的基本研发经费支持，推动体系逐步发展成为我国荔枝龙眼科技创新中心、国际合作与交流中心和人才培养基地。同时，广东、广西、海南、四川等省（自治区）组建了地方荔枝龙眼创新团队，为产业发展注入重要科技支撑。

1. 生物育种技术与品种改良突破

（1）初步建立荔枝生物育种技术体系

离体再生方面，优化‘妃子笑’荔枝离体再生技术体系^[3-7]，建立 16 个资源离体再生体系^[8]，创新炼苗移栽技术提升成活率^[9]；建立平阳霉素诱变愈伤组织获突变株技术。

分子标记辅助育种方面，开发果实成熟期含糖量相关分子标记，研制 40 K 液相及 384 SNP 芯片，构建 164 个品种 SNP 指纹图谱^[10]，基于‘三月红’×‘紫娘喜’F₁ 群体完成高密度遗传图谱绘制与枝叶性状 QTL 定位^[11]。上述技术为荔枝生物育种奠定重要基础。

转基因方面，以‘妃子笑’‘黑叶’愈伤组织为受体建立遗传转化体系^[12]，优化 *CryIAb*/

CryIAb 基因获得转基因植株。

基因编辑领域，利用‘妃子笑’胚性愈伤组织实现多酚氧化酶、漆酶基因编辑，首次报道荔枝基因编辑技术体系，获得果皮褐变关键基因 *LcPPO* 突变体植株^[13,14]；完成了荔枝基因组测序，提出起源驯化假说，揭秘开花调控机制^[15]，解析裂果、抗病、糖积累等性状调控机制并克隆一批功能基因^[16,17]。

（2）新品种选育成果

“十四五”时期，通过实生选种、杂交育种等方式，选育了一批具有早/晚熟、优质、丰产、耐贮等优良性状的新株系和新品种，显著提升了品种竞争力。

荔枝品种选育方面，通过全国热带作物品种审定委员会审定新品种 3 个（‘凤山红灯笼’‘新球蜜荔’‘玉潭蜜荔’），省级农作物品种审定委员会审（评）定新品种 8 个（‘巨美人’‘迟美人’‘琼荔 1 号’‘科技一号’‘新球蜜荔’‘玉潭蜜荔’‘草莓荔’‘钦州红荔’），19 个新品种（‘巨美人’‘早巨荔 1 号’‘红举人’‘红丽人’‘庞丽人’‘娇丽人’‘莞香荔’‘青龙荔’‘离娘香’‘赛糯’‘清风’‘红嶙荔’‘大唐红’‘越州红’‘莞福红’‘晚桂荔’‘双喜荔’‘早妃’‘桂爽’）获植物新品种权。荔枝新品种的成熟期仍以中晚熟为主，但早熟、优质新品种选育已取得显著突破。其中，特早熟新品种‘桂早荔’在海南地区实现 3 月下旬成熟，因突出的推广价值被评选为海南省“十大适宜推广热带农业科技成果”；国家荔枝龙眼产业技术体系首席科学家胡桂兵教授团队历时 15 年选育的‘仙桃荔’，集早熟、特大果、优质、丰产、耐贮运五大优势于一体，为我国早熟特色荔枝产业发展提供了关键品种支撑，推广应用潜力巨大。

龙眼品种选育方面，通过全国热带作物品种审定委员会审定新品种 4 个，包括‘宝石 1 号’‘秋香’‘翠香（榕育 3 号）’‘福圆’；省级农作物品种审定委员会审（评）定新品种 5 个，包括‘宝石 1 号’‘广早’‘良圆’‘矮丰’‘脆蜜’；省级成果评审新品种 6 个，包括‘福早 3 号’‘华泰丰’‘福圆’‘福香’‘醇香’‘玖龙’；获植物

新品种权 7 个, 包括‘桂丰早’‘宝石 1 号’‘良圆’‘秋香’‘翠香(榕育 3 号)’‘福晚 10 号(醉香)’‘冬香’。果实香气是衡量鲜食品质的核心指标, 针对我国龙眼生产中缺乏自主知识产权香型大果优质品种的短板, 依托单位为福建省农业科学院果树研究所的体系龙眼育种团队已成功培育出香型大果优质龙眼新品种(系) 16 个, 有效填补了相关领域的品种空白。

(3) 品种结构优化技术创新

研发推广了以大枝挑皮接种为核心的“荔枝高接换种提质增效技术”和“龙眼快速矮化换种技术”, 缩短高接换冠果园结果年限 1~2 年; 配套推出‘仙桃荔’‘巨美人’‘无核荔’‘岭丰糯’‘桂早荔’‘宝石 1 号’等新品种的标准化栽培技术, 提升单位面积产量与品质。荔枝优新品种‘仙进奉’‘岭丰糯’‘新球蜜荔’‘井岗红糯’‘越州红’‘桂早荔’和龙眼新品种‘宝石 1 号’‘福圆’‘翠香’等分别被农业农村部或海南、云南、广东、广西、福建等省(自治区)列为主导品种。荔枝新品种累计推广超 30 万亩, “荔枝高接换种提质增效技术”等配套技术覆盖超 80 万亩(占荔枝总面积 10%以上); 龙眼新品种推广超 22 万亩(占龙眼总面积 5%)。通过区域引种试种, 筛选出一批适应地方气候特点的适栽品种, 如海南推广特早熟品种‘桂早荔’、广西推广‘仙进奉’、云南推广‘无核荔’, 有效优化区域品种结构, 使荔枝鲜果供应期从 4—7 月延至 3—9 月, 龙眼基本实现周年生产。

2. 关键栽培技术创新

(1) 栽培与土肥管理技术

针对荔枝生产上存在的劳动力不足、树体高大郁闭、生产成本低、优质晚熟荔枝品种“大小年”结果严重等限制产业高质量发展的核心问题, 研发了优质晚熟品种“轮片”隔年交替结果、荔枝高光效树形培育、高质量结果母枝培养、省力化花果发育调控等多项轻简高效栽培技术。其中优质晚熟品种“轮片”隔年交替结果技术模式, 示范片区 2018—2024 年连续 7 年平均亩产为 633.20 kg, 平均“大小年”结果指数(BBI)为 0.12, 而常规结果片区平均亩产为 254.10 kg, 平均 BBI 为 0.46,

隔年结果园较常规结果园亩产值增加 121%, 平均亩成本减少 122%, 人工成本减少 50%, 亩利润增加 197%。同时建立并发布了《克服荔枝中晚熟品种“大小年”产业技术方案》, 构建了周年管理闭环的荔枝连续稳产优质的技术规范体系。

荔枝黑皮病是近年我国荔枝产区多品种(尤其优质品种)发生的生理性病害。病果果皮出现黑褐色等不规则斑块, 影响外观、耐贮性, 导致售价降低甚至丧失鲜果价值。研究发现, 该病由锰胁迫诱发^[18], 系荔枝自身营养累积、土壤酸化及气候变化共同作用, 在荔枝末次梢老熟期施用白云石粉等碱性改良剂, 可降低发病率 50%以上乃至完全防控, 能够改善果色、提高售价。目前, 已构建土壤降酸控锰技术体系为产区提供支持。

龙眼产期调节技术取得显著进展。优化完善了龙眼应用氯酸钾催花技术方法, 可使海南产区龙眼在 1—4 月成熟, 价格为正造龙眼(6—8 月成熟) 2~3 倍。针对成花逆转、落果严重等问题, 优化催花技术为土施+叶面喷施, 花芽比例从 62.30%提至 90.80%; 研发冲梢挽救技术解决催花失败, 成花率最高 70%; 保果技术使落果率从 32%降至 12%。技术标准化后成为 2022 年海南省农业主推技术, 在乐东等产区推广近 4 万亩, 创造产值近 3000 万元。

(2) 病虫害绿色防控技术

病害防控方面, 研究了主要病害发生成灾规律, 通过研发病害早期诊断和发生预测技术、健康农业措施、筛选利用生物制剂、化学农药筛选与创制、抗药性监测等技术, 制定基于农药残留特性与最大残留限量标准等, 集成了一套以农业措施为基础、病害早期精准诊断与预警为前提、高效低风险农药为载体、果品安全评价与溯源追踪管理制度为保障的荔枝主要病害绿色防控技术, 实现了农药减量增效、环境友好、果品质量安全的有机统一。制定了荔枝霜疫病、炭疽病、麻点病、干腐病综合防治技术方案。

虫害防控方面, 针对荔枝蒂蛀虫常年猖獗危害、常规防控不力及农残超标等问题, 研发出预测预报技术及云平台、繁殖力分子检测技术、灯光干扰防控技术、高寄生率赤眼蜂、专用登记药剂等新

技术新产品，创建多虫态协同防控技术新体系，2022—2024年在广东荔枝产区累计推广278万亩。同时从生态学角度规划防治，形成以释放天敌为主的生态控制技术，通过诱虫灯、性诱剂、人工采集等掌握不同生长期主要害虫发生规律，释放平腹小蜂防治荔枝椿、赤眼蜂等鳞翅目害虫，人工“接种式”释放天敌以保持田间稳定可持续的天敌种群，并种植适合赤眼蜂、平腹小蜂、捕食螨等天敌栖息的蜜源植物来构建天敌庇护所。

研发植保无人机荔枝园喷施农药高效利用技术，作业效率达60亩/h，较人工提升10倍以上，综合成本降幅达20元/亩，农药利用率相较于人工可提升30%以上，使用喷雾助剂可增加药液沉积，降低雾滴飘移风险和农药残留风险。

（3）果园机械及智慧化技术

研发山地荔枝园宜机化改造技术，同时开发果园智慧管控平台，攻克果园复杂环境下农机作业关键技术，集成研制了涵盖除草、修剪、喷雾、施肥、疏花疏果、采收等生产环节的智能农机，荔枝生产全过程的智能化作业初见成效。创新设计了一种实时视觉引导的自主采摘方法，实现龙眼无人机精准采摘，显著提高采摘成功率，进一步扩大无人机在农业场景下的应用潜力。

研发荔枝蓄冷喷淋预冷技术与装备，突破了荔枝快速预冷技术，10 min内即可将荔枝果温从30℃降至10℃以下，其移动式设计突破了固定预冷设施的局限，可直接服务于田间地头或集散点，极大提升了产业操作的灵活性与覆盖范围。

（4）采后处理与加工技术升级

荔枝保鲜方面，研究发现松针提取液与纳米氧化锌复配、壳寡糖-海藻糖复合膜剂等绿色复合保鲜剂可实现抗菌抗氧化协同作用；可降解气调包装、智能响应型包装等功能性包装材料可提升防护与监测能力；电场处理及高效蓄冷技术可延长荔枝贮藏与运输时效。龙眼则聚焦专用保鲜制品，研发具有抗菌抗氧化涂层、可降解纤维基作用的功能性保鲜纸与复合处理技术（1-MCP+保鲜剂+气调包装），有效抑制病原菌感染与褐变。这些技术突破性延长了鲜果货架期，为降低采后损耗、推动产业高质量发展提供支撑。

加工技术研发重点集中在两个方面。一是荔枝超低温冷冻锁鲜技术。通过超低温速冻（如液氮-196℃或浸渍冷冻-35℃以下）快速通过冰晶生成带，形成细小冰晶保护细胞结构，并结合天然护色、纳米包装等复合技术，解决传统冷冻导致的果肉软烂、褐变问题。该技术实现荔枝-18℃冻藏18个月，解冻后色香味保留80%~90%，接近新鲜状态，突破“三日味变”瓶颈。应用中推动反季供应，2025年广东超4000t荔枝借此实现非产季销售，并出口日本、欧美等市场，填补国际空白。产业层面破解产销矛盾，采后损耗降至5%以下，带动深加工，延伸产业链，提升附加值与国际竞争力，助力荔枝从时令鲜果转为全年供应商品。二是高质化精深加工。系统解析荔枝“皮—肉—核”部位特色功能组分基础数据，突破高活性果粉连续化冷加工、高品质饮品多元化加工、副产物多酚高效提取利用等关键技术，研发了荔枝果粉、精酿、原汁、果醋、日化等系列产品，达到国际领先水平。全方位、多层次开发荔枝龙眼精深加工产品以及具有特定功效的保健产品、日用品，既契合了当下日益火热的健康产业发展，也有助于延伸产业链，实现企业的一体化经营，并可因地制宜，结合产区资源进行三产融合，打造特色农文旅品牌。

二、当前产业面临的瓶颈和关键问题

（一）气候异常加大生产的不确定性和风险性

作为典型的热带果树，荔枝龙眼生产对自然条件依赖较大，气候变化或异常等自然灾害对产量具有决定性的影响。荔枝生产周期中面临的主要自然灾害有高温干旱、低温冷害、台风、阴雨和突发暴雨等，不同地区不同年份自然灾害的发生种类和影响程度难以预知。近年来气候异常已具有常态性和无法预测性的特点，加剧了荔枝龙眼生产的不确定性和风险性，这给产前规划、产中管理以及产后处理都带来较大困扰，给产业的持续健康发展提出了严峻的挑战。

（二）种质资源利用不足与育种技术滞后

国家种质资源圃现保存荔枝种质资源652份，龙眼种质资源393份，但收集保存不全，基因型与表型及其关联性评价技术落后，评价不充分，核心

种质利用效率低于 20%，导致抗逆性（冷害、病虫害）等重要性状基因挖掘滞后。传统杂交育种与现代分子标记辅助育种技术衔接不畅，生物技术应用率不足 15%，新品种研发周期长达 15 年以上，难以突破香而不耐储、甜而抗逆弱等品质与抗性难以兼得的育种瓶颈。

（三）生产管理粗放与采后加工技术制约

荔枝龙眼产业依然存在栽培管理粗放、技术集成度低、采后损耗大等问题，制约了产业提质增效。一是栽培与土肥管理方面，存在优质品种“大小年”结果现象严重、土壤酸化、偏施肥料及施肥不足、劳动力及投入品成本高、山地果园树体高大郁闭、果园基础设施较薄弱、生产管理效率低等问题。二是植保方面，有害生物频繁发生、化学农药依赖度高、抗药性问题日益严重、防控技术单一且存在盲目性等问题相互交织，导致荔枝鲜果及衍生农副产品面临农药残留超标风险高、质量安全问题时常出现、产业效益低的困境。三是采后贮藏保鲜与加工方面，荔枝龙眼果实采后代谢旺盛，易发生品质劣变，极不耐贮藏运输，导致销售半径受限，加上荔枝采收期很短，极易导致市场供求的严重不平衡，发生“丰产不丰收”的现象。荔枝龙眼加工制品不到总产量的 20%，以干制品、罐头等传统产品为主，因热敏性强，在热加工及贮藏过程中品质劣变严重，高附加值的精深加工产品较缺乏，产业整体综合效益不高。四是机械化和智慧化方面，在生产、采后处理、物流与销售等环节中，存在机械化和信息化程度低、标准不统一、质量溯源缺乏等问题，各环节技术与手段分散，数据孤岛现象严重，难以实现全流程精准监控、智能决策与高效机械化作业。

三、“十五五”时期科研方向建议

（一）突破性品种选育与种质创新

针对生产上早/晚熟、丰产稳产、优质高抗、耐贮等性状的突破性品种紧缺问题，构建“种质精准评价—基因挖掘—技术集成—品种创制”全链条创新体系。建立精准鉴定评价技术体系及表型与分子数据库，构建高效分子设计育种平台。采用杂交育种、选择育种、诱变育种等常规育种技术及

基因编辑、转基因等分子育种技术，优化技术体系，加快创制新种质，加速新品种选育示范推广。预期创制适应性广、丰产稳产、品质优良、熟期多样、耐贮运的新种质 20~25 份，其中突破性品种 1~2 个，在各产区示范推广应用 10 万亩以上，新品种亩产值比传统品种提高 20% 以上，种植效益提高 10% 以上，显著提升荔枝龙眼产业的社会经济效益。

（二）优质高效栽培技术集成与应用

围绕“品种特性—区域生态—管理措施”协同适配目标，分类突破栽培技术瓶颈。一是针对易成花的荔枝龙眼品种，开展以提高单位面积产量、提升品质和节本增效为目标的土壤改良，以枝梢和花果管理为核心的技术研发和集成应用。二是针对难成花的优质晚熟品种，开展以减轻“大小年”、节本增效和提升品质为目标的土壤改良，以枝梢和花果管理为核心的技术研发和集成应用。三是针对优新荔枝品种开展与区域气候匹配的栽培技术研发，形成技术规程。未来预计“妃子笑”等易成花荔枝品种亩产量提高到 1 t 以上，晚熟难成花优质品种亩产量提高到 600 kg 以上，优新品种亩产量达到 500 kg 以上，综合种植效益提高 20% 以上。

（三）绿色植保技术体系构建与应用

针对农药残留与质量安全痛点，重点推动研发并集成一套涵盖精准监测预警、靶向阻断型绿色控害产品、生态效益提升和植株活力提升的“病虫源—生境—寄主”多维调控植保新技术体系。同时，开展抗病虫害种质特性研究工作，建立基于昆虫生物学—寄主生理学联用的抗虫特性评价体系。预期减少化学农药量或喷药次数，减少用工，节约成本，每年减少喷药 3~4 次、每亩降低农药使用量和农药购买成本 20% 以上。

（四）智能化与机械化生产技术研发

聚焦丘陵山地生产痛点，研发专用化、智能化、高效化技术装备。重点突破减阻开沟定量施肥、对靶喷雾、自主路径规划避障除草、精准仿形采收等技术，预期施肥量节省 30%、施药量节省 30%、除草效率提升 40%、采收效率提升 50%。构建“物联网监测—大数据分析—智能决策”平台，整合土壤墒情、病虫害发生、产量预测等数

据, 实现生产流程可视化监控与智能调度。

(五) 全产业链提质减损与高值化利用

围绕“减损、提质、增值”目标, 突破全链条技术瓶颈。整合采前采后保鲜技术全链条研发新型保鲜剂与包装以实现常温保鲜 5~7 d、低温可贮 30 d 以上且损耗降低 10%; 系统研究荔枝上农药安全风险及残留特征, 以开发高效安全用药技术和建立不同品种成熟期活性成分与营养成分动态数据库; 研发冻眠锁鲜、节能干燥等核心加工技术装备并建立智能化生产线, 开展全果利用研究以突破副产物特征功能组分综合利用技术, 开发多元化产品并构建 AI 调控系统实现提质增效, 助力远销贸易与产业高值化发展。

四、结论与展望

“十四五”时期, 我国荔枝龙眼产业在科技驱动下实现了从“规模扩张”到“质量提升”的历史性跨越, 但仍面临气候风险、技术转化、国际竞争等多重挑战。“十五五”时期需聚焦“抗逆、智能、绿色、高值”四大方向, 通过品种创新、技术集成、产业链协同, 推动产业全要素生产率提升 30%以上, 建成全球最具竞争力的荔枝龙眼产业体系, 为乡村振兴和农业强国建设提供有力支撑。🌱

参考文献

[1] 胡桂兵, 杨胜男, 齐文斌. 2025 年全国荔枝生产形势分析与
管理建议[J]. 中国热带农业, 2025(2):8-16.

[2] 陈厚彬, 杨胜男, 苏钻贤, 等. 2024 年全国荔枝生产形势分析
与管理建议[J]. 中国热带农业, 2024(3):8-20.

[3] 王果, 刘耀婷, 王家保, 等. 氨基酸对荔枝愈伤组织增殖及体
胚发生体系优化的研究[J]. 果树学报, 2023, 40(11):2466-
2476.

[4] 王果, 刘耀婷, 李焕苓, 等. 多胺对荔枝胚性愈伤组织增殖与
体胚分化的影响[J]. 广西植物, 2024, 44(7):1307-1318.

[5] 王果, 刘耀婷, 李焕苓, 等. 外源多胺对荔枝愈伤组织增殖及
体胚发生的作用[J]. 果树学报, 2021, 38(12):2135-2147.

[6] Guo W, Liu YT, Gao ZY, et al. Effects of Amino Acids on
Callus Proliferation and Somatic Embryogenesis in *Litchi*
chinensis cv. 'Feizixiao'[J]. Horticulturae, 2023, 9:1311-1328.

[7] Cao LD, Wang G, Ye XX, et al. Physiological, metabolic, and

transcriptomic analyses reveal mechanisms of proliferation and
somatic embryogenesis of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.)
cryogenic callus promoted by D-Arginine treatment[J].
International Journal of Molecular Sciences, 2024, 25(7):3965.

[8] Wang G, Liu YT, Zhang L, et al. Screening of highly efficient
genotypes for *in vitro* regeneration in *Litchi chinensis*
Sonn[J]. South African Journal of Botany, 2025, 184:849-861.

[9] 王果, 刘耀婷, 高兆银, 等. 荔枝愈伤组织继代及体胚发生过程
中结构与多胺含量变化[J]. 果树学报, 2021, 38(11):1911-1920.

[10] Zhang L, Wang PF, Li F, et al. Litchi40K v1.0: a cost-effective,
flexible and versatile liquid SNP chip for genetic analysis and
digitalization of germplasm resources in litchi[J]. Horticulture
Research, 2025, 12(5):uhaf038.

[11] Hu W, Li F, Li HL, et al. QTL mapping for branch- and leaf-
related traits with a high-density SNP genetic map in litchi
(*Litchi chinensis* Sonn.)[J]. Horticultural Plant Journal, 2025, 11(4):
1541-1550.

[12] Qin YQ, Zhang B, Wang SQ, et al. Establishment of somatic
embryogenesis regeneration system and transcriptome analysis of
early somatic embryogenesis in litchi[J]. Horticultural Plant
Journal, 2025, 11(2):535-547.

[13] Wang SJ, Wang G, Li HL, et al. Agrobacterium tumefaciens-
mediated transformation of embryogenic callus and CRISPR/
Cas9-mediated genome editing in 'Feizixiao' litchi[J].
Horticultural Plant Journal, 2023, 9(5):947-957.

[14] Li F, Li ZH, Gao ZY, et al. A laccase gene (*LcLac*) was involved
in polyphenol metabolism and tissue browning of litchicallus[J].
Scientia Horticulturae, 2023, 321:112291.

[15] Hu GB, Feng JT, Xiang X, et al. Two divergent haplotypes
from a highly heterozygous lychee genome suggest independent
domestication events for early and late-maturing cultivars[J].
Nature Genetics, 2022, 54:73-83.

[16] 李芳, 张蕾, 林祺英, 等. 荔枝炭疽病室内抗病评价体系的建
立[J]. 植物病理学报, 2023, 53(3):455-462.

[17] Li F, Wu J, Zhang L, et al. Elucidating the mechanism of
resistance to anthracnose in litchi leaves through transcriptome
analysis[J]. BMC Plant Biology, 2025, 25:384.

[18] Su XX, Zhu YC, Bai CH, et al. Dark pericarp disease in litchi
is induced by manganese stress[J]. Plant and Soil, 2022, 481(1-2):
563-579.