

以开放科学推动农业科技现代化普惠

ISSN 3081-1376 (print)

ISSN 3081-1384 (online)

农业科技研究与创新

Agricultural science and technology research and innovation

2025年 第1卷 第3期 (双月刊)

CODEN: NKYYAX

(国际标准连续出版物标识符 • 全球唯一标识符)

分配机构: 美国化学文摘社 (CAS)

国图集团 CIBTC

进口备案刊号: G015Z106

QUEST PRESS LIMITED

ISSN 3081-1376

03



www.SciOnline.com



QUEST PRESS



扫码阅读

敬畏自然，方能生生不息

Revere nature, to achieve endless life.

地球是共同家园，守护需同心协力

The earth is a common home, protection requires joint efforts.

ISSN 3081-1376 (Print)

ISSN 3081-1384 (Online)

CODEN: NKYYAX

(国际标准连续出版物标识符 • 全球唯一标识符)

分配机构: 美国化学文摘社 (CAS)

中文名 农业科技研究与创新

英文名 Agricultural Science and

Technology Research and Innovation

主办 求索出版社

出版频率 双月刊

出版语言 中文, 英语

出版机构 求索出版社 (QPL Ltd.)

编辑单位 《农业科技研究与创新》编辑部

地址 澳门巴掌围斜巷19号7楼D

电话 +853 6881 9699

网址 nykj.scionline2025.com

广告服务 QuestPress@hotmail.com

出版时间 2025年12月



QUEST
PRESS
LIMITED

版权所有

© 求索出版社 (QPL Ltd.)

版权与许可声明

本期刊整体版权归属求索出版社所有。所有发表文章均依据“知识共享署名 4.0 国际许可协议” (CC BY 4.0) 进行授权发布。

许可链接

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

文章版权

单篇文章的著作权由作者与求索出版社共同享有。

使用授权

著作权人已同意依据CC BY 4.0协议授予文章使用许可, 使用者可在遵循协议条款 (主要为署名要求) 的前提下进行转载、改编或用于其他用途。

权责声明

1. 本刊所发表文章中的观点、数据和结论仅代表作者个人立场, 不代表本刊及出版机构的意见。
2. 对于因使用文章任何内容 (包括正文及引述材料) 而可能引发的任何直接或间接损失, 本刊及出版机构不承担任何法律责任。
3. 本刊的出版行为不构成对文中提及任何产品、方法或技术的商业性能、有效性或特定用途适用性的任何形式担保或推荐。
4. 本刊内容仅供学术与信息参考, 不替代专业判断。读者在依据文章内容做出任何决策前, 建议咨询相关领域专业人士。

编委会

主编 崔苏月

副主编 裴盼盼 蔡 哲

李晓红 胡玲艳

徐金娥 岳美晨

编委 王 植 云南丘北县畜牧技术推广工作站

编委会助理 成丽敏

Journal import

期刊进口

备案刊号: G015Z106



中國國際圖書貿易集團公司
China International Book Trading Corporation





doi Foundation

DOI 数字对象唯一标识符 (英国)



Crossref

Crossref 交叉引用 (美国)



ICI WORLD of JOURNALS

ICI 哥白尼期刊数据库 (波兰)



EuroPub
Certificate Board System

EuroPub 欧洲学术出版中心数据库 (英国)



ACADEMIA

ACADEMIA.EDU 学术界 (美国)



J-Gate

J-Gate 开放获取期刊门户 (印度)



cnki 中国知网
www.cnki.net
中国知识基础设施工程
CNKI 中国知网 (中国)



万方数据
WANFANG DATA

WanFang 万方数据 (中国)



VIP
维普资讯

CVIP 维普期刊 (中国)



武汉大学 中国科学评价研究中心
WUHAN UNIVERSITY Research Center for Chinese Science Evaluation

RCCSE 中国学术期刊目录 (中国·武汉大学)



Baidu 学术

Baidu Scholar 百度学术 (中国)



长江文库
www.cjwk.cn

CJWK 长江文库 (中国)



183ead
中邮阅读

591adb 中邮阅读·万章期刊 (中国)



OpenAlex

OpenAlex 全球开源学术平台 (加拿大)



SCRIBD

SCRIBD 在线图书馆 (美国)



MAGZTER
DIGITAL NEWSSTAND
TAP • READ • ENJOY

Magzter 跨平台数字期刊 (美国)



 **slideshare**

SlideShare 知识共享平台 (美国)



EBSCO

EBSCO 学术数据库 (美国)



RePEc

RePEc 经济研究文献数据库 (美国)



 **OUCI**

OUCI 开放乌克兰科学 (乌克兰)



 **Discovery**
by Editage

R Discovery 研究者发现平台 (印度)



 **LENS.ORG**

The Lens 透镜学术 (澳大利亚)





Google Scholar 谷歌学术 (美国)



 **Microsoft Bing**

Microsoft Bing 微软学术 (美国)



 **ResearchGate**

ResearchGate 研究之门 (德国)



 **PORTICO**

Portico 学术文献保存库 (美国)





ASCI 亚洲科学引文索引 (美国)



 **SEMANTIC SCHOLAR**

Semantic Scholar 语义学术 (美国)



ISSN (法国)



BOOKAN 博看 (中国)



Issuu 数字出版平台 (丹麦)



WorldCat 世界编目数据库 (美国)



SPI-Hub 范德比尔特大学 (美国)



MDPI scilit 科学与学术数据库 (瑞士)



ProQuest 科睿唯安数据库 (美国)



Research Commons 科睿唯安·研究共享平台 (美国)



Scite (美国)



BASE 比勒费尔德学术搜索 (德国)



ERIH+ 欧洲人文社会科学索引 (挪威)



Yahoo!Search (美国)



Naver 搜遍 (韩国)



LivRe! 开放期刊门户 (巴西)



ResearchBib 研究者索引 (日本)



KINDCONGRESS

KIND CONGRESS (阿塞拜疆)



TOGETHER WE REACH THE GOAL
SJIF 科学期刊影响因子 (印度)



IP Indexing IP索引



Journament

Journament 质量评估与索引



RJIF 研究期刊影响因子



Road 开放科学学术资源路线图 (法国)



COSMOS 期刊评价指标 (印度)



CiteFactor

CiteFactor 指标与信任索引 (印度)



ADL 亚洲数字图书馆 (巴基斯坦)



Secret Search Engine Labs

Secret 搜索引擎实验室 (芬兰)



Academindex 学术索引 (土耳其)



ROOTINDEXING
Discover. Index. Connect. Impact.

RootIndexing 根索引与影响因子



EZB Electronic Journals Library

EZB 电子期刊图书馆 (德国)



ISI 国际科学索引平台（阿联酋迪拜）



Sci Online 科学在线（中国澳门）



Baidu Baike 百度百科（中国）



OALib 开放存取资源图书馆（美国）



ESJI 欧亚科学期刊索引（哈萨克斯坦）

农业科技研究与创新

Agricultural Science and Technology Research and Innovation

2025年12月 第1卷 第3期（双月刊）

目次

◆ 农业产业与品牌

汕头市金灶镇杨梅产业高质量发展探索

Exploration of High-Quality Development of the Bayberry Industry in Jinzao

许佳奕, 郑洋昇..... (1)

◆ 农业数字与治理

科技赋能广西乡村振兴：理论基础、现实瓶颈与对策

Technology Empowerment for Rural Revitalization in Guangxi: Theoretical Foundations, Practical Bottlenecks, and Countermeasures

李 岸..... (9)

新质生产力引领汕头农业现代化的路径探索与实践

Exploration and Practice of the Path for Agricultural Modernization in Shantou Led by New Quality Productive Forces

许佳奕, 房诗华, 郑洋昇..... (13)

产学研合作模式下农业推广技术创新能力提升路径探索

Exploring the Pathways to Enhance Agricultural Extension Technology Innovation Capacity under the Industry-University-Research Collaboration Model

顾 为..... (25)

◆ 农业科技创新

特色药用植物种质关键次生代谢产物（黄酮、萜类）定向育种改造与绿色提取化工工艺开发

Targeted Breeding Modification of Key Secondary Metabolites (Flavonoids, Terpenoids) in Special

Medicinal Plant Germplasms and Development of Green Extraction Chemical Processes

聂佳磊 (31)

汕头市金灶镇杨梅产业高质量发展探索

许佳奕¹, 郑洋昇²

1. 广东机电职业技术学院, 广东广州, 510550; 2. 广东工商职业技术大学, 广东肇庆, 526020

摘要: 杨梅是我国特有的经济林树种, 金灶镇是粤东地区的核心杨梅产区, 当地已有六百多年的种植历史, 以“乌酥杨梅”为代表的多个特色品种, 在行业内拥有较高的知名度。现阶段金灶镇的杨梅产业, 正处在从传统种植转向现代化发展的关键时期, 生产标准化程度不高, 冷链物流发展较慢, 产业链条延伸不足, 品牌影响力范围有限, 这些都是产业发展中遇到的实际问题。本文结合实地调研结果与相关文献资料, 对金灶镇杨梅产业的发展基础和资源条件进行梳理, 从生产技术、产业链条、品牌建设、保障机制四个方面, 分析限制产业进一步升级的主要问题。本次研究提出了技术赋能、链条延伸、品牌升级、机制创新相结合的发展思路, 重点搭建适合岭南丘陵地形的标准化生产体系, 结合潮汕美食文化打造三产融合模式, 推出地理标志与文化IP结合的品牌策略, 以及金融、保险、订单配套的风险分担机制, 希望能为粤东地区特色果业的转型发展提供可参考的实践方法, 也为南方丘陵地区的特色农业发展提供一定的理论参考。

关键词: 金灶镇; 杨梅产业; 高质量发展; 农文旅融合; 标准化生产

Exploration of High-Quality Development of the Bayberry Industry in Jinzao

Jiayi Xu¹, Yangsheng Zheng²

1. Guangdong Mechanical & Electrical Polytechnic, Guangzhou Guangdong 510550, China;
2. Guangdong Mechanical & Electrical Polytechnic, Zhaoqing Guangdong 526020, China

Abstract: Bayberry, a distinctive economic tree species in China, thrives in Jinzao Town, the primary bayberry production hub in eastern Guangdong with a cultivation legacy spanning six centuries. Notably, renowned varieties like "Wusu Bayberry" stand out in the sector. Currently, Jinzao Town's bayberry industry stands at a pivotal juncture, transitioning from conventional to contemporary practices. Challenges include low production standardization, sluggish cold chain logistics development, inadequate industrial chain expansion, and limited brand influence. Drawing on field research and literature, this study examines the industry's foundational development and resource conditions. It identifies key constraints impeding industry progress in production technology, industrial chain, brand establishment, and assurance mechanisms. This study introduces an approach to development that integrates technological empowerment, supply chain expansion, brand enhancement, and innovation in mechanisms. The focus is on establishing a standardized production system suitable for the hilly terrain of Lingnan, integrating Chao-Shan food culture to create a unified model for the three industries, implementing a brand strategy that merges geographical indications with cultural intellectual property rights (IPs), and introducing a risk-sharing mechanism that combines finance, insurance, and orders. The aim is to present practical strategies for the transformation and advancement of the distinctive fruit industry in the eastern region of Guangdong Province, while also providing theoretical insights for the development of distinctive agriculture in southern hilly areas.

Keywords: Jinzao Town; Bayberry industry; High-quality development; Integration of agriculture; culture and tourism; Standardized production



Copyright © 2025 by author(s) and Quest Press Limited. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



0 引言

发展特色林果产业，是推动乡村乡村振兴的重要方式，也是推进农业供给侧结构性改革的重要途径。杨梅是我国南方特有的常绿果树，既有经济价值，也有生态价值和文化价值，在浙江、广东、福建等省份，已经形成了规模较大的种植产区。广东省是国内杨梅的主要种植省份之一，粤东地区有着独特的气候和土壤条件，培育出了以“乌酥杨梅”为代表的优质品种，其中汕头市潮阳区金灶镇，有着“中国乌酥杨梅之乡”的称号，杨梅产业已经成为当地农民增加收入的主要产业之一。

最近几年，国内各个杨梅主产区都在探索更好的发展方式，浙江仙居搭建了政策扶持、技术规范、数智物联结合的设施杨梅发展模式，兰溪依靠数字技术，打造了设施化栽培、机械化生产、数字化管控结合的产业转型方案，宁波则整合了良种筛选、矮化修剪、避雨栽培等多项关键技术。和浙江等发展较好的产区相比，广东的杨梅产业在技术整合、产业链延伸、品牌运营这些方面，还有比较明显的差距。汕头市的杨梅产业虽然有品种上的优势，但长期存在凋萎病防控难

度大、保鲜技术跟不上、产业化水平不高等问题，金灶镇作为当地的核心产区，遇到的发展难题，在粤东地区有比较典型的代表性。

现有的相关研究，大多集中在浙江等东部发达产区的经验总结上，针对粤东地区杨梅产业的系统性研究还比较少，尤其缺少结合岭南气候特点、潮汕文化特色，以及对口帮扶政策背景的发展路径设计。本文以金灶镇作为研究对象，结合当地的资源条件和产业基础，深入分析产业发展的制约因素，提出适合粤东丘陵地区的产业升级思路，既可以填补区域研究的部分空白，也能与其他同类特色农业产区提供一些实践上的参考。

1 金灶镇杨梅产业发展基础与现实禀赋

1.1 自然禀赋与品种资源优势

金灶镇位于潮汕平原和小北山的过渡地带，属于亚热带季风气候，气候温暖湿润，光照条件充足，年平均气温在21.5℃以上，年降水量大概有1600毫米。当地丘陵山地的土壤多为赤红壤，土层比较深厚，土壤里的有机质含量丰富，和杨梅喜湿耐阴、适应性强的生长特点十分匹配，为种植优质杨梅提供了很好的自然条件。

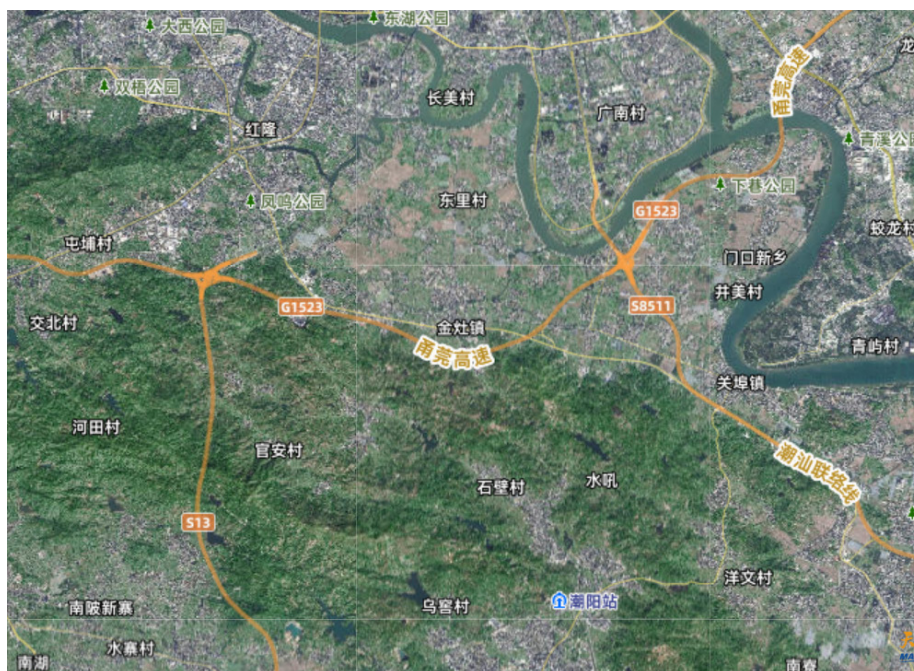


图1 汕头市金灶镇地理位置（来源：广东省地理信息公共服务平台）

经过六百多年的种植和培育,金灶镇已经形成了比较丰富的品种资源,目前有乌酥、青蒂、软丝、硬丝、大红、东魁等十多个栽培品种,果实成熟的时间从5月上旬一直到6月中旬,形成了错峰上市的品种布局^[1]。其中“乌酥杨梅”是金灶镇最有竞争力的特色品种,它的果核小、果肉厚,果肉质地紧实,甜度高、风味浓,被称作“杨梅中的极品”,还多次被评为广东省名特优新产品,本身就有打造高端地理标志产品的优势。不同品种的杨梅,在果实营养成分和矿质元素含量上各有特点,也为开发不同类型的产品提供了品种基础。

1.2 产业规模与发展基础

到2026年,金灶镇的杨梅种植面积已经超过2万亩,每年的产量大概有2.5万吨,年产值超过2亿元,是粤东地区种植规模最大、品种最集中的杨梅产区。当地有三千多户农户从事杨梅种植,杨梅带来的收入,占山区农民人均可支配收入的四成以上,是当地农户实实在在的“致富果”。

最近几年,金灶镇杨梅产业的现代化水平在慢慢提升。在生产环节,当地大力推广标准化的种植技术,引入了水肥一体化、绿色防控这类现代农业技术,还建成了3座标准化的杨梅种植大棚,推动传统的露天种植,慢慢转向设施栽培;在流通环节,当地一共投入9000万元,建设东里农贸综合体和特色果品交易中心,补上了农产品集散设施不足的短板。在销售环节,当地已经形成产地批发、电商直播、采摘体验结合的多元销售渠道,还和盒马鲜生、喜茶这类知名企业达成了订单农业合作,产品可以卖到珠三角、长三角以及东南亚地区。

1.3 政策环境与发展机遇

金灶镇的杨梅产业发展,现在遇到了多项政策叠加的好机遇。首先是广东省“百千万工

程”的持续推进,金灶镇成功入选广东省第三批“百千万工程”专业镇,还入选了2025年广东省“乐购小镇”,能够获得专项政策和资金的支持,为产业的基础设施建设和公共服务提升提供了保障。其次是深圳对口帮扶协作的不断深化,驻镇的工作队在技术攻关、市场对接、品牌打造这些方面开展工作,还联合韩山师范学院申报省级科技项目,专门解决杨梅种植、加工和冷链方面的技术难题,为产业升级提供了技术支持。最后是集体林权制度改革带来的政策利好,当地通过龙头企业、村集体、供销社三方持股的模式,推动林地的规模化流转,还推出了“杨梅贷”“杨梅采摘保”这类特色金融产品,有效解决了产业融资难、风险高的问题。

2 金灶镇杨梅产业高质量发展的制约瓶颈

2.1 生产端:标准化程度偏低,病害防控压力突出

虽然金灶镇已经推广了一部分标准化的栽培技术,但整体的生产方式,还是以散户种植为主,产业“小、散、弱”的特点比较明显。全镇两万多亩杨梅园,分散在几千户农户手里,大家的种植管理水平差别很大,多数果农还是靠着传统经验种植,施肥、修剪、病虫害防治这些环节,没有统一的技术标准,导致结出的果实品质差别较大,优质果实的占比还不到四成,很难满足高端市场对标准化供货的要求。

病害问题,是限制金灶杨梅稳定产量、提升品质的主要技术难题。其中杨梅凋萎病的危害最大,这种病由拟盘多毛孢属病菌引发,会导致整棵杨梅树枯死,情况严重的话,还会毁掉整片果园,而且目前还没有效果特别好的防治药剂。岭南地区高温高湿的气候,会让病害传播得更快,防控的难度也更大,再加上散户种植的模式,很难做到统一防治,所以凋萎病的发病情况一年比一年严重,部分老产区的发病率已经超过三成,给果农带来了不小的经济损失。除此之外,果

蝇、褐斑病这类常见的病虫害，也会影响果实的外观和商品价值，绿色防控技术的普及程度还需要进一步提高。

2.2 流通端：冷链物流体系不完善，保鲜技术滞后

杨梅的果实没有外皮保护，果肉质柔软，呼吸作用强，有“一天变味、两天变色、三天色香味都变差”的特点，采摘后的保鲜和冷链物流，是决定产业销售范围的关键因素。目前金灶镇的杨梅采摘后，大多还是采用常温运输的方式，预冷、分级、包装这类采后处理环节比较薄弱；全镇专门存放杨梅的冷库容量还不到五千吨，经过预冷处理的杨梅占比还不到两成，远远低于浙江主产区六成以上的水平。

冷链物流的“最初一公里”，是当地比较明显的短板。大多数杨梅园都在丘陵山地上，田间的道路条件不好，果实采摘之后没办法及时预冷，自带的田间热散不出去，导致运输过程中的损耗率高达两到三成。当地的保鲜技术研发进度较慢，现有的气调贮藏、物理保鲜这类技术，在本地的应用范围很小，杨梅在常温下只能放两到三天，就算在冷链条件下，也只能保存七天左右，很难支撑远距离的市场拓展和出口贸易。保鲜技术的不足，直接限制了金灶杨梅的销售范围，目前八成以上的产品，都只在粤东和珠三角地区销售，产品的溢价空间比较有限。

2.3 产业链端：精深加工不足，附加值偏低

金灶镇的杨梅产业，还处在“重视种植、轻视加工”的初级发展阶段，产业链条比较短，产品类型也比较单一，九成以上的产品都是直接卖鲜果，用来加工的杨梅还不到一成。现有的加工产品，主要是杨梅酒、杨梅汁、杨梅酱这类初级产品，生产的工艺比较简单，技术含量不高，市场上同类产品很多，缺少有核心竞争力的深加工

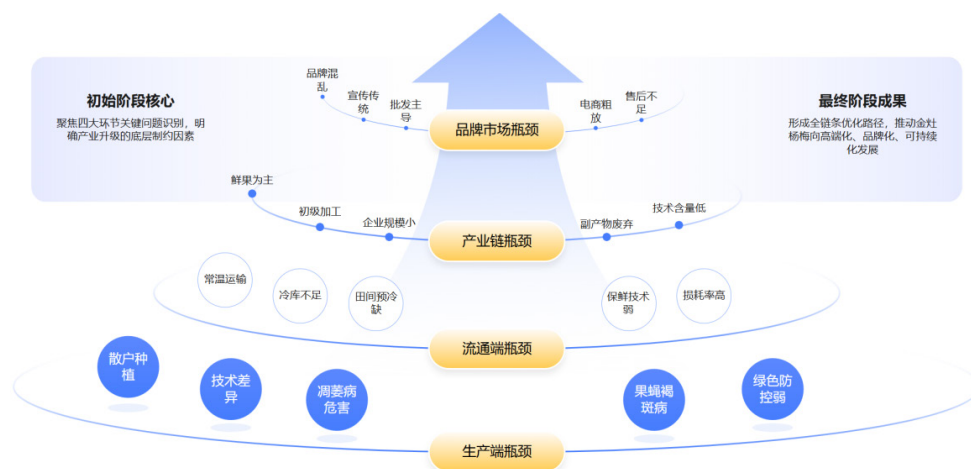
产品^[2]。

整个产业链的协同效果也不好。当地缺少带动能力强的大型加工企业，现有的加工主体大多是小型作坊，生产的规模小，标准化程度也不高，很难和上游的种植户形成稳定的合作机制。同时，杨梅的副产物利用率很低，杨梅核、杨梅叶这类含有生物活性成分的资源，基本都被丢掉了，没有实现更高的价值。相比之下，浙江的部分产区，已经开发出了杨梅花青素提取物、杨梅益生菌饮品、杨梅日化产品这类高附加值的产品，产业链的增值效果很明显，这也是金灶镇和先进产区的主要差距。

2.4 品牌与市场端：区域品牌影响力有限，渠道建设滞后

金灶杨梅虽然有“乌酥”这个品种优势，但品牌建设还处在比较初级的阶段。区域公共品牌没有专门的运营主体，“金灶杨梅”“乌酥杨梅”还没有形成统一的品牌形象和质量标准，市场上偶尔会出现以次充好、冒充品牌的情况，对品牌的口碑造成了不好的影响。品牌的宣传方式也比较传统，主要靠大家口口相传，还有当地的节庆活动进行推广，在全国的知名度不高，和浙江仙居杨梅、慈溪杨梅这类全国知名的品牌相比，差距比较明显。

当地的市场渠道结构也不够合理。线下渠道还是以产地的批发市场为主，对终端销售渠道的掌控力不强。线上渠道虽然有一定发展，但电商运营的专业程度不高，多数果农自己做的直播带货，存在品控不严格、包装太简单、售后服务不完善这类问题，消费者的体验不好。冷链物流的不足，也直接限制了电商渠道的发展，远距离配送的损耗高、售后成本大，导致电商销售的占比还不到一成五，远远低于全国特色水果的平均水平。



3 金灶镇杨梅产业高质量发展的创新路径

3.1 技术赋能：构建“良种+良法+智管”标准化生产体系

针对金灶镇生产环节的问题，可以以标准化作为主要方向，整合良种培育、绿色种植、数字管理等技术，搭建适合岭南丘陵地区的现代杨梅生产技术体系^[3]。

第一，可以优化品种结构，完善良种培育体系。在保护乌酥杨梅核心品种资源的基础上，开展品种的提纯复壮和选育工作，筛选出抗病能力强、品质好、成熟时间合理的优良植株。同时可以适当引进一些特早熟和特晚熟的品种，拉长杨梅的上市周期。可以依托汕头市林业科学研究所这类科研平台，建立杨梅良种苗木的培育基地，推行苗木的标准化生产和产地检疫制度，从源头上控制调萎病这类病害的传播。

第二，整合并推广绿色标准化的栽培技术。针对调萎病防控的难题，可以参考生态防控的思路，整合健康栽培、生态调控、物理防治、生物防治相结合的综合防控技术。比如增施生物炭基有机肥，通过合理修剪改善果树的通风透光条件，调整土壤的微生态，让果树长势更好，提高自身的抗病能力。也可以推广防虫网避雨栽培技术，既可以减少梅雨季节果实开裂的情况，也能

阻断病害的传播途径；还可以研发适合岭南气候的杨梅专用肥料，平衡果树的营养供给，提升果实的品质。同时可以制定《金灶乌酥杨梅标准化生产技术规程》地方标准，通过示范基地的带动，加上下沉式的技术培训，推动散户逐步实现标准化生产。

第三，引入数字化的智慧管理方式。可以参考兰溪“数字杨梅”的建设经验，搭建金灶杨梅数字化管理平台，在核心的示范园里，安装土壤墒情、气象监测、病虫害监测这类物联网设备，实现水肥的智能调控，病害的提前预警，还有生产过程的溯源。也可以开发杨梅种植管理的小程序，给果农提供精准的技术指导，降低技术使用的门槛；通过数字化的方式，提升生产管理的精准度，推动产业从“靠经验种植”，慢慢转向“靠数据种植”。

3.2 链条延伸：打造“种植-加工-文旅”三产融合发展模式

要打破只靠卖鲜果的局限，可以向产业链的前后两端延伸，推动一二三产业的深度融合，提升整个产业的综合收益。

首先，大力发展农产品的深加工。可以依托金灶镇绿色水果协会和当地的龙头企业，建设杨梅深加工研发中心，和高校、科研院所合作，开

发更高附加值的产品。比如结合潮汕的饮食文化特点,开发杨梅凉果、杨梅膏、杨梅酵素这类有地域特色的加工产品。也可以利用现代的提取技术,提取杨梅中的花青素、多酚这类功能性成分,用到食品、保健品和日化产品当中。同时可以推广“企业+基地+农户”的订单模式,由企业统一提供种苗、技术和标准,农户按照标准进行种植,企业按保底价格收购加工用的果实,既可以稳定原料的供应,也能保障果农的收益。

其次,结合潮汕文化发展休闲农业。可以深入挖掘金灶六百多年的杨梅种植文化,还有当地的潮汕民俗文化资源,打造“杨梅+文旅”的融合发展新模式。可以提升现有杨梅旅游文化月活动的质量,开发杨梅采摘体验、杨梅美食节、杨梅文化科普这类特色项目,把“杨梅熬苦瓜”这类潮汕特色美食打造成热门的特色产品,延长游客在当地的停留时间。也可以把小北山的生态资源、红色文化资源和古村落资源串联起来,设计“梅海观光+红色研学+乡村美食”的精品旅游线路,推动杨梅产业和乡村旅游、康养产业融合发展,形成农业带动旅游、旅游反哺农业的良性循环。

最后,完善采摘后的冷链和流通体系。要补上冷链物流“最初一公里”的短板,可以在主要产区建设田间预冷站和小型冷库,推广移动式的预冷设备,让果实采摘后两小时内就能完成预冷^[4]。也可以引进智能化的分级分选设备,按照果实的大小、色泽、糖度进行标准化分级,实现优质果实卖优质价格。依托东里农贸综合体和特色果品交易中心,可以打造集交易、冷链、仓储、物流于一体的现代化农产品集散中心,同时引入第三方的冷链物流企业,开通金灶到珠三角、长三角的冷链专线,把杨梅的保鲜期延长到十天以上,进一步拓展全国市场和出口渠道。

3.3 品牌升级:实施“地理标志+文化IP”双轮驱动战略

可以以培育“金灶乌酥杨梅”地理标志为核

心,加强品牌的运营和宣传,提升区域公共品牌的价值和市場影响力。

第一,搭建区域公共品牌体系。要加快“金灶乌酥杨梅”国家地理标志证明商标和农产品地理标志的申报工作,建立统一的品牌使用标准和授权管理机制,规范品牌的使用行为。可以构建“区域公共品牌+企业品牌+产品品牌”的三级品牌体系,区域公共品牌主要做产地背书和品质承诺,企业品牌打造各自的差异化市场定位,产品品牌对应不同的品种和品级,形成层次清晰、互相配合的品牌布局^[5]。

第二,挖掘潮汕杨梅的文化内涵。可以深入挖掘金灶杨梅的历史文化内容,整理杨梅种植技艺、民间传说、民俗活动这类文化资源,给品牌赋予独特的文化价值。也可以结合潮汕的工夫茶文化、美食文化,打造“杨梅+工夫茶”“杨梅+潮汕菜”这类跨界文化内容,提升品牌的文化底蕴。同时可以设计带有潮汕文化特色的品牌视觉设计和包装体系,让品牌更容易被消费者识别和记住。

第三,搭建多渠道的品牌传播体系。可以借助各类媒体资源,整合主流媒体、自媒体、社交平台等传播渠道,开展多方位的品牌宣传。也可以和头部生鲜电商、网络主播合作,开展产地直播、溯源直播,提高品牌的曝光度。还可以借助深圳对口帮扶的资源,在深圳这类一线城市开展品牌推介活动,让产品进入高端商超和精品水果店,树立高端的品牌形象;同时积极参加国内外的农业展会,提升品牌的国际知名度,推动金灶杨梅从地方特产,慢慢发展成全国知名的产品。

3.4 机制创新:完善“金融+保险+订单”风险保障体系

针对杨梅产业自然风险和市场风险都比较高的特点,可以对相关体制机制进行创新,搭建多元化的风险分担和利益联结体系,为产业的稳定发展提供制度保障。

完善农业保险的保障体系。优化“杨梅采摘保”这类特色保险产品，扩大保险的覆盖范围，把凋萎病、暴雨、高温这类主要风险都纳入保险责任里，提高保障的水平。探索推出杨梅价格指数保险、收入保险，降低市场价格波动带来的风险。可以建立政府、企业、农户三方共同承担的保费补贴机制，减轻农户的保费负担，通过保险机制，化解产业面临的自然风险和市场风险，让果农可以更安心地开展生产^[6]。

此外，完善利益联结和联农带农的机制。推

广“龙头企业+合作社+农户”的产业化经营模式，鼓励农户用土地、果树入股合作社，实现统一品种、统一技术、统一品牌、统一销售，提高整个产业的组织化程度；也可以深化订单农业模式，推动加工企业、电商平台和种植基地签订长期的采购协议，建立保底收购加利润返还的利益分配方式，让农户也能分享产业链增值带来的收益。同时可以发挥行业协会的作用，加强行业自律和价格协调，避免恶性竞争，维护整个产业的整体利益。

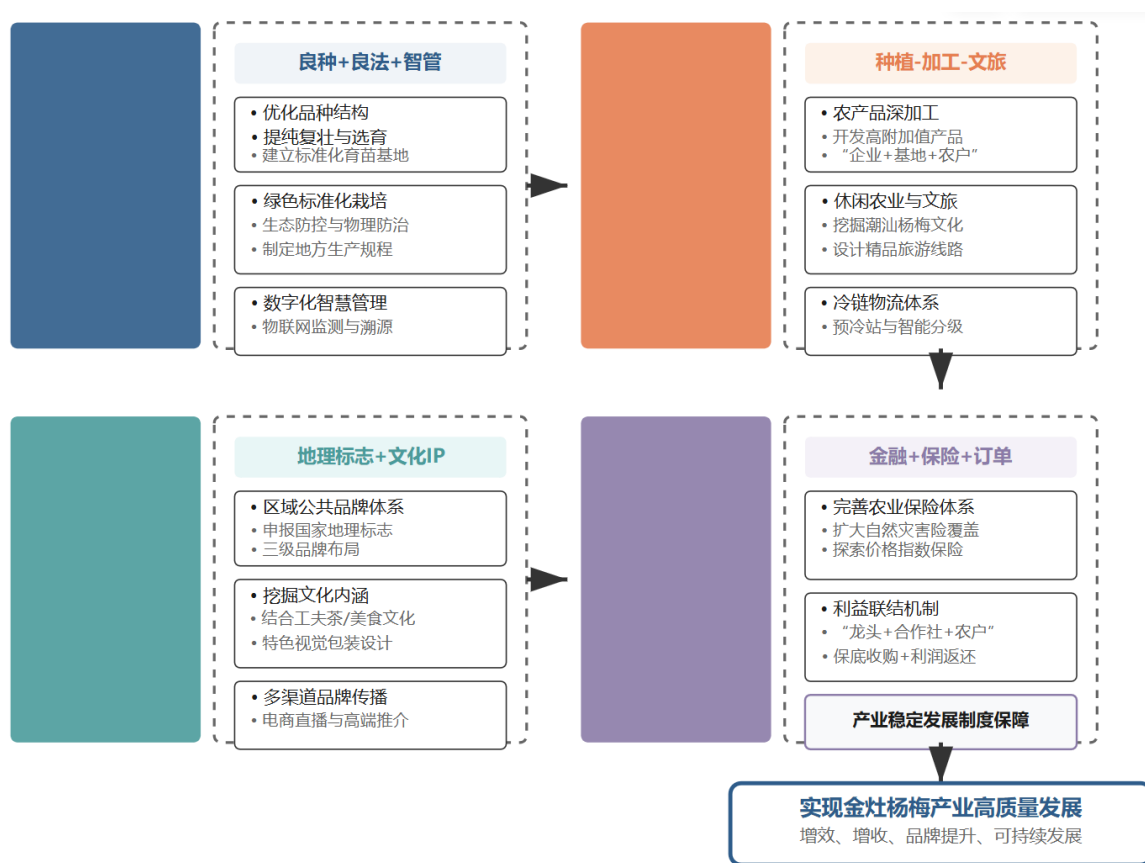


图3 金灶镇杨梅产业高质量发展的创新路径

4 结论与展望

金灶镇的杨梅产业，有着得天独厚的资源条件和深厚的产业基础，在乡村振兴和“百千万工程”的政策机遇下，具备实现更好发展的良好条件。当前产业发展的主要问题，是传统的生产经营方式，和现代市场的需求不相匹配，具体表现

为标准化程度不足、冷链物流发展滞后、产业链条偏短、品牌影响力较弱这四个问题。要解决这些问题，不能直接照搬浙江等发达产区的经验，必须结合岭南的气候特点、潮汕的文化特色，还有粤东地区的发展实际，走出一条有自身特色的差异化发展道路。

本文提出的四个方面结合的发展思路，核心是用技术创新提升生产效率，用三产融合拓展增值空间，用品牌建设提升产品价值，用机制创新保障发展活力。通过搭建标准化生产体系、三产融合模式、双轮品牌战略和风险保障机制，推动金灶杨梅产业，从追求数量增长转向追求质量提升，从单一的种植产业转向融合发展的产业，从区域品牌转向全国知名品牌。

后续的研究，可以重点关注三个方向，一是专门攻关杨梅凋萎病的绿色防控技术，形成可以推广的、适合岭南地区的病害解决方案；二是搭建杨梅产业发展水平的评价指标体系，对产业的发展情况进行量化评估和动态监测；三是深入研究对口帮扶机制下的产业协作模式，探索区域协同发展的长效方式。随着各项措施的逐步落实，金灶镇有望建设成为粤东地区杨梅产业高质量发

展的示范区，为南方丘陵地区的特色果业发展，提供可参考的“金灶样本”。

参考文献

- [1] 陈利新,黄武强,郑道序,等.杨梅凋萎病的发生与品种的关系研究[J].农村经济与科技,2020,31(2):34-35.
- [2] 张云飞.无锡马山杨梅产业发展模式创新与路径优化研究[D].武汉轻工大学,2025.
- [3] 汤须钧,吴梦娇,冯行利,等.山地杨梅设施化、机械化、数字化生产技术研究与应用[J].浙江农业科学,2024,65(8):1770-1775.
- [4] 张帆.Y县生鲜果蔬预冷站选址一路径问题研究[D].北京交通大学,2022.
- [5] 喻美静.砀山酥梨品牌建设的现状分析与对策研究[J].农产品质量与安全,2025(5):84-88.
- [6] 刘俏芬,刘晓波,高凤相.乡村振兴背景下杨梅产业链高质量发展研究——以汕头市潮阳区金灶镇为例[J].商业观察,2021(29):35-37.

科技赋能广西乡村振兴：理论基础、现实瓶颈与对策

李岸

玉林师范学院，广西玉林，537000

摘要：乡村振兴战略背景下，科技赋能已成为推动农业农村现代化的关键引擎。广西作为西南典型喀斯特地貌区与少数民族聚居地，农业现代化面临独特的地理环境约束与结构性挑战。本文基于2020—2026年核心文献与政策文件，系统梳理科技赋能乡村振兴的理论基础与研究现状，从地理约束、人才支撑、创新能力和推广体系四个维度识别广西科技赋能农业发展的现实瓶颈，并结合桂林市临桂区“低空经济+智慧农业”的典型案例，提出差异化农机适配、无人机物流补链、智慧农业精准管理、农文旅融合增值及长效协同机制构建等对策建议。研究认为，破解喀斯特地貌区科技赋能困局的关键在于因地制宜的技术适配与制度创新协同发力，未来应加强定量实证与区域特异性研究，为西南少数民族地区乡村振兴提供可复制的路径参考。

关键词：科技赋能；乡村振兴；喀斯特地貌；农业现代化；智慧农业

Technology Empowerment for Rural Revitalization in Guangxi: Theoretical Foundations, Practical Bottlenecks, and Countermeasures

An Li

Yulin Normal University, Yulin Guangxi 537000, China

Abstract: Against the backdrop of China's rural revitalization strategy, technology empowerment has become a critical driver of agricultural and rural modernization. Guangxi, a typical Karst region and multi-ethnic area in Southwest China, faces unique geographical constraints and structural challenges in its agricultural development. Drawing on core academic literature and policy documents published between 2020 and 2026, this paper systematically reviews the theoretical foundations and current research on technologyempowered rural revitalization. It identifies four major bottlenecks affecting Guangxi's agricultural technology adoption—geographical constraints, talent shortages, weak innovation capacity, and inadequate extension systems. Through a case study of the “lowaltitude economy + smart agriculture” model in Lingui District, Guilin, the paper proposes targeted countermeasures, including adaptive agricultural machinery for mountainous areas, UAVbased logistics solutions, precision smart farming, integration of agriculture with cultural tourism for value enhancement, and the establishment of longterm synergistic mechanisms. The study concludes that the key to overcoming technologyempowerment barriers in Karst regions lies in the coordinated interplay between contextsensitive technological adaptation and institutional innovation. Future research should place greater emphasis on quantitative empirical analysis and regionspecific investigations, so as to provide replicable pathways for rural revitalization in southwestern ethnic minority areas.

Keywords: technology empowerment; rural revitalization; Karst landform; agricultural modernization; smart agriculture



Copyright © 2025 by author(s) and Quest Press Limited. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1 引言

乡村振兴战略是新时代“三农”工作的总抓手，科技赋能作为驱动农业质量变革、效率变革和动力变革的核心引擎，对于破解城乡发展不平衡、农村发展不充分问题具有战略意义。2026年中央一号文件明确提出推动人工智能技术与农业农村发展深度融合，拓展无人机、物联网、机器人等技术的农业应用场景，为科技赋能指明了新方向。

广西壮族自治区地处西南边陲，既是典型的喀斯特地貌集中区，也是壮、瑶、苗、侗等多民族聚居地。全区山地面积占比高，耕地资源稀缺且分布零散，农业生产的资源禀赋条件与平原粮棉主产区存在根本性差异。与此同时，广西糖料蔗、水果、中药材等特色农产品在全国具有重要地位，2025年第一产业增加值达4631.71亿元，同比增长4.2%，农村居民人均可支配收入突破2万元大关，粮食播种面积和总产量连续6年实现“双增长”，糖料蔗种植面积创十年新高。然而，地理环境的刚性约束与科技应用的同质化推广之间的张力，使得科技赋能效果呈现显著的区域分化。如何在喀斯特地貌和民族聚居的双重特殊性下，走出一条科技赋能乡村振兴的有效路径，是当前亟待回答的理论与实践命题。

本文聚焦“科技赋能广西乡村振兴的现实瓶颈与精准施策”这一核心问题，通过系统梳理2020—2026年间国内核心期刊及相关政策文献，提炼理论分析框架，评估科技应用现状，识别喀斯特地貌区的特殊制约因素，并结合典型案例剖析成功经验，最终提出差异化对策。研究旨在为西南少数民族地区农业现代化提供理论支撑与决策参考。

2 理论基础与研究进展

2.1 科技赋能乡村振兴的理论逻辑

科技赋能乡村振兴并非简单的技术植入，而是涉及技术扩散、组织变革与制度适配的系统工程。从学理层面看，以下理论构成了分析该问题的核心工具。

创新扩散理论强调，新技术在农村社会的采纳与传播受相对优势、兼容性、复杂性、可试性和可观察性五重因素影响。对于喀斯特地貌区而言，大型农机的“不兼容性”直接抑制了其扩散速率，而小型无人机则因高兼容性获得快速推广。技术接受模型将感知有用性和感知易用性视为技术采纳的核心前因，这解释了为何山区农民更愿接受操作简便、降本增效显著的无人机植保，而非复杂的大型智能装备。社会资本理论则提示，少数民族地区的宗族网络、邻里信任和合作传统对技术采纳决策具有调节作用，科技推广若能与本地社会资本耦合，则事半功倍。

上述理论共同指向一个核心命题：科技赋能的有效性不取决于技术本身的先进性，而取决于技术与区域资源禀赋、社会结构和制度环境的匹配度。由此可构建“技术特性—地理约束—社会回应—制度保障”的四维分析框架，作为本文后续研究的逻辑基础。

2.2 国内研究现状

近年来，科技赋能乡村振兴成为农业经济与公共管理领域的交叉热点。现有研究大致沿三条路径展开：

一是实践机制与路径探讨。聂伟从技术扩散、组织创新和制度变迁三个维度分析了科技赋能的作用机理，指出农业科技通过提升生产效率、优化产业结构、改善生态环境等渠道全面支撑乡村振兴^[1]。刘合光、廖诗淇提出“技术创新—产业升级—乡村发展”的传导机制，为理解科技赋能路径提供了分析框架^[2]。

二是典型案例与区域经验。沈璐以庆元甜桔柚产业为例，解剖了科技在小众特色产业中的精准赋能模式^[3]。古强等基于理县调研，总结了科技赋能乡村振兴产业发展的实践困境与对策^[4]。俞佳俐、黄怡弘则从“党建+”视角分析了农业科技推广的组织保障机制^[5]。

三是金融与数字技术的交叉研究。岳莹基于领先银行实践，分析了金融科技在乡村振兴中的应用模式和实施路径^[6]。朱劲华专门研究了金融科技赋能乡村振兴面临的挑战与应对策略^[7]。董

格羽采用定量方法识别了数字化转型下金融科技赋能的关键影响因素^[8]。

总体来看, 现有研究已形成较为丰富的实证素材和实践认知, 但存在三个明显不足: 其一, 理论模型构建薄弱, 多数研究停留于机制描述, 缺乏基于经典理论的整合性框架; 其二, 定量研究偏少, 因果推断和效果评估不足, 研究结论的科学性有待加强; 其三, 针对西南喀斯特地貌区和少数民族聚居区的特异性研究严重匮乏, 现有政策建议多照搬平原地区经验, 区域适配性欠佳。

3 广西农业科技应用的现实瓶颈

基于上述理论框架和文献梳理, 结合广西农业发展数据, 本文从地理环境、人才支撑、创新能力和推广体系四个维度, 识别出以下关键瓶颈。

3.1 喀斯特地貌刚性约束: 大型农机推广受限

广西是典型的喀斯特地貌区域, 喀斯特地貌面积约占全区陆地面积的42%, 山地丘陵占比高, 耕地资源稀缺且分布零散。这种地形条件直接导致两个后果: 一是大型轮式拖拉机、联合收割机等平原型装备难以在山区地块有效作业, 制约了现代农业机械的普及和规模化经营的发展; 二是土地流转整合难度大, 限制了技术应用的规模经济效应。深山区竹林、中药材等优质资源因运输困难长期闲置, 资源禀赋优势难以充分转化为经济效益。

3.2 农业科技人才存在结构性短缺

人才是科技赋能的载体, 但广西农业科技人才队伍建设仍存在短板, 高层次领军人才和复合型技术推广人才尤为匮乏。基层农技推广体系建设尚不完善, 乡镇农技站人员知识更新滞后, 在智能化、数字化技术的推广服务方面面临能力不足的困境。与此同时, 部分喀斯特地貌区农民对新技术的认知和应用能力有限, 技术培训的覆盖面和精准度仍有较大提升空间, 一定程度上制约了科技赋能效果的充分发挥。

3.3 农业科技创新与成果转化能力有待增强

尽管广西农业科技应用水平持续提升, 但在

关键共性技术攻关(如山地小型农机专用底盘、无人机载重续航优化、喀斯特区精准施肥模型等)方面仍存在短板, 科研院所的技术供给与农户的实际需求之间还存在结构性错配。产学研合作机制尚需深化, 企业创新主体地位有待强化, 农业科技研发投入的持续增长机制仍需完善, 这些因素共同制约了自主创新能力的进一步提升。

3.4 部分偏远山区信息化基础设施仍有短板

广西农村信息化基础设施建设取得长足进步, 行政村5G和千兆光纤网络覆盖率均达到100%, 但在部分偏远山区, 物流配送网络和冷链基础设施仍相对薄弱, 影响了农产品上行通道的畅通和智慧农业技术的全面落地。信息化短板制约了农村电商、数字金融等衍生业态的深度发展, 在一定程度上形成了科技赋能的基础设施制约。

4 典型案例: 桂林市临桂区的创新突破

桂林市临桂区集喀斯特地貌、少数民族聚居和特色农业资源于一体, 其探索形成的“低空经济+智慧农业”融合发展模式, 为破解上述瓶颈提供了鲜活样本。

4.1 无人机破解山地运输与植保难题

临桂区针对深山区竹木运输困境, 在黄沙瑶族乡引入无人机吊运技术, 毛竹运输效率提升20倍, 运输成本降低近50%, 长期闲置的竹林资源得以盘活。在茶洞镇, 无人机承担高山陡坡地块农资配送任务, 大幅降低用工成本和安全风险。在会仙镇, 植保无人机在稻田管护中实现了高效精准作业, 显著提升了农药化肥利用效率, 实现了减量增效。这一技术路径之所以成功, 在于无人机对地形的高度适应性——其不依赖地面道路, 可垂直起降、精准悬停, 与喀斯特地貌的“碎片化空间”形成天然匹配。

4.2 “公司+农户+AI”模式推动技术扩散

临桂区以龙头企业为纽带, 通过“公司+农户+AI”模式, 向周边农户提供种苗、技术标准、AI病虫害识别服务和保价收购, 带动小农户参与中药材等特色种植。该模式将技术接受模型中的“感知有用性”转化为可见的经济回报, 同时利

用社会资本网络加速技术口碑传播,有效弥合了推广体系的断层。

4.3 经验启示

临桂案例表明:第一,科技赋能必须立足地理特征选择适配技术,而非机械复制平原经验;第二,技术推广应与本地产业基础和农民需求精准对接,避免“技术空转”;第三,制度创新与技术创新的协同,是突破初始采纳障碍的关键。

5 对策建议

基于上述瓶颈分析与案例启示,本文提出以下四条针对性对策。

5.1 研发推广山地适配型智能装备,突破地理约束

设立喀斯特地貌区农业装备专项研发计划,重点攻关小型履带式耕地机、坡地收割机、轻型运输索道和重载无人机等适用装备。建立“广西山地农机适配目录”,对购置目录内机具的农户和合作社给予适当补贴。同时,鼓励农机企业开展“以租代购”“作业外包”等模式创新,降低农户使用门槛。

5.2 构建“低空经济+智慧农业”立体化生产体系

借鉴临桂经验,在广西典型喀斯特县份推广无人机植保、吊运和监测综合应用。依托物联网和遥感技术,建立山区农业“数字孪生”平台,实现墒情、虫情、灾情的实时监测与精准决策。加快山区低空航路规划和基础设施建设,为无人机规模化运营提供保障。

5.3 创新农技推广服务机制,强化人才支撑

推行“科技特派员+乡土专家+数字平台”三位一体推广模式,将高校科研人员的成果转化收益与推广成效挂钩。在民族地区开展针对性技术培训,利用短视频、直播等数字化工具降低技

术接受门槛。设立“山区农技推广公益岗”,定向招聘本地返乡青年,经系统培训后上岗,解决基层推广力量不足的问题。

5.4 完善科技赋能的长效协同机制,保障可持续发展

从制度层面构建“政府引导—企业主导—院所支撑—农户参与”的四螺旋协同架构。设立广西乡村振兴科技专项基金,引导社会资本参与;建立科技成果“揭榜挂帅”机制,针对山区特殊需求定向招标;完善农业科技保险和风险补偿机制,降低农户试错成本。同时,将科技赋能成效纳入县域乡村振兴考核指标体系,形成激励约束相容的治理闭环。

参考文献

- [1] 聂伟.农业科技赋能乡村振兴的实践机制与成效研究[J].山西农经,2026,(10):198-200.
- [2] 刘合光,廖诗淇.科技赋能乡村振兴的路径研究[J].中国农村科技,2025,(4):36-39.
- [3] 沈璐.一个“黄金果”催生亿元村共富一方人——科技赋能乡村振兴的庆元实践与担当[A]//2023浙江省乡村振兴战略论坛[C],2023.
- [4] 古强,李承军,党亚,等.理县科技赋能乡村振兴产业发展的实践与对策建议[J].四川农业科技,2026,(2):149-151.
- [5] 俞佳俐,黄怡弘.“党建+”引领农业科技赋能乡村振兴的实践路径——以杭州市农业科学研究院为例[J].农业科技管理,2025,44(3):121-123.
- [6] 岳莹.金融科技赋能乡村振兴——基于领先银行的实践及展望[J].北方金融,2022,(9):94-96.
- [7] 朱劭华.金融科技赋能乡村振兴的挑战与应对[J].金融科技时代,2022,30(11):93-95.
- [8] 董格羽.数字化转型下金融科技赋能乡村振兴影响因素探析[J].金融科技时代,2024,32(2):91-95.



新质生产力引领汕头农业现代化的路径探索与实践

许佳奕¹, 房诗华², 郑洋昇³

1. 广东机电职业技术学院, 广东广州, 510550; 2. 华南师范大学, 广东广州, 510006;
3. 广东工商职业技术大学, 广东肇庆, 526020

摘要: 新质生产力是推动传统农业转型升级、实现农业现代化的核心动力, 汕头作为粤东重要农业产区, 依托特色农业资源形成了一定发展基础, 但也面临产业转型升级的现实挑战。本文采用案例分析与实地调研相结合的方法, 梳理汕头农业发展的资源禀赋、产业格局与阶段性成就, 剖析其在科技创新应用、人才供给、产业融合深度建设等方面存在的短板。在此基础上, 从科技创新驱动、产业融合发展、绿色低碳转型、数字化赋能四个维度, 构建新质生产力视域下汕头农业现代化的发展路径, 并从政策支持、人才保障两方面提出配套保障措施。研究可为汕头优化农业产业结构、培育农业发展新动能、推进农业高质量发展与乡村全面振兴提供实践参考。

关键词: 新质生产力; 汕头; 农业现代化; 发展路径; 产业融合

Exploration and Practice of the Path for Agricultural Modernization in Shantou Led by New Quality Productive Forces

Jiayi Xu¹, Shihua Fang², Yangsheng Zheng³

1. Guangdong Mechanical & Electrical Polytechnic, Guangzhou Guangdong 510550, China;
2. South China Normal University, Guangzhou Guangdong 510006, China;
3. Guangdong Mechanical & Electrical Polytechnic, Zhaoqing Guangdong 526020, China

Abstract: New quality productivity plays a pivotal role in advancing the transformation and modernization of traditional agriculture. Shantou, a significant agricultural region in eastern Guangdong, has established a solid foundation leveraging its unique agricultural resources. However, it grapples with challenges related to industrial transformation and upgrading. This study employs a methodology that integrates case analysis and field investigation to delineate the resource endowment, industrial landscape, and developmental milestones of agriculture in Shantou. It scrutinizes the deficiencies in applying scientific and technological innovations, ensuring a skilled workforce, and fostering profound industrial integration. Building upon this analysis, a development trajectory for agricultural modernization in Shantou is outlined from four perspectives: driven by technological innovation, fostering integrated industrial growth, promoting green and low-carbon transitions, and harnessing digital empowerment. Additionally, supportive measures encompassing policy backing and talent assurance are suggested. This investigation offers practical insights for Shantou to optimize its agricultural industrial framework, nurture novel growth drivers for agriculture, and propel high-quality agricultural advancement and holistic rural revitalization.

Keywords: New quality productivity ; Shantou ; Agricultural modernization ; Development path ; Industrial integration



Copyright © 2025 by author(s) and Quest Press Limited. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



0 引言

全球科技发展速度很快,产业变革也在不断深入,在这样的大背景下,新质生产力慢慢变成了推动各个行业创新发展的重要推力。农业是和百姓生活紧密相关的基础产业,把新质生产力融入农业发展里,是完成农业现代化转型、提高农业竞争力的核心动力。新质生产力靠科技创新带动,包含生物技术、信息技术、智能装备等很多领域的先进成果^[1],能帮传统农业打破发展的瓶颈,提高生产效率,调整产业结构,推动可持续发展,对守住粮食安全底线、落实乡村振兴战略,都有很重要的意义。

汕头是广东省里比较重要的农业产区,当地农业发展有自己的基础,也有一定的地方特色。最近这些年,汕头在调整农业产业结构、建设农产品品牌这些工作上取得了一些进展,比如打造粮蔬、水产、畜禽三个百亿元集群的目标,已经能看到初步效果,2022年当地计划新增20个农业品牌,还要新增2到3家市级及以上的农业龙头企业。不过汕头农业发展也碰到了不少难题,传统的农业生产方式还占着不小的比例,农业科技创新的应用不够多,产业链条拉不长,农产品的附加值不高,很难跟上市场多样化、高品质的需求^[2]。在这样的情况下,从新质生产力的角度研究汕头农业现代化的发展路径,能帮着把新质生产力的潜力挖出来,解决汕头农业现在存在的问题,推动农业往高质量方向发展,帮着农民增加收入,也能给汕头的乡村全面振兴出一份力。

1 新质生产力与农业现代化理论剖析

1.1 新质生产力内涵与特征

新质生产力是在新时代科技革命和产业变革不断融合的背景下,慢慢出现的一种新的生产力形态。它把科技创新当成核心的发展动力,通过重新搭配生产要素、推动产业深度转型升级,让生产力实现了质的提升,也代表了现在最先进的生产力水平^[3]。从本质上来说,新质生产力打破

了传统生产力发展的固定模式和限制,搭建起了一种更高效、更重视创新、更可持续的发展模式。

新质生产力有很明显的高科技特点。现在数字化、智能化、绿色化的发展速度越来越快,新质生产力把大数据、人工智能、物联网、区块链、生物技术、新能源技术这些前沿的科技成果都融合进来,还把它们用到生产实践的各个环节里^[4]。对于农业领域来说,用卫星遥感和无人机技术,可以随时查看农作物的生长情况,准确了解作物有没有病虫害、土壤肥力够不够、水分含量有多少这些信息,给农业生产的决策提供科学的依据。与此同时,人工智能算法还能根据这些数据,制定适合不同地块的种植方案,做到精准施肥、精准灌溉,能有效提高农业的生产效率和资源利用效率,也能降低生产的成本,减少对环境的污染。

高效能也是新质生产力很重要的一个特点。新质生产力通过优化生产流程、合理搭配生产要素,能很大程度上提高生产的效率和经济收益。比如在工业生产里,用上智能制造技术之后,生产线可以自动运行、智能管控,能明显缩短生产的周期,让产品的质量更稳定。此外,新质生产力还很看重资源的循环利用和生态环境的保护,通过发展绿色技术和循环经济模式,让经济发展和环境保护能互相促进,也体现了可持续发展的理念。

高质量是新质生产力最核心的追求。新质生产力不只是看重产品和服务的数量增长,更在意提升质量、优化品质^[5],现在市场竞争越来越激烈,只有拿出高品质的产品和服务,才能满足消费者越来越多样、越来越个性化的需求,抢到更多的市场份额。就拿新能源汽车产业来说,新质生产力推动了电池技术、自动驾驶技术这些关键技术的不断创新和突破,让新能源汽车的续航里程、安全性能、智能化水平都一直在提升,给消费者带来了更好的使用体验,也带动了整个产业的高质量发展。

1.2 农业现代化的内涵与发展历程

农业现代化是一个会不断变化、内容很丰富的概念，它包含了农业生产方式、生产技术、产业组织、经营管理还有农村社会发展等很多方面的变化和进步；从本质上来说，农业现代化就是传统农业变成现代农业的过程，它的目标是通过引入现代科学技术、先进的生产设备、科学的管理方法还有新型的经营模式，让农业生产变得更高效、更专业、更有规模、更集约，也更可持续，最终提高农业的综合生产能力、市场竞争力，还有农民的生活水平。

回看国外农业现代化的发展过程，美国是农业现代化里很有代表性的国家，早在 20 世纪初就开始推进农业机械化，通过大范围推广农业机械，提高了农业的生产效率，实现了农业生产的规模化经营；后来，随着生物技术、信息技术这些现代科技的不断发展，美国的农业慢慢朝着精准农业、智慧农业的方向发展，用先进的技术手段，对农业生产的整个过程进行精准的监测和管控。欧洲国家在发展农业现代化的时候，比较看重农业生态环境的保护和可持续发展，发展出了生态农业、有机农业这些新的农业模式，让农业和生态环境能够协调发展。

我国农业现代化的发展也走过了几个阶段。新中国刚成立时，主要是解决粮食不够的问题，通过推行土地改革、推广农业技术这些办法，提升了农业的生产水平。改革开放之后，我国农业现代化的速度变快了，家庭联产承包责任制的实行，调动了农民的生产积极性，农业生产也得到了很快的发展^[6]。与此同时，农业的机械化、电气化、化学化水平一直在提高，农业科技成果也得到了大范围的应用。进入 21 世纪之后，我国提出了建设社会主义新农村、推进农业现代化的战略目标，加大了对农业的投入力度，加强了农业基础设施的建设，推动了农业产业化经营，还有农村一二三产业的融合发展^[7]。近些年，随着乡村振兴战略的落地，我国农业现代化进入了新

的发展阶段，开始更看重农业的质量效益和竞争力提升，也在加快推进农业绿色发展、智慧农业建设这些工作。

1.3 新质生产力与农业现代化的内在联系

新质生产力和农业现代化之间，有着很紧密的内在关联，两者是互相促进、互相支撑的关系^[8]。

新质生产力是推动农业现代化的核心动力。第一，新质生产力靠科技创新，给农业现代化提供了很强的技术支持。比如生物技术的发展，推动了农作物品种的改良和创新，能培育出产量高、品质好、抗灾害能力强的新品种，提高农业的产出水平和产品质量。信息技术的应用，则能实现农业生产的智能化管理，像智能温室控制系统、农业无人机植保、农产品质量追溯系统这些，都能提高农业的生产效率和管理水平。第二，新质生产力能让农业生产要素得到更合理的搭配；通过大数据分析和人工智能算法，可以把土地、劳动力、资金这些生产要素调配得更合理，提高资源的利用效率，降低生产的成本。第三，新质生产力能推动农业产业的转型升级^[9]。新质生产力催生出了很多新的农业业态和商业模式，比如农村电商、休闲农业、农业物联网这些，拓宽了农业的产业功能和发展空间，推动了农村一二三产业的融合发展，也提升了农业产业的附加值和竞争力。

农业现代化也给新质生产力的发展，提供了很广的应用场景和扎实的基础保障。一方面，在推进农业现代化的过程中，会产生对先进技术和设备的需求，这就给新质生产力的发展留出了市场空间。随着农业现代化水平的不断提高，农业生产对精准化、智能化、绿色化技术的需求会越来越多，这就会让科研机构和企业，加大对相关技术的研发和创新投入，推动新质生产力在农业领域的应用和发展。另一方面，农业现代化的发展，也会给新质生产力提供人才、资金、基础设施这些方面的支持。农业现代化会培养出一批懂技术、会管理、善经营的新型农业人才，给新质

生产力的应用和推广提供人力上的保障。与此同时,在推进农业现代化的过程中,会加大对农业基础设施建设的投入,改善农村的交通、通信、电力这些条件,给新质生产力的发展打造出好的硬件环境。除此之外,农业现代化带动了农业产业发展,也提高了农民的收入,这也能给新质生产力的研发和应用提供资金上的支持。

2 汕头农业发展现状分析

2.1 汕头农业基本情况概述

汕头在广东省的东部,位于韩江三角洲的南端,北回归线从整个辖区穿过,属于亚热带海洋性气候。当地光照很充足,降雨量也多,年平均气温在21到22摄氏度之间,年降水量有1600到1800毫米,优越的地理位置和气候条件,给农业发展提供了很好的自然基础。汕头的土地资源类型很多,有耕地、山地、水域等不同种类,土壤也比较肥沃,适合种水稻、蔬菜、水果等很多种农作物,也适合发展水产养殖和畜禽养殖。

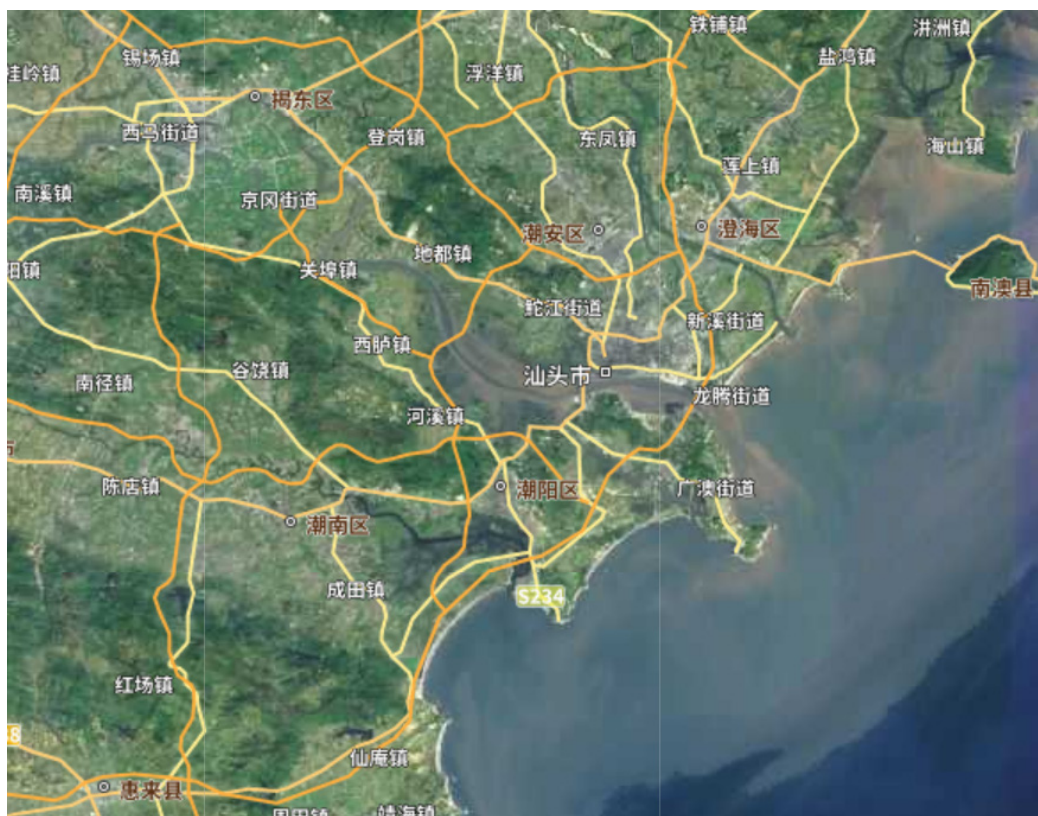


图1 汕头市地理位置图(来源:广东省地理信息公共服务平台)

从产业结构来看,汕头农业已经形成了粮蔬、水产、畜禽这些主导产业^[10]。粮食作物主要是水稻,蔬菜种植的种类很多,有叶菜类、茄果类、根茎类等,是粤东地区很重要的菜篮子基地。水产养殖以鳗鱼、对虾、贝类这些为主,其中鳗鱼的养殖和加工,在国际市场上有不小的影响力。畜禽养殖主要是生猪、家禽这些,能满足本地和周边市场的需求。此外,花卉、茶叶、水果种植这类特色农业发展得也很快,像潮阳的姜

薯、澄海的狮头鹅、濠江的紫菜这些特色农产品,已经成了汕头农业的特色招牌。

从经营主体的角度看,汕头的农业经营主体有很多种类型,形成了多元化的格局;其中有以家庭为单位的小农户,他们靠着丰富的农业生产经验,在传统农业生产里发挥着很重要的作用。也有一直在发展壮大的农民合作社,这类主体通过整合资源、统一经营,提高了农民的组织化程度和市场竞争力,比如澄海区的一些蔬菜种植合

作社，已经做到了从生产到销售的一体化运营，能带动周边的农户增加收入、过上更好的日子。农业企业则靠着资金、技术和市场方面的优势，在农业产业化发展里起到带头的作用，推动农业朝着规模化、标准化、品牌化的方向发展，像一些大型的鳗鱼养殖加工企业，不光有先进的养殖技术和加工设备，还建起了完善的销售网络，产品能卖到很远的国外市场。

2.2 汕头农业发展取得的成就

在粮食和农产品供应这块，汕头一直把保障粮食安全、保证农产品有效供给，当成农业发展的头等大事。近些年，当地通过建设高标准农田、推广优良品种和先进种植方法这些措施，让粮食产量保持了稳定增长的态势，给地区的粮食安全提供了扎实的保障；蔬菜、水果、肉类、水产品这些农产品的产量也很丰富，市场供应很充足，产品质量也一直在提升，能满足城乡居民越来越高的消费需求。

表1 2018年汕头市全市区夏收粮食生产情况
(来源：汕头市统计局)单位：亩，吨

地区	面积	产量
全市	10844	4739
金平	19503	9120
龙湖	96105	45907
澄海	13531	6032
濠江	177407	79020
潮阳	158720	71313
潮南	4220	2063
南澳	10844	4739

在产业发展上，汕头一直在积极调整和升级农业产业结构，打造粮蔬、水产、畜禽三个百亿元集群的工作，已经取得了很明显的效果。产业集聚的效应慢慢显现出来，形成了一批有鲜明特色、竞争力较强的农业产业园区和产业带。澄海区的蔬菜产业园区，把种植、加工、物流这些环节整合到一起，实现了产业的规模化、集约化发展。金平区的水产养殖产业带，以鳗鱼养殖为核心，带动了上下游相关产业一起发展，产业链不断被

拉长，农产品的附加值也在一步步提高。

科技创新和应用，是推动汕头农业发展的重要动力。近年来，汕头加大了对农业科技的投入，积极引进和推广先进的农业技术和设备。在种植领域，当地推广了测土配方施肥、绿色防控、节水灌溉这些技术，有效提高了农业生产效率和资源利用效率，也减少了农业面源污染。在养殖领域，不少主体用上了智能化养殖设备，能精准调控养殖环境，对生产过程进行智能化管理，提高了养殖的收益和产品的质量。与此同时，汕头还加强了和科研院校的合作，建起了一批农业科技示范基地和产学研合作平台，推动了农业科技成果的转化和应用。

在生态保护，汕头很看重农业生态环境的保护，也在积极推进绿色农业的发展。当地推广了生态循环农业模式，比如猪-沼-果、稻-鱼-鸭这些模式，让农业废弃物能被重新利用，减少了对环境的污染。汕头也加强了农业面源污染的治理，严格管控化肥、农药的使用量，推广绿色防控技术和生物防治方法，保障了农产品的质量和生态环境的安全。当地还开展了农村人居环境整治工作，加强农村生态建设，打造出了一批美丽宜居的乡村，推动了农业农村的可持续发展。

2.3 汕头农业发展面临的挑战

在新质生产力的应用上，虽然汕头在农业科技应用方面取得了一些进展，但和先进地区比起来，还是有不小的差距。一部分农业生产经营主体，对新质生产力的了解不够多，也没有太高的积极性和主动性去用新技术、新设备。对于小农户，受传统观念和资金的限制，很难接受和使用智能农机设备、农业物联网这些先进技术，导致农业生产的效率不高，很难适应市场竞争。同时，汕头在农业科技创新上的投入还不够多，科研成果转化的机制也不够完善，农业科技人才比较短缺，这些都限制了新质生产力在农业领域的大范围应用和深入发展。

基础设施建设方面,汕头部分农村地区的农业基础设施还比较薄弱,农田水利设施老化、缺少维护,灌溉用水的利用效率不高,影响了农业生产的稳定性;农村的道路交通条件还需要进一步改善,一些偏远的农村地区道路很窄、路况也不好,拉高了农产品的运输成本,也降低了农产品的市场竞争力。农村的信息化基础设施建设进度偏慢,网络覆盖得不够全、网速也慢,影响了农业信息化技术的推广和应用,也拖慢了农村电商这类新兴业态的发展速度。

人才不够用,是汕头农业发展碰到的很突出的问题之一。随着城市化进程的加快,很多农村的青壮年劳动力都去了城市,农村劳动力老龄化、空心化的情况很严重,农业生产缺少高素质的劳动力。而且农业专业人才流失的情况也很严重,农业科研、技术推广、经营管理这些方面的人才都不够,导致农业科技创新的能力不强,农业产业化发展也缺少人才的支撑;除此之外,因为农业的工作环境相对辛苦、待遇也不高,很难吸引和留住优秀的人才,这就让农业人才短缺的问题变得更严重了。

在产业融合发展上,虽然汕头已经对农业

产业融合做了一些尝试,但整体来看融合的程度还不高。农业和第二、第三产业之间的联系不够紧密,产业链条比较短,农产品的加工转化率不高,大部分农产品都是以初级产品的样子进入市场,附加值很低。农村电商、休闲农业这些新兴业态,还处在刚开始发展的阶段,存在基础设施不完善、服务体系不健全、市场竞争力不强这些问题,还未能充分发挥产业融合对提高农业效益、增加农民收入的带动作用。

在市场风险这块,汕头农业要面对市场需求变化、价格波动、市场竞争变激烈等很多种风险。随着消费者对农产品品质和安全的要求越来越高,市场对绿色、有机、优质农产品的需求也越来越大,但汕头的一部分农产品,在品质和品牌建设上还有不足,很难满足市场的高端需求,市场份额也被挤占了不少。而且农产品的价格,受市场供求关系、气候变化这些因素的影响很大,价格波动很频繁,给农业生产经营带来了不小的风险。在经济全球化的大背景下,汕头农业还要面对来自国内外市场的激烈竞争,怎么提高农产品的市场竞争力、应对市场风险,是汕头农业发展需要赶紧解决的问题^[11]。



图2 汕头市农业发展困境架构图

3 新质生产力视域下汕头农业现代化发展路径

3.1 科技创新驱动路径

3.1.1 加大农业科技研发投入

农业科技研发投入资金,是推动农业现代化的基础,政府和企业应该一起努力,搭建起多元化的投入机制。从政府的角度来说,需要加大财政支持的力度,设立专门的农业科技研发资金,提高农业科研经费在财政预算里的比例。可以参考国内其他地区的成功经验,比如江苏省在推进农业现代化的过程里,省级财政每年都会拿出很多专项资金,用在农业科技创新项目上,项目覆盖了农作物新品种选育、农业机械化技术研发等好几个领域,有效提高了当地的农业科技水平。汕头可以参考这个模式,结合本地农业产业的特色,重点支持粮蔬、水产、畜禽这些主导产业的关键技术研发,比如抗病虫蔬菜品种的培育、高效水产养殖技术的研发之类的。

企业是农业科技研发的重要主体,应该增强自己的创新意识,加大研发资金的投入。要鼓励农业企业和高校、科研机构合作,一起建研发中心,开展产学研协同创新。隆平高科就和好几所高校一起组建了研发团队,共同研究水稻育种技术,取得了很多成果。汕头本地的农业企业,可以和汕头大学、广东省农业科学院这些高校、科研机构合作,围绕本地的特色农产品开展技术攻关,提升产品的品质和市场竞争力^[12]。与此同时,政府可以通过税收优惠、财政补贴这些政策措施,引导企业增加农业科技研发的投入,对研发投入达到一定比例的企业,给予税收减免,对重大的科研项目给予财政补贴,调动企业创新的积极性。

3.1.2 加强农业科技成果转化与应用

要让科技成果能在汕头农业领域真正落地发挥作用。首先,建立起完善的农业科技成果转化服务体系。如设立专门的农业科技成果转化中心,负责收集、筛选、推广适合汕头农业发展

的科技成果。还要加强和国内外科研机构的联系与合作,及时拿到最新的农业科技成果信息。例如,浙江省杭州市就建了农业科技成果转化交易平台,通过线上线下结合的方式,给科研机构 and 农业生产经营主体,提供成果展示、技术交易、信息咨询这些服务,有效推动了科技成果的转化和应用。

建设农业科技示范基地,是推广新技术、新设备的重要办法。可以在汕头的各个区县,建一批有代表性的农业科技示范基地,展示先进的农业生产技术和设备,比如智能温室、精准灌溉系统、无人机植保这些,给农民提供一个学习和观摩的地方;靠示范基地的辐射带动作用,引导农民主动使用新技术、新设备。与此同时,还要加强农业技术推广队伍的建设,提高技术推广人员的专业素质和服务能力。定期组织技术培训和交流活动,请专家给技术推广人员讲解最新的农业科技知识和推广方法。还要建立技术推广人员和农民的一对一帮扶机制,及时解决农民在使用新技术、新设备过程里碰到的问题。

3.1.3 培育农业科技创新人才

人才是农业科技创新最核心的要素,培育新型职业农民、引进高端人才,对汕头农业现代化的发展来说非常重要。要加强农村的职业教育和培训,靠着汕头本地的职业院校和农业技术推广机构,开展不同层次、不同形式的农业技能培训,培养一批懂技术、会管理、善经营的新型职业农民。汕头可以结合本地的实际情况,制定新型职业农民的培育计划,针对不同年龄、不同文化程度的农民,开设个性化的培训课程,内容覆盖农业生产技术、市场营销、电子商务这些方面,提高农民的综合素质和就业创业能力。

同时积极引进农业领域的高端人才,制定优惠的政策,吸引国内外农业科研、技术推广、经营管理这些方面的优秀人才来汕头工作。给高端人才提供好的工作环境和生活待遇,比如提供科研启动资金、住房补贴、解决子女入学问题这些优惠政策;建立人才激励机制,对在农业科技创

新方面做出突出成绩的人才,给予表彰和奖励,调动人才的创新活力和工作积极性;还要加强和高校、科研机构的人才交流与合作,选派优秀的人才到高校、科研机构进修学习,提升人才的专业水平和创新能力。

3.2 产业融合发展路径

3.2.1 推动农业内部产业融合

优化农业产业结构,是实现农业内部产业融合的关键。汕头应该立足本地的资源优势,进一步巩固和提升粮蔬、水产、畜禽这些主导产业,发展花卉、茶叶、水果这类特色农业,打造有地域特色的农产品品牌。以澄海区为例,澄海区是汕头重要的蔬菜产区,可以在现有的蔬菜种植基础上,发展蔬菜深加工产业,比如做腌制蔬菜、脱水蔬菜这些,拉长产业链,提高农产品的附加值。与此同时,还要加强蔬菜品种的改良和种植技术的创新,提高蔬菜的品质和产量,增强市场竞争力。

实现种养加一体化,是农业内部产业融合的重要发展方向;要鼓励农业生产经营主体开展多种经营,把种植、养殖、加工有机结合起来。比如在畜禽养殖的过程中,用畜禽粪便生产有机肥,再用在农作物种植上,实现资源的循环利用。同时还可以对农产品进行加工,做成食品、饲料这些产品,提高农业的经济效益。可以建立农业产业化联合体,由农业企业、农民合作社、家庭农场这些主体组成,通过分工合作,实现种养加一体化发展;农业企业负责农产品的加工和销售,农民合作社组织农户进行生产,家庭农场提供优质的农产品原料,形成利益共享、风险共担的合作机制。

3.2.2 促进农业与二三产业融合

把农业和加工产业融合起来,能有效提高农产品的附加值。汕头应该加大对农产品加工企业的扶持力度,培育一批竞争力较强的农产品加工龙头企业。鼓励企业引进先进的加工设备和技术,开发多种多样的农产品加工产品,比如潮汕特色的预制菜、水产品深加工产品之类。还要加

强农产品加工园区的建设,完善园区的基础设施和配套服务,引导农产品加工企业往园区聚集,形成产业集群的效应。

农业和旅游产业融合,是拓宽农业功能、增加农民收入的重要途径。汕头有丰富的自然景观和人文资源,可以充分利用这些资源,发展休闲农业和乡村旅游。可以开发农业观光、农事体验、民俗文化这些旅游项目,打造一批特色鲜明的休闲农业和乡村旅游示范点。如潮阳区金灶镇,靠着当地的水果种植资源,举办水果采摘节,吸引游客过来体验采摘的乐趣、品尝新鲜的水果,同时也带动了当地餐饮、住宿这些服务业的发展。还要加强休闲农业和乡村旅游的品牌建设,提高服务质量,完善旅游基础设施,提升游客的游玩体验。

农业和电商产业融合,能拓宽农产品的销售渠道,提升农产品的市场竞争力^[13]。要加强农村电商的基础设施建设,完善农村的物流配送体系,提高农村的网络覆盖率和网速。培育农村电商人才,开展电商培训和创业指导,引导农民和农业企业开展电商业务。鼓励农业企业和农民合作社,搭建农产品电商平台,销售本地的特色农产品。如汕头市澄海区的一些玩具创意企业,通过电商平台,把玩具和农业元素结合起来,推出了一系列和农业相关的创意玩具,不光拓宽了玩具的销售渠道,还提升了农业的知名度和影响力。与此同时,还可以利用直播带货、社交电商这些新兴的电商模式,加大农产品的宣传推广力度,提高农产品的销售额。

3.2.3 构建农业产业集群

农业产业集群有集聚效应和规模经济的优势,能有效提升农业产业的竞争力。在汕头,应该根据各个区县的资源条件和产业基础,培育和壮大农业产业集群。澄海区可以围绕蔬菜、狮头鹅这些特色产业,打造蔬菜产业集群和狮头鹅产业集群,潮阳区可以靠着丝苗米、水产养殖此类产业,建设丝苗米产业集群和水产养殖产业集群。还要加强产业集群里企业之间的合作与交

流,建立产业联盟,一起开展技术研发、市场开拓、品牌建设这些工作。

完善农业产业集群的配套服务体系。加强产业集群里的基础设施建设,包括道路交通、水电供应、通信网络这些,给企业发展提供好的硬件条件。建立公共服务平台,给企业提供技术咨询、质量检测、金融服务这些支持,解决企业发展过程中碰到的问题。此外,还要加大对农业产业集群的政策支持力度,出台税收优惠、财政补贴、土地供应这些方面的政策,吸引更多的企业和资源往产业集群聚集。

3.3 绿色发展路径

3.3.1 推广绿色农业生产技术

推广生态种植技术,是减少农业面源污染、保障农产品质量安全的重要办法。在汕头,应该大力推广测土配方施肥技术,根据土壤的养分含量和农作物的生长需求,精准确定施肥的量和种类,减少化肥的使用量。通过开展测土配方施肥项目,给农户提供免费的土壤检测服务,再根据检测结果给农户制定个性化的施肥方案,有效减少化肥的使用量,提高肥料的利用效率。还要推广绿色防控技术,用物理防治、生物防治这些方法,代替化学农药来防治病虫害,减少化学农药对环境和农产品的污染。

在养殖领域,要推广生态养殖技术,让养殖废弃物能被资源化利用、无害化处理。推广循环水养殖技术,在水产养殖的过程中,对养殖用水进行循环处理之后再利用,减少水资源的浪费和对环境的污染。推广发酵床养殖技术,在畜禽养殖里,用发酵床把畜禽粪便分解转化,实现养殖废弃物的零排放和资源化利用。

3.3.2 加强农业生态保护与修复

汕头在农业发展的过程中,碰到了一些农业生态方面的问题,比如土壤污染、水土流失、水资源等。要加强农业生态的保护和修复,就得加强土壤污染的治理,开展土壤污染状况的调查,建立土壤污染监测体系,对被污染的土壤进行修复和治理。对于被重金属污染的土壤,可以用物

理、化学、生物这些方法来修复,像客土法、化学淋洗法、植物修复法这些,降低土壤里的重金属含量,恢复土壤的生态功能。

还要加强水土流失的治理,通过植树造林、修建梯田、种草护坡这些措施,冲刷造成水土流失。在山坡地上种经济林和生态林,增加植被的覆盖率,起到保持水土的作用。与此同时,还要加强水资源的保护和合理利用,推广节水灌溉技术,提高水资源的利用效率。如滴灌、喷灌这些节水灌溉的方式,代替传统的大水漫灌,减少水资源的浪费。加强对农业用水的管理,建立健全水资源管理制度,严格控制农业用水的总量,保障农业用水的安全。

3.3.3 发展循环农业

循环农业是实现农业可持续发展的重要模式,能有效实现资源的循环利用和废弃物的资源化。在汕头,应该推广猪-沼-果、稻-鱼-鸭循环农业模式,养猪场产生的粪便,经过沼气池发酵处理之后,产生的沼气可以当成能源,用在生活和生产里,沼液和沼渣可以当成优质的有机肥,用在果树种植上。既减少了养殖废弃物对环境的污染,又给果树生长提供了养分,实现了资源的循环利用和农业的绿色发展。

建立农业废弃物回收利用体系,对农作物秸秆、畜禽粪便、农产品加工废弃物这些进行回收和再利用。如农作物秸秆可以用来做饲料、燃料、肥料之类的畜禽粪便可以通过堆肥处理,做成有机肥。农产品加工废弃物可以进行综合利用,提取里面的有用成分,生产生物制品、饲料添加剂等产品。鼓励企业和社会组织参与农业废弃物的回收利用,政府给予政策支持和资金补贴,建立多元化的农业废弃物回收利用机制。加强宣传教育,提高农民的环保意识和资源循环利用意识,引导农民主动参与循环农业的发展。

3.4 数字化发展路径

3.4.1 加强农业数字化基础设施建设

建设农业数字化基础设施,是实现农业数字化发展的前提和基础。在汕头,应该加大对农村

网络基础设施建设的投入,提高农村的网络覆盖率和网速^[14]。加快5G网络在农村地区的部署,给农业数字化应用提供高速、稳定的网络支持,为农业智能化生产、农村电商发展这些工作提供了有力的支撑。

建设农业大数据平台,把农业生产、市场、气象、土壤等多方面的数据资源整合到一起,给农业生产决策提供数据支持。通过对大数据的分析和挖掘,可以了解农产品市场需求的变化趋势、土壤的肥力状况、气象灾害预警这些信息,帮助农民和农业企业科学制定生产计划,合理安排种植养殖的品种和规模,提高农业生产的精准性和科学性。与此同时,还要加强农业数据的安全管理,建立健全数据安全保障体系,保证农业数据的安全和隐私。

3.4.2 推进农业生产数字化转型

利用物联网技术,可以实现农业生产的精准化和智能化管理。在农田和养殖场里安装传感器,随时采集土壤湿度、肥力、温湿度、光照这些环境数据,还有畜禽生长状况、饲料消耗这些生产数据;通过对数据的分析和处理,自动控制灌溉、施肥、通风、温控这些设备,实现农业生产的精准调控。比如汕头市潮阳区的一些蔬菜种植基地,用了物联网技术之后,通过传感器随时监测土壤的水分和养分含量,当土壤水分不够或者养分不足的时候,系统会自动启动灌溉和施肥设备,实现了精准灌溉和精准施肥,提高了水资源和肥料的利用效率,也降低了生产的成本。

引入人工智能技术,能提升农业生产的管理水平。用人工智能算法对农业生产数据进行分析和预测,可以提前发现病虫害发生风险、农作物生长异常这些问题,再及时采取对应的措施处理。通过图像识别技术,识别农作物的病虫害,用机器学习算法预测病虫害的发生趋势,给病虫害防治提供科学的依据。与此同时,还可以用人工智能技术,实现农业机械的自动驾驶和智能作业,提高农业生产的效率和作业质量。智能拖拉机、无人机植保这些,都可以按照预设的路线和

任务,自动完成耕地、播种、施肥、喷药这些作业,减少人工操作的误差,提高作业的效率。

3.4.3 发展农村电商与数字营销

发展农村电商,是拓宽农产品销售渠道、促进农民增收的重要途径。汕头市应该加强农村电商服务体系的建设,建立农村电商服务站,给农民和农业企业提供电商培训、技术支持、物流配送这些服务;培育农村电商人才,通过开设电商培训课程、举办电商创业大赛这些方式,提高农民和农业企业的电商运营能力。鼓励农业企业和农民合作社,搭建农产品电商平台,销售本地的特色农产品。与此同时,还要加强和大型电商平台的合作,把汕头的特色农产品卖到全国市场去;比如汕头市澄海区的一些玩具创意企业,就通过和淘宝、京东这些电商平台合作,开网店销售玩具产品,取得了很不错的销售业绩。

用数字营销的手段,可以拓宽农产品的市场。通过社交媒体、短视频平台这些渠道,宣传推广农产品,制作好看的农产品宣传视频和图片,展示农产品的特色和优势,吸引消费者的关注。开展直播带货活动,请网红、明星来直播销售农产品,提高农产品的知名度和销售额。通过抖音直播等方式销售农产品,吸引消费者购买,拓宽海鲜产品的销售渠道。此外,还可以用大数据分析消费者的购买行为和偏好,开展精准营销,提高营销的效果。根据消费者的地域、年龄、消费习惯这些信息,推送个性化的农产品广告和促销活动,提高消费者的购买转化率。

3.5 政策支持路径

政府应该在财政、税收、金融等多个方面,搭建起全方位的支持体系,给汕头农业现代化发展注入充足的动力,还要不断完善相关的法律法规,营造出良好的政策和法治环境。

在财政政策方面,加大对农业的投入力度是非常重要的。设立专项的农业发展基金,重点支持农业科技创新项目、农业产业融合发展示范工程,还有绿色农业发展项目。对农业科技研发项目,给予全额或者部分的经费资助,鼓励科研

机构和企业开展前沿农业技术研究。对农业产业融合发展的示范项目,提供建设资金补贴,推动农业和第二、第三产业深度融合。与此同时,还要优化财政资金的分配结构,提高资金的使用效率;加强对财政资金使用的监督和评估,保证资金真的用在了农业现代化建设的关键领域和薄弱环节。建立财政资金绩效评价机制,对资金使用效果好的项目,给予持续支持,对资金使用效率低的项目,进行整改或者收回资金。

在税收政策上,要实行一系列税收优惠措施,减轻农业生产经营主体的负担。对从事农业生产、农产品加工、农业科技研发的企业和农民合作社,给予企业所得税减免。对购置农业机械设备、农业生产资料的主体,减免相关的税费。对农业科技创新成果转化的收入,免征增值税;通过这些税收优惠政策,调动农业企业和农民合作社的发展活力,促进农业科技创新和产业升级。

在金融政策方面,要加强金融对农业的支持,拓宽农业的融资渠道。鼓励金融机构创新金融产品和服务,开发适合农业特点的信贷产品,比如农产品抵押贷款、农业供应链金融之类的。加大对农业企业和农民合作社的信贷投放力度,降低贷款利率,延长贷款期限,缓解农业生产经营主体的融资难题^[15]。与此同时,建立农业信贷担保体系,为农业贷款提供担保服务,降低金融机构的信贷风险。由政府出资设立农业信贷担保基金,引导社会资本参与进来,形成多元化的担保资金来源。此外,还要推动农业保险的发展,扩大农业保险的覆盖范围,提高保险的保障水平。针对粮蔬、水产、畜禽这些主要农产品,开发特色农业保险产品,如气象指数保险、价格指数保险等,降低农业生产经营的风险。

法律法规是农业现代化发展的重要保障。政府应该完善和农业相关的法律法规,给农业发展提供扎实的法治基础。加强对农产品质量安全的立法,明确农产品生产、加工、销售各个环节的质量安全标准和责任,加大对违法行为的处罚力

度,保障消费者的食品安全。完善农业生态环境保护的法律法规,明确农业面源污染防治、农业资源保护的法律责任,加强对农业生态环境的监管和执法。还要制定促进农业科技创新、产业融合发展的法律法规,给农业现代化发展提供法律支持;比如制定农业科技创新成果转化相关的法规,规范科技创新成果的转化行为,保障科研机构 and 企业的合法权益。制定农业产业融合发展促进相关的法规,明确产业融合发展的政策导向、支持措施和管理机制,推动农业产业融合有序发展。

3.6 人才保障路径

农业人才是推动农业现代化发展的核心要素,培养和引进高素质的农业人才,建立健全人才激励机制,是解决汕头农业人才短缺问题、推动农业现代化进程的关键办法。

培养本土的农业人才,是解决人才短缺问题的基础。加强农村的基础教育,提高农村青少年的科学文化素质,给农业现代化培养后备人才。在农村中小学的课程设置里,增加农业科普知识和劳动技能的课程,培养学生对农业的兴趣和热爱。与此同时,加强农村的职业教育,靠着汕头本地的职业院校,开设和农业相关的专业,如农业技术与装备、农产品加工与质量检测、农村电商。优化职业教育的课程体系,看重实践教学,和农业企业建立紧密的合作关系,开展订单式培养,给农业企业输送实用型的技术人才,和本地的很多家农业企业合作,开设农业专业的订单班,实现人才培养和企业需求的无缝对接。

积极引进农业领域的高端人才,能给汕头农业现代化发展注入新的活力。制定优惠的政策,吸引国内外农业科研、技术推广、经营管理这些方面的优秀人才来汕头工作。给高端人才提供好的工作环境和生活待遇,提供科研启动资金、住房补贴、解决子女入学问题这些优惠政策。建立人才柔性引进机制,鼓励高端人才用兼职、顾问、合作研究这些方式,给汕头农业发展提供智力支持;比如邀请国内外知名的农业专家,担任

汕头农业企业的技术顾问,定期到企业进行技术指导 and 培训。和高校、科研机构开展合作研究项目,吸引高校和科研机构的高端人才,参与汕头的农业科技创新工作。

建立人才激励机制,能充分调动农业人才的积极性和创造性。设立农业人才奖励基金,对在农业科技创新、产业发展、技术推广这些方面做出突出成绩的人才,给予表彰和奖励。对靠农业科技成果转化产生明显经济效益的科研人员,拿出成果转化收益的一定比例当成奖励。对在农业产业发展里做出突出贡献的企业家和经营管理人员,给予荣誉称号和物质奖励。此外,建立合理的薪酬体系,提高农业人才的薪酬待遇,让收入和贡献相匹配。在农业企业里,推行股权激励、绩效奖金这些薪酬激励方式,吸引和留住优秀的人才。还要打通职业晋升通道,提高农业人才的收入水平和社会地位。根据农业人才的专业技能和工作业绩,给予对应的薪酬待遇,给优秀人才提供晋升的机会,让他们在农业领域能实现自身的价值,这样才能吸引和留住更多优秀人才。通过培养本土人才、引进高端人才,再加上建立人才激励机制,为汕头农业现代化发展提供扎实的人才保障,推动农业高质量发展。

4 结语

新质生产力对汕头农业现代化的发展,有着重要的推动作用,汕头农业现在有一定的发展基础,也有自己的特色,但也面临着科技创新应用不足、人才短缺、产业融合不深、基础设施薄弱这些现实问题。要推进汕头农业现代化发展,可以从科技创新驱动、产业融合发展、绿色发展、数字化发展这几个方向入手,结合本地的产业特色和资源条件,落实对应的发展措施。同时还要有政策、人才、基础设施这些方面的保障,才能让各项发展路径顺利落地,真正带动汕头农业高质量发展,帮助农民增加收入,助力汕头的乡村全面振兴。

参考文献

- [1] 高强,程长明.农业新质生产力与新型生产关系:逻辑思路与改革路径[J].中国农业大学学报(社会科学版),2024,41(4):41-54.
- [2] 杜干庭.汕头农业现代化的技术支撑问题研究[J].农业现代化研究,1999(6):338-342.
- [3] 刘旭挺,李玉贝.新质生产力赋能农业高质量发展理论逻辑与实践路径[J].农业与技术,2026,46(3):210-213.
- [4] 田昊,邵东伟.新质生产力赋能物流供应链管理创新路径的研究[J].铁路采购与物流,2025,20(7):52-55.
- [5] 李福铸.经济新常态下油脂压榨企业培育新质生产力对策研究[J].中国价格监管与反垄断,2025(5):116-118.
- [6] 李曼曼.邓小平农业现代化思想及其启示[D].辽宁大学,2025.
- [7] 程钦良,焦成毅.大国三农:中国三农政策历史变迁——基于中央一号文件的文本分析[J/OL].中国农业资源与区划,1-16[2026-06-23].<https://link.cnki.net/urlid/11.3513.s.20260105.1428.011>.
- [8] 高欣,周腾.乡村振兴背景下新质生产力助推农业现代化发展的路径[J].农村科学实验,2025(23):5-7.
- [9] 邵慧.新质生产力驱动下农业现代化路径探索[J].江苏农村经济,2025(1):22-24.
- [10] 吴乐燕.广东省农产品市场空间布局分析[J].市场观察,2020(12):58.
- [11] 王娜.新时代电子商务在农业经济发展中的应用研究[J].商场现代化,2022(12):36-38.
- [12] 陈映雄.新时代背景下深化农业供给侧结构性改革的研究——以广东省汕头市为例[J].现代化农业,2018(6):45-48.
- [13] 邵彪,徐盼霞,史风珍.乡村振兴战略背景下农产品直播电商发展策略[J].农村经济与科技,2026,37(3):228-232.
- [14] 田丰存.数字化转型背景下数字经济带动农业经济发展的路径研究[J].山西农经,2024(7):74-76.
- [15] 央行发布做好家庭农场等新型农业金融服务指导意见[J].黑龙江粮食,2014(3):45.



产学研合作模式下农业推广技术创新能力提升路径探索

顾为

锦州市农业农村综合服务中心(锦州市植物保护中心), 辽宁锦州, 121000

摘要: 农业推广技术创新能力可推动农业现代化建设和乡村振兴, 实践里推广体系却普遍存在科研与生产脱轨、成果转化效率低、推广人员专业素养不够等问题, 传统单向技术输送模式无法匹配复杂多变的农业生产需求。本文针对这些问题, 重点研究产学研合作模式, 探索该模式提升农业推广技术创新能力的具体路径。本文搭建涵盖高校、科研机构、农业企业和推广部门的协同创新框架, 结合案例分析与问卷调查两种方法, 全面剖析合作机制里知识共享、资源整合与利益分配等核心要素。

关键词: 产学研合作; 农业推广; 技术创新

Exploring the Pathways to Enhance Agricultural Extension Technology Innovation Capacity under the Industry-University-Research Collaboration Model

Wei Gu

Jinzhou Municipal Agricultural and Rural Comprehensive Service Center (Jinzhou Municipal Plant Protection Center), Jinzhou Liaoning 121000, China

Abstract: Agricultural extension technology innovation capability can drive agricultural modernization and rural revitalization. However, in practice, extension systems often suffer from issues such as the disconnect between research and production, low efficiency in technology transfer, and insufficient professional competence of extension personnel. The traditional one-way technology delivery model fails to meet the complex and variable demands of agricultural production. This paper addresses these problems by focusing on the industry-university-research collaboration model and exploring specific pathways to enhance agricultural extension technology innovation capability. It establishes a collaborative innovation framework involving universities, research institutions, agricultural enterprises, and extension departments. Combining case analysis and questionnaire surveys, the study comprehensively examines key elements of the collaboration mechanism, including knowledge sharing, resource integration, and benefit distribution.

Keywords: Industry-University-Research Collaboration; Agricultural Extension; Technological Innovation

1 产学研合作模式的理论基础与核心要素

1.1 产学研合作的内涵与协同创新机制

产学研合作是高校、科研机构与农业企业或推广部门围绕共同目标, 结合知识生产与技术应

用开展的跨组织协作模式。农业领域里, 它的协同创新逻辑是知识流动与技术适配的动态循环, 科研方拿出前沿理论和实验室成果, 企业方同步反馈生产一线的实际需求与资源条件, 推广方则



Copyright © 2025 by author(s) and Quest Press Limited. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



负责中间转化,把专业技术语言转换成农户能上手的操作方案^[1]。三方要在信息共享、目标校准与风险共担上密切互动,才能构建起从研发到落地的完整运作体系^[2]。

要让协同机制顺畅运行,就得搭建起非线性的交互网络。传统的线性传递模式会让技术出现失真问题,协同创新则要求不同主体在试验、示范与修正环节保持实时沟通,比如开展联合田间观察、定期召开技术研讨,让科研选题更贴合生产中的实际难题。这套模式能加快隐性知识的传播,还能通过多次磨合减少技术适配时的摩擦成本,最终实现创新能力的整体提升^[3]。

1.2 农业推广技术的知识共享与资源整合路径

农业推广技术开展知识共享与资源整合时,不同合作主体之间的知识不是单向传递,而是双向甚至多向流动。高校、科研机构产出的显性知识,像新品种选育规程、植保技术参数这类内容,得经过推广人员结合本地情况转化,才能和农户积累的隐性经验知识融合到一起。企业依靠对市场的敏锐感知,把技术应用里的成本、效益相关信息反向输送回研发环节,让科研选题更契合生产实际需求。不同组织之间的这种双向知识流动,打破了单向传递的限制,让技术方案在示范田里逐步修正,提升了创新成果的实用性和落地效率。

资源整合重点放在硬件设施、人力资本与信息渠道的有机聚合。试验基地共用、田间数据共享、推广网络协同,减少重复投入造成的资源浪费。科研方拿出技术原型,企业方配套资金与市场渠道,推广方组织示范户开展验证,三方核心资源就能形成互补。这类整合既降低技术创新的试错成本,又能借联合观察与定期研讨,把零散知识点串联成完整创新链条,为农业推广技术的持续改进打基础。

1.3 利益分配与长效激励的制度设计

要让产学研合作能长久维持,得靠合理设计利益分配和长期激励的相关制度。不同参与主体要协调利益,得先把各自贡献量化,还要一起承担风险,高校拿知识产权或技术方案入股,企业出研发资金并拿出市场转化后的收益,推广机构靠田间服务和示范作用取得对应报酬。按事先约定的比例,把技术增值部分分给各方,能避免短期利益不均让合作中断。长期激励不能只靠经济补偿,要在技术职称评定里提高推广成效的占比,合理分配科研成果署名权,给合作项目设置滚动支持的优先权,让各主体在长期协作中能看到稳定收益。这类制度设计能把短期项目合作转化为稳定的利益共同体,为农业推广技术的迭代创新提供内生动力^[4]。

2 产学研合作提升农业推广技术创新能力的现实困境

2.1 科研与生产脱节及成果转化率低的问题

当前农业推广工作里,技术供给和农户需求不匹配,核心问题是科研选题脱离生产实际。高校、科研机构常把研究重点放在理论前沿或提升技术指标上,农户和基层企业却更急需操作简单、成本低、能快速本地化的实用技术。供需不匹配让大量实验室研究成果没法在田间落地,比如部分高产栽培技术没考虑到劳动力不足、灌溉条件有限等情况,根本没法推广开。成果转化过程里缺少有效的中间试验环节,技术从论文转化到田间的适应性验证不够,很多本该创造效益的成果被闲置起来,出现“成果多、应用少”的情况。

更本质的问题是合作各方信息不对等,相互间的利益绑定也比较松散。科研人员没对市场需求做过系统调研,常按项目计划推进技术研发,推广单位引进技术时又没法准确讲清实际需求,双方交流大多浮于表面。技术供给方和需求方的考核方向不一样,科研端看重论文、专利的数

量,生产端则聚焦产量把控与成本控制。这类制度层面的矛盾,让技术转移过程中缺少持续跟进与灵活调整,成果转化效率一直比较低,没法构建从实验室到田间的完整改进链条^[5]。

2.2 推广人员专业素养不足与技术吸收能力弱

农业推广人员是让技术落地的核心执行者,专业素养高低直接影响新技术能不能被吸收、再创新。现在这支队伍里,知识结构老化是普遍问题,大部分推广人员长期靠经验开展指导,对生物技术、智能装备这类前沿领域了解不多,没法把复杂的技术原理转成农户能看懂的操作规范。推广人员技术吸收能力不强,核心原因是没接受过系统的科研训练,接触新成果时只会机械照搬,不能结合本地土壤、气候条件做适应性调整。这类能力缺陷让技术推广只停留在信息传递阶段,做不到真正的转化,引进的技术因为缺少二次开发适配本地情况,最后只能被放弃。更关键的限制是,推广人员和科研人员之间没有高效的知识交流途径,推广方没法把实践里发现的技术问题反馈给研发方,研发方也没法给出针对性的技术说明,技术迭代因此陷入停滞。

激励机制的缺位,会让推广人员的能力短板一直得不到改善。当前的考核体系只看重推广面积、示范次数这类量化指标,技术吸收效果、再创新成果的评价占比极低,让推广人员没动力主动提升专业能力。培训体系也存在形式化问题,短期集中授课补不上系统性的知识漏洞,田间实操指导又常因专家资源分散被迫中断。这类制度缺陷让推广队伍长期停留在低水平循环状态,既没法完成高附加值技术的吸收转化,也难在合作中提出有价值的改进建议,最终拉低了产学研合作的技术溢出效应。

2.3 合作深度不足与激励机制缺失的瓶颈

产学研合作里常出现合作深度不够的情况,核心原因是各方的目标和利益诉求不匹配。高

校、科研院所主要专注论文发表与基础研究,企业看重短期市场收益,推广机构则承担公益性服务工作,三方在合作过程中找不到共同的技术攻关方向。这种表面合作、实际脱节的状态,让合作大多停留在项目申报、挂牌示范这类浅层互动上,没法真正开展核心技术的联合研发与适配改良。长效激励机制的缺失,进一步让合作呈现碎片化特征。当前的合作大多靠短期项目合同推动,没有围绕长期技术收益分配设计相应契约,科研人员没法从成果转化里获得稳定回报,企业也会因为风险和收益不对等,不愿持续投入。这类制度层面的阻碍,让合作主体之间没了信任基础,知识共享只是走个过场,技术迭代需要的持续反馈和联合攻关难以维持,最终让产学研合作陷入签约时声势浩大,执行时无人跟进的困境。

3 产学研合作提升农业推广技术创新能力的实践路径

3.1 共建试验示范基地与技术联合攻关

高校、科研院所和地方一起建试验示范基地,能为农业技术推广提供真实的田间测试场景。科研人员把实验室里的成果放到基地里,让当地推广人员和农户一起参与试种或试用,在对应土壤、气候和耕作习惯下修正技术参数。这种“边研发、边应用”的模式,能快速发现技术在适应性上的不足,让科研方及时调整方案。联合攻关项目重点放在特定区域的生产难题上,比如病虫害防控或水肥管理,组织多主体协作,把零散的实践经验整理成可落地的技术规程。基地和项目相互配合,能缩短技术从理论到实际应用的时间,保证推广的技术既有科学依据,又符合农户实际需求,提升技术落地成功率。

3.2 联合开展技术培训与人才双向流动

将技术培训与人才双向流动结合开展,是提升推广人员技术吸收能力的核心路径。培训不能只做单向知识传递,要结合田间实际场景,由科

研专家与农技骨干一同设计课程,围绕作物全周期管理、智能装备操作等模块完成现场教学,让推广人员在解决具体问题的过程里,加深对技术原理的理解。人才双向流动机制打破单位间的壁垒,支持高校教师到基层挂职指导,也选拔一线推广人员进入实验室参与研发辅助工作,角色互换后,科研端更贴近生产需求,推广端也能掌握技术发展的逻辑脉络。持续进行知识交换,能让推广人员逐步从单纯的技术执行者,转变为可识别适配条件、预判应用风险的复合型人才,其技术吸收与二次创新能力也会随之提升。

3.3 构建信息反馈与迭代优化协同平台

协同平台能持续运转,核心在于信息反馈机制。推广人员、农户、科研主体分别把技术应用里的表现数据、环境差异和操作难点上传到平台,就形成了多渠道的反馈信息流。这些反馈不是零散意见的简单叠加,而是先经过分类、关联分析,再转化为技术参数调整的清晰方向。比如,某区域作物对特定施肥方案的反应出现波动,就会启动养分释放曲线的重新校准工作。科研主体依据这些结果优化技术原型,推广端同步更新对应的田间指导方案。这套闭环模式让技术改进脱离实验室的孤立场景,变成融入生产现场的动态更新过程,每一轮循环都能让技术更适配实际生态条件与用户操作习惯。

协同平台的核心价值,在于捕捉并转化隐性知识。农户长期耕作积累的直觉判断,还有推广人员多次试验摸索出的应变策略,没法依靠标准文档传递。平台搭建案例库与问题图谱,把这类经验类知识梳理成结构化内容,还对应到具体的技术环节。后续推广碰到类似场景时,平台会自动推送适配的解决方案,避免重复试错。不同参与方的在线交流和方案对比,能产生跨界知识互动,还有可能拓展出原设计没考虑到的新应用方向。从收集反馈、优化内容到沉淀知识的循环模

式,让协同平台成为技术持续创新的动力来源,而非单纯传输指令的通道^[6]。

4 产学研合作促进农业推广技术创新的案例分析

4.1 典型农业产学研合作项目的模式与成效

典型农业产学研合作项目里,共建试验示范基地的模式有比较好的成效。合作各方瞄准区域特色作物的生产需求,把高校、科研院所的前沿技术送到田间,让专家团队和基层农技人员一起作业,完成良种选育、水肥管理、病虫害防控等关键环节的技术集成。科研与生产之间的壁垒被这种模式打破,理论成果能在真实生产场景里快速验证、优化,农业技术从实验室到农田的转化效率也得到提升。参与项目的农户跟着技术人员学习,逐步掌握标准化操作流程,在合作体系内,他们的生产能力和技术应用水平有了实质性增强。

4.2 合作主体互动与知识转化过程剖析

合作项目推进时,高校、企业与农业推广部门的知识共享不是单方向传递,而是形成多向互动的循环模式。高校科研人员把前沿育种技术、标准化生产规程带到企业试验田,企业结合市场对农产品品质、产量的真实需求,告知高校技术改良的具体方向。推广部门在这一过程中承担桥梁职能,其技术人员把高校的学术表述转化为农户能看懂的实操方法,还将田间突发的生产问题反馈给科研团队,推进技术快速更新。

这套转化模式的核心,是不同主体针对同一生产场景搭建起即时反馈的渠道,高校跳出封闭研发的模式,企业不再只盯着销售环节,推广部门也打破单纯上传下达的局限,三方在共同攻坚的过程中,构建起‘提出需求—协同研发—田间验证—修正优化’的完整流程,隐性知识在高频次的现场交流与协作作业中被充分激活,最终转化为可复制的标准化技术方案,把知识从理论到

实际生产力的转化周期缩短了不少。

4.3 案例启示与可推广经验的提炼总结

从这些案例里能找出几个核心要点,可用于农业推广体系的改革调整。合作主体得依托真实生产场景搭建信任关系,高校、企业和推广部门要打破组织间的阻隔,把实验室研究内容和田间的实际需求精准匹配。知识转化不能只靠单向传递,得搭建有多方参与的反馈路径,让技术研发和实际问题解决同步推进。推广人员要拥有双向转化能力,既能把专业学术内容转化为通俗表达,又能把农户的零散经验梳理成系统内容,加速隐性知识的显性转化。这些要点都指向同一个核心:产学研合作的成功不是简单的资源拼凑,而是靠机制设计让各方围绕共同目标实现能力互补与价值共创。

5 产学研合作模式的制度保障与未来展望

5.1 制度设计与平台建设的基础性作用

产学研协同创新的推进,离不开制度设计与平台建设的基础保障。清晰的权责边界要靠完善的制度来明确,它能为知识共享、资源整合搭建规范框架,让合作里的交易成本和不确定性有所降低。专业化协同平台是物理载体也是信息枢纽,能衔接科研机构、高等院校与农业推广部门,推动技术成果从实验室平稳落地到田间地头。制度供给与平台支撑形成合力后,产学研合作就能跳出松散的临时协作模式,转向稳定、可持续的深度融合。

实际推进工作时,制度设计要重点搭建合理的利益分配与风险分担机制,调动各方持续投入的主动性。平台建设得兼顾硬件设施与软件服务,比如设立联合工作站或技术转移中心,为人才双向流动与信息即时反馈搭建渠道。制度与平台相互配合,能缓解农业推广里科研和生产脱节的问题,让技术创新不用只靠单点突破,而是借助系统化的协同网络完成迭代优化。强化制度规

范性与平台功能性,是提升农业推广技术创新能力必须做好的基础工作。

5.2 从单点突破向系统集成转型的路径

要让农业推广技术创新升级,不能只盯着个别环节突破,得转向全系统的协同配合。现在合作里经常有科研选题和生产需求不匹配、各技术模块没法衔接的情况,问题出在不同主体各自搞创新,没有整合机制。推进系统集成转型,核心是把技术研发、试验示范、推广服务等环节连成闭环,让知识流动和资源调配不再脱节。比如围绕区域农业主导产业,制定包含品种选育、栽培管理、病虫害防控的成套技术方案,高校出理论支持,科研院所做技术攻关,推广部门负责落地验证,搭建起从源头创新到终端应用的完整链条。这种转型要求各方打破自身职能局限,在统一目标下完成任务对接与过程协同。

要从单个创新转向体系化创新,得重新梳理合作主体的互动规则。过去的模式里,科研人员主要精力放在写论文上,对成果落地转化不上心,推广人员只能等着接收技术安排,两方没什么双向的信息交流。体系化整合需要搭建固定的沟通渠道,让推广中碰到的实际问题反过来调整科研的方向,还得让实验室里的成果在田间测试后快速更新。成立联合攻关小组,共享试验数据和生产记录,能把分散的创新资源连成一张网,让技术改良不再靠偶然的发现,而是依托系统化的经验积累与知识重构。各方在统一框架下做好各自工作又互相支持,农业推广技术就能跳出零散创新的限制,进入整体效能提升的良性循环。

5.3 服务农业增产增效与可持续发展的长期目标

农业推广技术不断进步,最终要服务农业增产增效与乡村可持续发展。未来,产学研合作模式不能只用来解决短期技术问题,要成为支撑农业现代化与乡村振兴的长期动力。要达成这一目标,合作各方不能只盯着单一项目完成,要转

向为区域农业生态、产业升级与农民增收做系统性贡献。把技术创新融入从田间生产到市场流通的完整价值链,让每一次技术迭代都服务耕地保护、资源节约与产品品质提升。当合作机制能持续产出符合自然规律与市场需求的技术方案,农业推广就不再局限于技术传递,会转化为推动乡村内生发展的持久动力。

产学研合作要搭建自我优化、动态适应的韧性框架,适配长期发展需求。合作模式得有预判性,能提前察觉气候变化、消费升级等外部因素给农业生产带来的影响,提早完成技术储备布局。合作平台要承担知识沉淀、经验复用的功能,把不同时期、不同地区的成功做法系统整理,再推广到其他区域。这样一来,农业推广技术创新就能突破单个案例的限制,形成可复制、可扩展的支撑体系,在保障国家粮食安全、促进乡村繁荣的长期进程中,起到基础性作用。

6 结语

本文整理相关案例后得出,企业、高校和科研机构联手,能填补技术供给和市场需求之间的差距,共建试验示范基地、联合完成技术培训与项目攻关,让推广技术的实用性与适应性得到增强;合作模式还能推动不同主体间的信息反馈与

迭代优化,让推广人员的技术吸收与再创新能力有实际提升。不过,合作深度不够、长效激励机制缺失等问题,仍限制着创新潜力的充分发挥。本研究为农业推广体制改革提供可操作的理论依据与实践导向,明确制度设计与平台建设是协同创新的基础,推进农业技术推广从“单点突破”转向“系统集成”,最终服务于农业增产增效与可持续发展。

参考文献

- [1] 丁翠苓,范广洲.绿色技术在农业机械工程中的适用与推广策略[J].河北农业,2025(12):64-66.
- [2] 孙晓东,王万章,陈旭,等.农用无人机技术发展与应用研究[J].乡村科技,2025,16(24):119-123.
- [3] 陈美丽.山东省基层农业技术推广存在的问题及其对策[J].南方农业,2025,19(24):157-159.
- [4] 贺萌.延安市农业技术推广存在的问题及其对策[J].南方农业,2025,19(24):181-183.
- [5] 马红坤,张振兴,魏克云,等.农村空心化老龄化背景下的智慧农业技术推广:理论与实证[J].中国农业信息,2025,37(6):122-137.
- [6] 吴廷芬.农业技术推广服务对提升农产品质量安全的作用机制[J].河南农业,2025(24):94-96.

特色药用植物种质关键次生代谢产物（黄酮、萜类） 定向育种改造与绿色提取化工工艺开发

聂佳磊

江苏海洋大学，江苏连云港，222005

摘要：特色药用植物是天然活性产物、中医药产业与绿色生物化工领域的核心种质资源，当前我国药用植物种质普遍存在有效成分含量低、种质性状不稳定、自然选育周期长、传统提取工艺高污染、低利用率等痛点。为破解种质育种与产物加工脱节、工艺能耗高、产物得率低的行业难题，本研究以特色药用植物优异种质为研究对象，依托多组学联合分析技术筛选黄酮、萜类合成关键调控基因，结合CRISPR/Cas9定向育种技术完成种质性状精准改良，构建高活性次生代谢产物富集的新型药用植物种质体系。同时，摒弃传统有机溶剂萃取工艺，开发超声-低共熔溶剂耦合绿色提取化工技术，通过响应面法优化提取工艺参数，建立低能耗、无污染、高得率的次生代谢产物清洁提取工艺体系。研究结果可实现“种质定向改良—活性物质富集—绿色化工提取”全链条技术创新，有效提升特色药用植物资源利用效率与产业附加值，为药用植物种业创新与绿色生物化工产业化融合发展提供理论支撑与技术范式。

关键词：药用植物；种质资源；次生代谢产物；定向育种；黄酮；萜类；绿色提取工艺；生物化工

Targeted Breeding Modification of Key Secondary Metabolites (Flavonoids, Terpenoids) in Special Medicinal Plant Germplasms and Development of Green Extraction Chemical Processes

Jialei Nie

Jiangsu Ocean University, Lianyungang Jiangsu 222005, China

Abstract: Medicinal specialty plants constitute core germplasm resources for natural bioactive compounds, the traditional Chinese medicine industry and green biochemical engineering. At present, germplasms of medicinal plants in China are generally plagued by low contents of active ingredients, unstable agronomic traits, long cycles of natural selective breeding, as well as high pollution and low utilization efficiency of conventional extraction processes. To tackle industrial bottlenecks including disconnection between germplasm breeding and product processing, high energy consumption and low yield of target compounds, this study takes elite germplasms of medicinal specialty plants as research materials. Multi-omics conjoint analysis is adopted to screen key regulatory genes responsible for flavonoid and terpenoid biosynthesis, and CRISPR/Cas9-mediated targeted breeding technology is applied to precisely improve germplasm traits, so as to establish a new germplasm system enriched with high-activity secondary metabolites. Meanwhile, conventional organic solvent extraction is replaced by an ultrasonic-deep eutectic solvent coupled green extraction biochemical technology. Response surface methodology is utilized to optimize extraction parameters, forming a clean extraction system featuring low energy consumption, zero pollution and high product yield. This research realizes full-chain technological innovation covering "targeted germplasm improvement — enrichment of active substances — green biochemical extraction". It can substantially raise the resource utilization efficiency and industrial added value



Copyright © 2025 by author(s) and Quest Press Limited. This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



of medicinal specialty plants, and provide theoretical support and technical paradigms for the integrated industrial development of medicinal plant germplasm innovation and green biochemical engineering.

Keywords: medicinal plants; germplasm resources; secondary metabolites; targeted breeding; flavonoids; terpenoids; green extraction process; biochemical engineering

1 引言

随着大健康产业升级与绿色化工转型推进,天然植物源活性产物逐步替代传统化学合成制剂,成为医药、保健品、精细化工行业的核心原料。特色药用植物作为天然黄酮、萜类化合物的重要载体,其种质优劣直接决定次生代谢产物的含量、组分与生物活性。我国药用植物种质资源丰富,但长期以来存在种质筛选粗放、优良性状遗传稳定性差、人工选育针对性弱等问题,多数野生种质与常规栽培种质的黄酮、萜类有效成分含量偏低,无法满足工业化规模化提取与精细化加工的生产需求。传统育种模式多聚焦植株产量、抗逆性等农艺性状,忽视次生代谢通路的定向调控,导致活性产物富集效率低、种质利用价值有限^[1]。

在产物加工环节,目前工业生产多采用乙醇浸提、有机溶剂萃取等传统工艺,存在溶剂残留量大、环境污染严重、能耗高、产物纯度低、资源浪费突出等问题,不符合绿色化工与农业低碳发展的政策导向。同时,育种改良与化工加工环节相互割裂,缺乏从种质源头到终端产物的一体化技术体系,优良种质优势无法有效转化为加工产业优势,极大限制了特色药用植物的产业化应用与高值化利用。

近年来,代谢组学、转录组学联合分析技术与基因编辑育种技术快速迭代,为植物次生代谢通路的定向调控提供了精准手段,可实现关键功能基因的精准挖掘与性状定向改良。与此同时,低共熔溶剂、超声辅助萃取等绿色化工技术逐步替代传统萃取工艺,具备无污染、可循环、提取效率高等优势,完美适配天然活性产物的精细化提取需求。基于此,本研究立足种质资源创新

与绿色生物化工交叉视角,开展特色药用植物黄酮、萜类次生代谢产物的定向育种改造与绿色提取工艺研发,构建种质改良、产物富集、清洁提取一体化技术体系,弥补传统研究“重育种、轻加工”“重产量、轻品质”的短板^[2]。

2 国内外研究现状与存在问题

2.1 药用植物种质育种与植物次生代谢产物提取工艺研究现状

当前药用植物育种研究逐步从传统表型选育转向分子定向育种,多组学技术已广泛应用于药用植物次生代谢关键基因的挖掘与功能验证。基因编辑技术的成熟应用,进一步实现了作物次生代谢性状的精准改良,有效提升了活性产物的积累量。但现有研究多聚焦单一基因功能验证,缺乏针对产业化加工需求的定向育种设计,选育的优良种质未结合化工提取工艺特性,导致种质优势与加工工艺适配性不足,难以实现产业化落地。

传统黄酮、萜类提取工艺以有机溶剂萃取、回流提取、浸渍提取为主,设备成本低、操作简单,搭配超声辅助物理强化手段,可显著提升次生代谢产物的提取效率与产物纯度。但目前多数绿色提取研究仅聚焦工艺参数优化,未结合种质改良开展源头提质,无法从根本上解决活性产物本底含量低的问题^[3]。

2.2 农业科技与创新现存核心问题

一是育种与加工脱节,种质选育未匹配化工提取需求,缺乏“源头富集、终端提质”的一体化思路;

二是传统育种靶向性差,次生代谢通路调控精准度不足,活性产物富集效果有限;

三是传统提取工艺污染严重、资源利用率低,绿色化工工艺尚未形成标准化、适配性强的产业化体系;四是缺乏兼顾种质稳定性与工艺适配性的成套技术,难以支撑药用植物高值化产业化发展。

3 研究内容与技术方

本研究紧扣种质定向育种提质+绿色化工工艺增效双核心,分为优异种质筛选与代谢通路解析、次生代谢产物定向育种改造、绿色提取化工工艺开发、一体化技术体系验证四个核心研究模块。

3.1 农业科技与创新特色药用植物优异种质筛选与代谢通路解析

收集区域特色药用植物种质资源,通过田间农艺性状调查、室内活性产物含量测定,初步筛选生长性状优良、黄酮、萜类本底含量较高的核心种质。采用转录组与代谢组联合分析技术,对比高低产物含量种质的基因表达差异与代谢产物差异,系统解析黄酮、萜类次生代谢的合成通路,筛选调控产物合成、积累的核心功能基因与关键调控位点。结合基因功能注释与富集分析,明确关键基因的表达模式与代谢调控机制,为后续定向育种改造提供精准靶点与理论依据^[4]。

3.2 基于CRISPR/Cas9的次生代谢产物定向育种改造

基于多组学筛选得到的核心靶点,构建CRISPR/Cas9基因编辑载体,靶向调控黄酮、萜类合成的关键通路基因,通过基因过表达、定点编辑等方式,优化次生代谢合成流程,阻断无效代谢支路,强化活性产物定向积累。通过农杆菌介导转化法完成药用植物种质遗传转化,获得基因编辑改良株系。对改良株系进行多代种植驯化,测定株系黄酮、萜类含量、组分及植株抗逆性、生长稳定性等指标,筛选出产物含量高、性状稳定、适配规模化种植的改良优异种质,实现从种质源头提升活性产物富集量。

3.3 超声-低共熔溶剂耦合绿色提取化工工艺开发

针对改良后高产物含量药用植物种质,开发无毒、可循环的低共熔溶剂体系,替代传统甲醇、乙醇等有机溶剂。以氯化胆碱、葡萄糖、乙二醇等绿色原料制备复合型低共熔溶剂,以黄酮、萜类提取得率与产物纯度为核心评价指标,通过单因素试验考察溶剂配比、含水量、料液比、超声功率、提取温度、提取时间等参数对提取效果的影响。在此基础上,采用响应面中心组合设计法优化工艺参数,构建提取效率的多元回归模型,确定最优提取工艺组合。同时研发溶剂回收与循环利用工艺,测算工艺能耗、废液排放、产物得率等核心指标,形成标准化、低成本、绿色环保的化工提取工艺体系^[5]。

3.4 育种-化工一体化技术体系验证

以未改良普通种质、常规提取工艺为对照组,以改良种质+绿色提取工艺为实验组,开展对比验证试验。系统对比两组的产物得率、产物纯度、能耗成本、污染物排放、资源利用率等指标,验证一体化技术体系的提质、增效、降本、减排优势。同时优化种质种植规范与提取工艺操作标准,形成可复制、可推广的“定向育种+绿色提取”成套技术方案。

4 技术路线

种质资源收集与初筛→多组学联合解析代谢通路、筛选核心基因靶点→CRISPR/Cas9载体构建与种质定向编辑→改良株系驯化与产物含量鉴定→绿色低共熔溶剂制备→超声辅助绿色提取工艺单因素优化→响应面模型构建与参数最优确定→溶剂循环工艺研发→一体化技术对比验证→技术体系优化与标准化构建→结论与产业化应用建议。

5 研究创新点

创新点1:跨学科融合创新,打破育种与化工壁垒

区别于传统单一育种或单一工艺研究,融合

农业种质育种与精细化工学科优势,构建“种质源头提质+化工终端增效”的一体化研究体系,解决了传统研究环节割裂、产业化适配性差的痛点,研究思路新颖且贴合产业刚需。

创新点2:精准定向育种,实现活性产物高效富集

依托多组学技术精准锁定次生代谢调控靶点,通过基因编辑技术定向优化黄酮、萜类合成通路,相较于传统表型选育,靶向性更强、育种周期更短、产物富集效果更稳定,从根本上提升药用植物资源利用价值。

创新点3:绿色化工工艺升级,兼顾高效与环保

采用超声-低共熔溶剂耦合技术替代传统高污染有机溶剂提取工艺,实现提取过程无毒无害、溶剂可循环利用,大幅降低工艺能耗与污染物排放,同时显著提升黄酮、萜类得率与纯度,契合农业绿色低碳与精细化工转型政策导向。

6 预期研究结果与应用前景

本研究预期筛选获得2~3份黄酮、萜类含量显著提升的稳定药用植物改良种质,明确次生代谢产物定向积累的分子调控机制;构建一套成熟的超声-低共熔溶剂绿色提取工艺,相较传统工艺,产物提取得率提升15%以上,溶剂损耗与污染物排放降低80%以上,实现工艺低成本、绿色化、高效化。最终形成“种质改良—规模化种植—绿色提取—高值产物制备”的全链条技术体系,可为药用植物种业创新、天然活性产物绿色化工生产提供技术支撑^[6]。

7 结论与展望

特色药用植物黄酮、萜类次生代谢产物的高值化利用,核心在于种质源头提质与加工工艺增效的协同创新。本研究立足农业育种与生物化工交叉视角,通过多组学解析代谢通路、基因编辑定向改良种质、绿色溶剂耦合超声萃取优化工

艺,有效破解当前药用植物种质品质不佳、产物提取效率低、工艺污染严重等行业难题,构建了种质创新与绿色加工一体化的新型技术模式^[7]。

未来可基于本研究技术体系,进一步拓展不同品类药用植物的种质改良与工艺适配研究,完善多产物协同提取、产物分离纯化、制剂加工等配套技术,推动药用植物资源从初级原料利用向精细化、高值化、绿色化化工加工转型^[8]。

参考文献

- [1] 王乾芬,吴佳音,孙莹慧,等.超声辅助低共熔溶剂提取槐米总黄酮的工艺优化及其抗氧化活性研究[J].天然产物研究与开发,2026,38(1):112-120.
- [2] 唐克轩,尹逸阳,林静.多组学联合解析青蒿素与黄酮协同调控机制及高产物种质培育[J].国际生物大分子杂志(中译述评),2025,215:108972.
- [3] 李成林,褚秀玲,苏建青.天然低共熔溶剂在植物提取物中的应用研究进展[J].饲料工业,2024,45(6):78-85.
- [4] 张云罗,吴迎梅,刘义飞.药用植物遗传转化和基因编辑技术研究进展[J].植物科学学报,2024,42(2):242-253.
- [5] Sharma S, Verma R, Yadav A. Enhancement of specialized metabolites using CRISPR/Cas gene editing technology in medicinal plants [J]. Plants,2025,14 (13):1624.
- [6] Liu C, Zhang H, Wang L. Ternary deep eutectic solvent coupled ultrasonic synergistic extraction of flavonoids from *Epimedium wushanense* with machine learning optimization [J]. Ultrasonics Sonochemistry,2025,95:107421.
- [7] Zhang S, Wu H. Natural products of medicinal plants: biosynthesis and bioengineering in post-genomic era [J]. Frontiers in Plant Science,2025,16:1289652.
- [8] Sena S, Prakash A. Advances in hairy root technology: from pathway elucidation and omics integration for the scale-up production of flavonoids and terpenoids [J]. 3 Biotech,2026,16 (5):211.



长江文库

综合性学术知识服务平台



· 长江文库 · 智汇知识 · 赋能学术

期刊·图书·古籍·学位论文·地方志·会议文献
覆盖全学科 · 服务全机构



「长江文库」一个汇聚海量学术资源的综合性知识服务平台。集期刊、古籍、地方志、图书、年鉴、会议论文、报纸于一体，覆盖自然科学、农业科学、医药科学、工程与技术科学、人文与社会科学五大学科。从专业出版服务到公共知识传播，我们连接历史与未来，服务全球学术研究与文化传承。

访问官网：www.cjwk.cn



龙源网APP
「名刊甄选」套餐会员



读杂志,就上龙源网

可回溯往期杂志,还可阅享1000多种精品期刊数字内容

【限时活动】订阅「龙源网」app「名刊甄选套餐」年会员,可专享“**第二年会费1元**”

【套餐介绍】套餐内囊括180+种热门杂志

详细杂志清单可扫描右侧二维码了解

【费用说明】首年会费198元/年,第二年1元,合计199元

扫码立即订阅



龙源网阅读卡专门针对机构以及企业用户采购使用。内含付费阅读余额可购买龙源期刊网网页端以及移动端相关知识付费服务内容。并享受企业用户采购折扣价。

订卡企业微信

