

01
2026



世界农业经济研究

RESEARCH ON WORLD AGRICULTURAL ECONOMY

Volume 7 Issue 1 March 2026 ISSN 2737-4858(Print) 2737-4866(Online)



世界农业经济研究 RESEARCH ON WORLD AGRICULTURAL ECONOMY

Volume 7 Issue 1 March 2026 ISSN 2737-4858(Print) 2737-4866(Online)



Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.

Tel:+65 65881289

E-mail:contact@nassg.org

Add.:12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819



中文刊名：世界农业经济研究

ISSN: 2737-4858 (纸质) 2737-4866 (网络)

出版语言：华文

期刊网址：<http://journals.nassg.org/index.php/rwae-cn>

出版社名称：新加坡南洋科学院

Serial Title: Research on World Agricultural Economy

ISSN: 2737-4858 (Print) 2737-4866 (Online)

Language: Chinese

URL: <http://journals.nassg.org/index.php/rwae-cn>

Publisher: Nan Yang Academy of Sciences Pte. Ltd.

《世界农业经济研究》征稿函

Database Inclusion



Google Scholar



Crossref



China National Knowledge Infrastructure

版权声明/Copyright

南洋科学院出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据Creative Commons国际署名—非商业使用4.0版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归南洋科学院所有。

All articles and any accompanying materials published by NASS Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). NASS Publishing reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.
12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819

Email: info@nassg.org

Tel: +65-65881289

Website: <http://www.nassg.org>



期刊概况：

中文刊名：世界农业经济研究

ISSN: 2737-4858 (Print) 2737-4866 (Online)

出版语言：华文刊

期刊网址：<http://journals.nassg.org/index.php/rwae-cn>

出版社名称：新加坡南洋科学院

出版格式要求：

- 稿件格式：Microsoft Word
- 稿件长度：字符数（计空格）4500以上；图表核算200字符
- 测量单位：国际单位
- 论文出版格式：Adobe PDF
- 参考文献：温哥华体例

出刊及存档：

- 电子版出刊（公司期刊网页上）
- 纸质版出刊
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 中国知网（CNKI）、谷歌学术（Google Scholar）等数据库收录
- 文章能够在数据库进行网上检索

作者权益：

- 期刊为 OA 期刊，但作者拥有文章的版权；
- 所发表文章能够被分享、再次使用并免费归档；
- 以开放获取为指导方针，期刊将成为极具影响力的国际期刊；
- 为作者提供即时审稿服务，即在确保文字质量最优的前提下，在最短时间内完成审稿流程。

评审过程：

编辑部和主编根据期刊的收录范围，组织编委团队中同领域的专家评审员对文章进行评审，并选取专业的高质量稿件进行编辑、校对、排版、刊登，提供高效、快捷、专业的出版平台。

世界农业经济研究

Research on World Agricultural Economy

主 编

Editor-in-Chief

孙 成

Cheng Sun

世界生产率科联中国分会执行主席

Executive Chairman, World Confederation of Productivity Science China Center

联合国国际信息发展组织学术委员会首席科学家

Chief Scientist, International Development Information Organization, UN ECOSOC

国际院士联合体执委会主席

Executive Committee Chairman, International Association of Academicians

编委会顾问

Editorial Consultants

印遇龙 中国工程院院士

Yulong Yin Academician, Chinese Academy of Engineering

匡廷云 中国科学院院士

Tingyun Kuang Academician, Chinese Academy of Sciences

编 委

Editorial Board

张正斌 中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心

Zhengbin Zhang Agricultural Resources Research Center, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences

王治国 中国科学技术协会

Zhiguo Wang China Association for Science and Technology

章力建 中国农业科学院

Lijian Zhang Chinese Academy of Agricultural Sciences

黄晓勇 中国社会科学院国际能源安全研究中心

Xiaoyong Huang Research Center for International Energy Security, Chinese Academy of Social Sciences

梅汝鸿 中国农业大学

Ruhong Mei China Agricultural University

黄治中 山东高端科技工程研究院

Zhizhong Huang Shandong High-end Technology Engineering Research Institute

李云彪 吉林省科技信息研究所; 吉林大学

Yunbiao Li Jilin Province Science and Technology Information Research Institute; Jilin University

梁鸣早 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

Mingzao Liang Institute of Agricultural Resources and Agricultural Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences

申 琳 中国农业大学

Lin Shen China Agricultural University

张建平 商务部国际贸易经济合作研究院

Jianping Zhang Institute of International Trade and Economic Cooperation, Ministry of Commerce

张秀菊 湖南省农业科学院农业环境生态研究所

Xiuju Zhang Institute of Agricultural Environmental Ecology, Hunan Academy of Agricultural Sciences

张淑香 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

Shuxiang Zhang Institute of Agricultural Resources and Agricultural Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences

张春雷 中国农业科学院油料作物研究所

Chunlei Zhang Oil Crops Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Science

赵学军 河北百斗嘉肥料有限公司

Xuejun Zhao Hebei Baidoujia Fertilizer Co., Ltd

总 编 辑: 李 青

责任编辑: 安梦飞

封面设计: 梁 晓

排 版: 范梦娇

官网二维码:



邮箱: rwae@nassg.org

热线: +65 65881289

地址: 12 Eu Tong Sen Street

#07 - 169 Singapore 059819

- 1 基于农业生态平衡的贞丰县烟草栽培田间管理技术体系构建
/ 杨吉平
- 4 孜然套种（复播）技术探讨
/ 李龙书 竇保乾
- 7 设施蔬菜水肥一体化精准种植技术的提质增效机制研究
/ 韩繁旺
- 10 化学农药减施背景下作物综合植保技术体系的集成与示范
/ 赵丽娟
- 13 速生丰产林病虫害绿色防控技术体系构建与应用效果评估
/ 吴金玲 李秋霞
- 16 共同富裕视阈下农村集体经济组织收益分配问题研究
/ 齐伟 王新栋
- 19 设施蔬菜种植中病虫害绿色防控与精细化管理模式构建
/ 朱静丽
- 22 关于野生细鳞鲑评估鉴定的调研报告
/ 刘明滋
- 25 基于产学研合作视角的农业科技成果“最后一公里”转化机制研究
/ 威玮
- 28 楚雄州禄丰市国有林场——林下经济规范化发展的困境与优化对策探究
/ 刘屏
- 31 农民权益保障视角下农产品产业链的法律完善——基于承德沙棘产业的实证分析
/ 杨曼 张绮璇 李佳欣 刘玉洁
- 35 城市公园常见病虫害绿色防控技术在绿化养护中的应用
/ 刘涛
- 38 乡镇养殖场鸡群育雏期饲养管理及疫病防控研究
/ 于自民
- 41 易门县林下种植业发展研究与实践
/ 冯跃辉
- 45 气候变化背景下主要粮食作物病虫害发生规律及综合防治策略
/ 刘书敏 陶峰 楚天元 杨志兵 崔晓日
- 48 基于东安县石漠化治理人工造林分空间结构及多样性分布特征分析
/ 张卫东 张建平 蒋学军
- 55 园林废弃物堆肥处理对土壤理化性质的改良作用——以落叶和修剪枝条为例
/ 赵永云
- 58 高寒地区青稞抗逆品种选育与栽培技术优化研究
/ 姜加成
- 61 林业工程建设中高效育苗技术的推广与成效分析
/ 徐维生
- 64 徐家寨 S2024R70 杂交玉米制种田田间实操技术
/ 作艳梅
- 68 农村小学生源流失动因与应对策略——基于河北省 C 市某小学的个案研究
/ 高鑫杨
- 71 华坪县蚕桑产业高质量发展路径研究
/ 付定舟
- 74 佛单系列玉米新品种选育与应用研究
/ 王文菊
- 78 国有林场多功能森林管理体系构建
/ 邹位锡 李继超
- 81 深化气象服务，赋能现代农业
/ 叶思成
- 84 牦牛同期发情 + 人工授精技术在生产中的应用与推广对策
/ 尼加提·阿不力米提
- 87 乡村振兴背景下科技助农与电商销售融合的产业发展模式研究——以云南德宏小粒咖啡产业“彩云咖梦”项目为例
/ 张思怡 殷桥
- 90 玉米高产优质种植新技术推广应用与病虫害防控探讨
/ 任永峰
- 93 海南自贸港封关后植物检疫面临的形势和挑战
/ 吴晓颖
- 96 林业科技推广对生态林业建设的推动作用探究
/ 王丽萍
- 99 退耕地植物群落演替特征研究综述
/ 袁燕
- 102 乡村振兴导向下的乡村国土空间规划与自然资源集约利用
/ 何立鹏
- 105 贵州山区黑山羊由放养转为圈养的适应性调控技术研究
/ 刘宇杰
- 108 2025 年肇州县基层农技推广体系改革与建设任务实施技术分析报告
/ 郑若刚
- 112 道地秦药元胡种植技术创新与产业赋能实践——基于

- 砂壤育珍项目的研究
/ 邹婷婷 衡春志 王珍
- 115 玉米螟绿色防控技术集成及对产量损失的挽回效果研究
/ 王晓东
- 118 不同地理种源林木在相同环境下的生长表现与适应性差异
/ 张玉娟
- 121 鸡鸭养殖粪污资源化利用对土壤生态修复的经济效益研究
/ 邹晓芬
- 124 农业生产设施确权登记与抵押贷款试点的实践探索与启示
/ 黄宗玉
- 127 气候变化背景下牦牛呼吸道疾病发病率变化及应对策略
/ 仁青先吉
- 130 安徽太湖山地复合农业系统开发利用的构思
/ 朱剑文
- 134 长期秸秆还田配施化肥对潮土有机碳组分及作物产量的影响
/ 赵俊锋
- 137 林业病虫害发生特点剖析及生态防治适应性策略
/ 吴杰
- 140 云南罗平小黄姜水肥一体化技术集成与推广应用
/ 胡峻 张培竹 杨家明 陈芳 李关兰
- 143 石屏县国有林场林下经济发展模式及效益分析
/ 黄保德
- 147 罗平县玉米罗单 297 肥料配比筛选试验研究
/ 李关兰 胡峻 杨家明 涂兴城 张培竹
- 150 气候变化下农作物抗逆栽培技术创新与推广研究
/ 马福元
- 153 “国宝经济”视域下林业生态价值转化与高质量发展路径研究
/ 毛文丽
- 156 气候变化视角下育苗经营的风险防控与适应性策略
/ 牛雪峰
- 159 生物防控技术在育苗经营中的应用效果与推广策略
/ 王超
- 162 马铃薯主要病虫害绿色综合防治技术研究与应用
/ 曹艳花
- 165 燕麦常见病虫害发生规律及高效防控技术体系构建
/ 柴海梅
- 168 稻田综合种养生态效益与养殖效益协同提升研究
/ 李万祈
- 171 生态农业旅游发展与农业经济优化：问题、价值与可持续发展策略
/ 李万青
- 174 绿色养殖模式下畜牧环境保护问题与对策研究
/ 那仁格日勒
- 177 智慧农业数据产权界定、价值评估与收益分配机制研究
/ 李春玲 韩宇
- 182 肉苁蓉生理机能研究
/ 刘晓佳
- 191 新型农技推广模式对提升小农户农业生产效率的作用机制
/ 张虎胜
- 194 盐津县口蹄疫流行病学调查报告
/ 陈静 陈英

- 1 Construction of Field Management Technology System for Tobacco Cultivation in Zhenfeng County Based on Agricultural Ecological Balance / Jiping Yang
- 4 Discussion on the Technology of Cumin Intercropping (Re-planting) / Longshu Li Baoqian Dou
- 7 Research on Quality Enhancement Mechanism of Precision Water-Fertilizer Integrated Cultivation Technology for Protected Vegetable Production / Fanwang Han
- 10 Integration and Demonstration of Integrated Plant Protection Technology System under the Background of Chemical Pesticide Reduction / Lijuan Zhao
- 13 Construction and Application Effect Evaluation of Green Control Technology System for Diseases and Pests in Fast-growing and High-yield Forest / Jinling Wu Qiuxia Li
- 16 Research on the Income Distribution of Rural Collective Economic Organizations from the Perspective of Common Prosperity / Wei Qi Xindong Wang
- 19 Construction of Green Control and Fine Management Model for Pests and Diseases in Facility Vegetable Planting / Jingli Zhu
- 22 Research Report on the Evaluation and Identification of Wild Brook Trout / Mingzi Liu
- 25 Mechanisms for the Final-Stage Technology Transfer of Agricultural Innovations under Industry-University-Research Collaboration / Wei Wei
- 28 Standardized Development of Under-Forest Economy in State-Owned Forest Farm of Lufeng City, Chuxiong Prefecture: Challenges and Optimization Strategies / Ping Liu
- 31 Legal improvement of the agricultural industry chain from the perspective of farmers' rights and interests protection - based on the empirical analysis of Chengde sea buckthorn industry / Man Yang Qixuan Zhang Jiaxin Li Yujie Liu
- 35 Application of Green Pest Control Technologies in Urban Park Maintenance / Tao Liu
- 38 Study on Feeding Management and Disease Prevention and Control of Broiler Chickens in Rural Township Farms / Zimin Yu
- 41 Research and Practice on the Development of Underforest Planting Industry in Yimen County / Yuehui Feng
- 45 Occurrence regularity and integrated control strategy of major crop diseases and insect pests under climate change / Shumin Liu Feng Tao Tianyuan Chu Zhibing Yang Xiaori Cui
- 48 Analysis of spatial structure and diversity distribution characteristics of artificial afforestation forest based on rocky desertification control in Dong 'an County / Weidong Zhang Jianping Zhang Xuejun Jiang
- 55 The Effect of Urban Street Tree Shade on Microclimate Regulation-Taking Sycamore and Ginkgo as Examples / Yongyun Zhao
- 58 Study on Selection and Breeding of High-altitude Highland Barley Varieties and Optimization of Cultivation Techniques / Jiacheng Jiang
- 61 Promotion and Effect Analysis of High Efficiency Seedling Technology in Forestry Engineering Construction / Weisheng Xu
- 64 Field Practical Techniques for S2024R70 Hybrid Corn Seed Production in Xujiazhai / Yanmei Zuo
- 68 Why Rural Primary Schools Are Losing Students: A Case Study from Hebei Province and Strategies for Response / Xinyang Gao
- 71 Research on the High-quality Development Path of Sericulture Industry in Huaping County / Dingzhou Fu
- 74 Research on the Breeding and Application of New Corn Varieties in the Fodan Series / Wenju Wang
- 78 Construction of Multi-functional Forest Management System in State-owned Forest Farm / Weixi Zou Jichao Li
- 81 Deepen meteorological services and empower modern agriculture / Sicheng Ye
- 84 Application and Promotion Strategies of Yak Synchronous

- Estrus + Artificial Insemination Technology in Production / Nijiati Abulimiti
- 87 Research on the Industrial Development Model of Integrating Technology-Assisted Agriculture and E-commerce Sales under the Background of Rural Revitalization: A Case Study of the “Caiyun Coffee Dream” Project in Dehong, Yunnan Province / Siyi Zhang Qiao Yin
- 90 Discussion on the Application of High-yield and High-quality Corn Cultivation Technology and Pest Control / Yongfeng Ren
- 93 The Situation and Challenges of Plant Quarantine after the Closure of Hainan Free Trade Port / Xiaoying Wu
- 96 Exploration of the Promoting Role of Forestry Science and Technology Promotion in Ecological Forestry Construction / Liping Wang
- 99 A Review on the Succession Characteristics of Plant Communities in Returned Farmland / Yan Yuan
- 102 Rural Land Space Planning and Intensive Natural Resource Utilization under the Rural Revitalization Strategy / Lipeng He
- 105 Research on Adaptive Management Techniques for Transitioning Black Mountain Goats from Free-Raising to Confined Farming in Guizhou’s Mountainous Regions / Yujie Liu
- 108 Technical Analysis Report on the Implementation of Reform and Construction Tasks for the Grassroots Agricultural Technology Extension System in Zhaozhou County in 2025 / Ruogang Zheng
- 112 Innovation in Planting Technology and Industrial Empowerment Practice of Authentic Qin Medicine Yuanhu: A Study Based on the Sand Soil Cultivation Project / Tingting Zou Chunzhi Heng Zhen Wang
- 115 Integration of Green Control Technologies for Corn Borers and Their Effect on Compensating for Yield Losses / Xiaodong Wang
- 118 Differences in growth performance and adaptability of different geographical seed source trees under the same environment / Yujuan Zhang
- 121 Study on economic benefit of resource utilization of chicken manure for soil ecological restoration / Xiaofen Zou
- 124 Practical Exploration and Insights from the Pilot Program for Title Registration and Mortgage Financing of Agricultural Production Facilities / Zongyu Huang
- 127 Changes in incidence rate of respiratory diseases in yaks under the background of climate change and coping strategies / Ren qing xian ji
- 130 The Concept of Development and Utilization of the Anhui Taihu Mountain Complex Agricultural System / Jianwen Zhu
- 134 Effects of long-term straw returning to the field with chemical fertilizer on organic carbon components and crop yield in tidal soil / Junfeng Zhao
- 137 Analysis of occurrence characteristics of forest pests and diseases and adaptive strategies of ecological control / Jie Wu
- 140 Integration and Application of Water and Fertilizer Integration Technology of Small Yellow Ginger in Luoping County, Yunnan Province / Jun Hu Peizhu Zhang Jiaming Yang Fang Chen Guanlan Li
- 143 Economic Model and Benefit Analysis of Understory Economy in State-Owned Forest Farm of Shiping County / Baode Huang
- 147 Screening Experiment of Fertilizer Ratio of Maize Lousan 297 in Luoping County / Guanlan Li Jun Hu Jiaming Yang Xingcheng Tu Peizhu Zhang
- 150 Research on Innovation and Promotion of Resilient Crop Cultivation Technologies under Climate Change / Fuyuan Ma
- 153 Research on the Transformation of Forestry Ecological Value and High-Quality Development Pathways under the Perspective of “National Treasure Economy” / Wenli Mao
- 156 Risk Prevention and Adaptation Strategy of Seedling Management from the Perspective of Climate Change / Xuefeng Niu
- 159 Application Effect and Promotion Strategy of Biological

- Control Technology in Seedling Management
/ Chao Wang
- 162 Research and Application of Green Integrated Control
Technology for Major Diseases and Pests of Potato
/ Yanhua Cao
- 165 Occurrence regularity of common diseases and insect pests
of oats and construction of high efficient control technolo-
gy system
/ Haimei Chai
- 168 Research on the Synergistic Enhancement of Ecological
and Aquaculture Benefits in Integrated Rice-Paddy Farm-
ing Systems
/ Wanqi Li
- 171 Development of Ecological Agriculture Tourism and Opti-
mization of Agricultural Economy: Problems, Values and
Sustainable Development Strategies
/ Wanqing Li
- 174 Research on Environmental Protection Problems and
Countermeasures of Animal Husbandry under Green Culti-
vation Model
/ Naranggerle
- 177 Research on the Delineation of Property Rights, Value As-
sessment, and Revenue Distribution Mechanisms for Smart
Agriculture Data
/ Chunling Li Yu Han
- 182 Study on the Physiological Function of Cistanche deserti-
cola
/ Xiaojia Liu
- 191 The Mechanism of New Agricultural Technology Exten-
sion Models in Enhancing the Production Efficiency of
Smallholder Farmers
/ Husheng Zhang
- 194 Foot-and-Mouth Disease Epidemiological Survey Report
In Yanjin County
/ Jing Chen Ying Chen

Construction of Field Management Technology System for Tobacco Cultivation in Zhenfeng County Based on Agricultural Ecological Balance

Jiping Yang

Qianxinan Tobacco Company Zhenfeng County Branch, Zhenfeng, Guizhou, 562400, China

Abstract

Tobacco field management is a key link in determining tobacco yield and quality, and its technical model is directly related to industrial benefits and agricultural ecological balance. Zhenfeng County has a long history of tobacco cultivation and has formed a large-scale layout. However, the existing field management model has many prominent shortcomings in the ecological dimension, which seriously affects the long-term development of the industry. Based on this, this study takes agricultural ecological balance as the core orientation, focuses on the current situation and pain points of tobacco cultivation field management in Zhenfeng County, systematically explores integrated technical paths such as ecological water and fertilizer management, green pest and disease prevention and control, soil ecological restoration, field ecological optimization configuration, and technical promotion guarantee, aiming to construct a scientifically adapted field management technology system, and provide theoretical and practical support for promoting the ecological transformation of the local tobacco industry and achieving a win-win situation of economic and ecological benefits.

Keywords

agricultural ecology; Zhenfeng County; Tobacco cultivation

基于农业生态平衡的贞丰县烟草栽培田间管理技术体系构建

杨吉平

黔西南州烟草公司贞丰县分公司, 中国·贵州 贞丰 562400

摘要

烟草田间管理是决定烟叶产量与品质的关键环节,其技术模式直接关联产业效益与农业生态平衡。贞丰县烟草种植历史悠久,已形成规模化布局,但现有田间管理模式在生态维度存在诸多突出短板,严重影响产业长效发展。基于此,本研究以农业生态平衡为核心导向,聚焦贞丰县烟草栽培田间管理现状与痛点,系统探索生态化水肥管理、绿色病虫害防控、土壤生态修复、田间生态优化配置及技术推广保障等一体化技术路径,旨在构建科学适配的田间管理技术体系,为推动当地烟草产业生态化转型、实现经济效益与生态效益双赢提供理论与实践支撑。

关键词

农业生态; 贞丰县; 烟草栽培

1 引言

当前,农业生态化转型已成为保障产业可持续发展的核心导向。贞丰县作为烟草种植优势区域,烟草产业是当地农业经济的支柱,对农户增收具有重要支撑作用。但随着种植年限延长,蔬菜地、生姜地流转种植烤烟,当地烟田普遍面临化肥过量施用、病虫害防治单一、土壤退化、田间生态调控缺失等问题,既制约烟叶品质提升,也破坏农业生态平衡。在此背景下,如何立足贞丰县自然禀赋,构建兼顾产业

效益与生态保护的烟草栽培田间管理技术体系,破解现有生态困境,推动烟草产业绿色可持续发展,成为当前亟待解决的现实课题,这也为本次研究提供了核心契机与价值导向。

2 贞丰县烟草栽培田间管理现状

2.1 现有管理基础和成效

贞丰县烟草种植已形成规模化布局,主栽品种适配当地气候土壤条件,在北盘江、者相、龙场、长田、平街、珉谷街道等核心产区构建了相对集中的田间管理格局。当前产区普遍应用标准化整地、规范化移栽等基础技术,水肥管理以常规施肥与水溶肥为主,病虫害防治形成了基础防控流程,核心管理措施落实覆盖率较高。现有管理模式下,烟草

【作者简介】杨吉平(1989-),男,中国云南曲靖人,本科,助理农艺师,从事烟草栽培研究。

产量保持稳定区间,品质符合区域特色烟标准,成为当地农业主导产业之一,有效带动了种植户增收及产业链延伸。基层已建立层级化技术推广网络,通过农技人员下乡指导、合作社集中服务等方式提升农户管理技能,各类烟草专业合作社在统一耕作、物资统供、技术统推等田间管理环节发挥了重要协同作用,为产业发展奠定了坚实基础。

2.2 存在问题

贞丰县烟草田间管理在生态平衡维度存在诸多突出问题。

水肥管理层面,化肥过量施用现象普遍,长期单一依赖化学肥料导致土壤板结加剧,土壤养分失衡问题凸显;灌溉方式以常规施肥与水溶肥为主,不仅造成水资源严重浪费,部分区域还因水分调控不当引发土壤次生盐渍化。

病虫害防治存在明显单一化弊端,农户过度依赖化学农药防控,既导致农田生物多样性持续下降,破坏了自然天敌与病虫害的生态平衡,还使病虫害抗药性逐年增强,农药残留通过土壤、水体扩散影响周边生态环境,同时威胁烟草产品安全。

土壤生态退化问题突出,长期连作模式引发的连作障碍日益显现,土壤微生物群落结构失衡,有益菌群数量减少,耕地保肥保水能力弱化,质量逐年下滑。

田间生态调控措施严重缺失,烟田周边未构建针对性生态缓冲带,缺乏伴生植物合理配置等生态优化手段,导致农田生态系统稳定性差,抗干扰能力薄弱。

技术体系呈现碎片化特征,现有管理技术未与生态平衡目标形成系统性融合,整地、水肥、病虫害防治等各环节措施衔接性不足,且农户生态种植意识薄弱,难以主动践行生态化管理要求,制约了产业生态可持续发展。

3 贞丰县烟草栽培田间管理技术体系构建路径

3.1 生态化水肥管理技术体系构建

生态化水肥管理技术体系构建是贞丰县烟草栽培田间生态平衡维护的核心环节,需立足产区土壤与水资源禀赋,通过精准化、循环化、节水化技术集成,实现水肥资源高效利用与土壤生态保护的协同推进。土壤肥力精准诊断与分区施策是体系构建的基础,需全面开展贞丰县烟草种植区土壤采样检测,系统梳理不同产区土壤有机质、氮磷钾及中微量元素含量差异,建立覆盖核心产区的土壤养分数据库。基于数据库精准划分肥力等级区域,针对性制定测土配方施肥方案,避免盲目施肥,确保肥料养分与烟草生长需求精准匹配,从源头改善土壤养分失衡状况。

有机肥替代与养分循环利用是提升土壤生态活力的关键举措。重点推广增施有机肥减少无机肥技术,通过增施有机肥减少无机肥等方式增加烟田有机养分,同时结合产区实际推行绿肥种植模式,筛选适配烟田的绿肥品种,在烟草非种植季种植绿肥并翻压还田,提升土壤有机质含量。构建“绿

肥-农家肥”的田间养分循环体系,改善土壤结构。

节水灌溉技术集成需兼顾水资源高效利用与水肥协同调控。结合贞丰县不同烟区水资源分布差异,分类推广节水灌溉模式:积极推广滴灌技术,实现水肥精准滴灌供给;同步配套水肥一体化技术,将可溶性肥料与灌溉水精准融合,通过灌溉系统直达烟草根系区域,既减少水资源浪费,又提高肥料利用率,规避传统粗放灌溉引发的土壤次生盐渍化问题,筑牢烟草田间生态化管理的水肥基础^[1]。

3.2 绿色病虫害综合防控技术体系构建

绿色病虫害综合防控技术体系构建是维系贞丰县烟草田间生态平衡、保障烟叶品质安全的关键支撑,需构建“农业防控为基础、生物防控为核心、物理防控为辅助、化学防控为补充”的协同防控格局,实现病虫害防控与生态保护的良性互动。农业防控作为基础环节,需从种植源头筑牢防线:优化烟田种植布局,避免连片重茬导致病虫集中爆发;推行烟粮、烟豆轮作倒茬模式,打破病虫害生存繁殖周期;筛选适配贞丰县生态条件的抗逆品种,提升烟草自身抗病虫能力;严格落实田园清洁措施,及时清除病叶、残株及杂草,减少病虫越冬越夏场所,从根源压缩病虫源基数。

生物防控是体系核心,重点依托自然生态平衡调控病虫害。推广天敌保护与利用技术,在烟田周边保留原生植被,营造瓢虫、草蛉等天敌栖息环境,通过自然天敌抑制蚜虫、粉虱等害虫种群数量;规范应用芽孢杆菌、苦参碱等生物农药,这类药剂兼具防控效果与生态安全性,可有效防治真菌性病害及部分鳞翅目害虫,减少化学药剂对田间生态系统的破坏。

辅以物理防控手段提升防控精准度,结合烟田病虫害发生规律,科学布设诱虫灯、黄板、性诱剂等物理诱杀设备。其中黄板可针对性诱杀蚜虫、蓟马等小型害虫,性诱剂能精准诱捕靶害虫雄虫,诱虫灯则适用于夜间活动的鳞翅目害虫,通过多元物理防控组合,大幅降低化学农药使用频次。

严格把控化学防控关口,建立农药筛选机制,优先选用低毒、低残留、环境友好型农药;结合病虫害监测数据制定精准用药方案,明确用药时机、剂量及喷施方式,避免盲目加大药量或随意扩大喷施范围,在保障防控效果的同时,最大限度降低化学农药对农田生态、土壤水体及烟叶品质的影响。

3.3 土壤生态修复与改良技术体系构建

土壤生态修复与改良是维系贞丰县烟草种植可持续性、筑牢田间生态平衡的核心基础,需针对烟田连作障碍突出、土壤结构退化等问题,构建“靶向治理-结构优化-动态调控”的一体化技术体系。连作障碍治理作为首要任务,需重点推广适配贞丰县烟田连作特点的秸秆生物反应堆技术,通过秸秆腐熟释放有机质与养分,同时改善土壤通气性;同步推广专用微生物菌剂改良技术,筛选适配本地土壤的功能菌群,补充土壤有益微生物数量,调节微生物群落结构失衡问题,

有效缓解连作引发的土壤肥力下降、病虫害滋生等危害。

土壤结构优化需强化耕作与施肥的协同配合，应结合烟田耕作周期，推行合理深耕措施，打破长期浅耕形成的犁底层，提升土壤通透性；在烟草生长关键期开展中耕松土，减少土壤板结，促进根系发育。同时，将土壤结构优化与有机肥施用深度融合，在深耕、中耕环节配套增施腐熟农家肥、绿肥翻压产物等有机物料，借助有机肥的胶结作用改善土壤团粒结构，提升土壤保水保肥能力，为烟草生长构建疏松肥沃的土壤环境^[2]。

耕地质量监测与动态调控是技术体系长效运行的保障。需在贞丰县核心烟区科学布设土壤质量长期监测点，覆盖不同耕作模式、不同肥力等级的烟田，重点监测土壤有机质含量、pH值、养分状况及微生物群落等核心指标。基于监测数据建立土壤质量评价体系，精准判断土壤生态状况，针对性调整改良措施——如对有机质不足的地块加大有机肥施用力度，对酸碱失衡的土壤实施精准调理，形成“监测-评价-调控”的闭环管理，实现土壤生态的持续优化与稳定提升。

3.4 田间生态系统优化配置技术体系构建

田间生态系统优化配置技术体系构建，核心是通过系统性空间布局与功能配套，提升贞丰县烟田生态系统稳定性与自我调控能力，为烟草生态种植筑牢环境基础。生态缓冲带建设需聚焦烟田生态边界防护，在烟田周边、灌溉沟渠两侧划定专属区域，规模化种植紫花苜蓿、波斯菊等功能性植物。这类植物可构建多层次植被覆盖体系，既为瓢虫、草蛉等天敌昆虫提供栖息繁育场所，丰富田间生物多样性，又能通过根系固持、植被截留作用，拦截农田径流中的化肥残留、农药污染物，降低面源污染对周边水体、土壤的影响，形成生态防护屏障。

间作模式探索需立足烟田资源高效利用与生态互补，结合贞丰县烟草生长周期与土壤肥力特征，推广烟草与豆科作物、绿肥作物的科学间作模式。豆科作物通过根瘤固氮作用补充土壤氮素，绿肥作物生长期可抑制杂草滋生，翻压后还能提升土壤有机质含量，二者与烟草搭配种植，可优化田间光热水肥资源分配，打破病虫害单一寄主依赖，构建“烟草-伴生作物”互利共生的生态结构，增强田间生态系统的抗干扰能力。

农田水利生态化改造需兼顾水资源调控与生态适配性，结合贞丰县地形地貌与烟田分布特点，优化灌溉沟渠走向与密度，避免传统沟渠布局导致的生态割裂与水资源浪费。同步配套生态护岸技术，采用植被护坡、生态袋堆砌等生态友好型方式替代硬质护岸，提升沟渠生态承载能力；在丘陵山地烟区合理布设集雨池、蓄水池等集雨设施，收集利用天然降水，缓解干旱季节灌溉压力。通过水利设施的生态化升级，实现水资源调控、净化与生态保护的协同推进，为烟田生态系统稳定运行提供水资源保障^[3]。

3.5 技术推广与保障体系构建

技术推广与保障体系构建是贞丰县烟草生态化田间管理技术体系落地见效的关键支撑，需通过多元协同机制，打通技术转化“最后一公里”，夯实生态种植长效发展基础。分层培训体系需精准对接不同主体需求，针对农户侧重生态化管理实操技能培训，通过田间实操教学、典型案例讲解等形式，提升化肥减量、生物防控等关键技术的应用能力；针对基层技术员开展技术升级培训，强化生态平衡理念与集成技术指导能力，打造专业化技术服务队伍，从认知层面筑牢生态种植根基。

示范基地建设应发挥标杆引领作用，在核心烟区选址打造生态化烟草种植示范田，集中展示测土配方施肥、绿色防控、间作等集成技术模式。通过直观呈现生态化管理对烟叶品质、土壤状况的改善效果及经济效益提升空间，吸引周边农户主动参与；同时依托示范基地开展现场观摩、技术交流等活动，让农户近距离学习实操流程，加速技术模式的辐射推广。

政策与资金保障需强化制度支撑，地方政府应出台配套扶持政策，对采用生态化技术的种植户给予有机肥补贴、节水设备购置补助等，降低农户转型成本；设立生态农业技术推广专项基金，保障培训、示范基地建设等工作有序推进。产学研协同创新需聚焦本地化技术优化，联合科研机构开展贞丰县烟田生态特征专项研究，针对性改良生态化管理技术参数；建立技术更新与反馈机制，通过技术员田间调研、农户反馈收集等渠道，及时优化技术方案，形成“研发-示范-推广-迭代”的闭环体系，确保技术始终适配本地生产实际。

4 结语

本研究围绕农业生态平衡核心，针对贞丰县烟草栽培田间管理的现存问题，构建了涵盖水肥、病虫害、土壤、田间生态及推广保障的全链条技术体系。该体系立足当地实际，实现了生态保护与产业发展的协同适配，可为破解烟田生态退化困境、提升烟叶品质提供有效技术支撑。后续需强化技术推广落地，依托示范基地与分层培训提升农户应用能力，同时持续优化本地化技术参数。相信通过该体系的践行，将推动贞丰县烟草产业实现绿色可持续发展，进一步夯实当地农业经济支柱地位，为同类产区生态化种植提供参考借鉴。

参考文献

- [1] 宁东,李国斌,徐刚,等.烟草优质高效栽培关键技术的应用[J].新农村,2024,(08):81-83.
- [2] 罗均钧.烟草优质高效栽培技术应用研究[J].河北农机,2023,(01):94-96.
- [3] 王翠华.高质量烟草栽培技术分析[J].智慧农业导刊,2022,2(21):67-69.

Discussion on the Technology of Cumin Intercropping (Replanting)

Longshu Li¹ Baoqian Dou²

1. Xinjiang Second Division Tiemenguan City 36th Regiment Agricultural Forestry Grassland and Ecological Protection Center, Milan, Xinjiang, 841802, China

2. Xinjiang Second Division Tiemenguan City Agricultural Development Service Center, Tiemenguan, Xinjiang, 841007, China

Abstract

As a vital aromatic crop, cumin has been extensively cultivated in China's arid and semi-arid regions of Northwest China. In recent years, driven by agricultural restructuring and the growing demand for efficient resource utilization, intercropping techniques have become a key approach to achieving double cropping and enhancing land productivity. This study systematically examines the technical aspects of intercropping cumin with cotton, corn, and other crops, incorporating pre-sowing preparations, sowing techniques, intercropping configurations, and field management practices. The findings aim to provide actionable technical references for practical production, promoting cumin cultivation toward higher efficiency, environmental sustainability, and mechanization.

Keywords

Cumin; Intercropping; Rotation; Cultivation Techniques

孜然套种（复播）技术探讨

李龙书¹ 窠保乾²

1. 新疆第二师铁门关市三十六团农业林业草原和生态保护中心，中国·新疆 米兰 841802

2. 新疆第二师铁门关市农业发展服务中心，中国·新疆 铁门关 841007

摘要

孜然作为一种重要的香料作物，在我国西北干旱及半干旱区域有着广泛的种植基础。近些年来，因农业结构调整以及资源高效利用的需求持续升高，孜然套种技术渐渐变成达成一年两熟、提升单位土地产值的关键种植模式。本文结合现有的栽培实践以及研究文献，系统剖析孜然和棉花以及玉米等农作物套种的技术要点，包含播前准备工作、播种技术、套种配置状况、田间管理等关键环节，以便为实际生产给予可操作的技术参考，推动孜然种植朝着高效、绿色、机械化方向迈进。

关键词

孜然；套种；复播；栽培技术

1 引言

孜然属于伞形科一年生草本植物，其果实含有丰富的挥发油，乃是食品加工里关键的调味香料，拥有广阔的市场需求。长久以来，孜然大多采用单作的种植方式，生产周期不长，土地利用率为有限，经济效益提升的空间不大。为了提高种植的综合效益，各地渐渐探索并推广开孜然与棉花、玉米等作物的套种或者复播模式，依靠作物间的时序衔接以及生态位互补，实现光、热、水、肥等资源的高效运用。鉴于此，本文结合近些年来相关研究以及生产实践，对孜然套种技术体系给予梳理与深化阐述，以此推动该模式朝着

标准化、机械化、绿色化的方向良好发展。

2 播前准备

2.1 地块土壤选择

孜然根系偏向于疏松透气的种植环境，选用沙壤土或者壤土是最为理想的，因为这类土壤结构是比较利于根系向下扎入以及呼吸的，可有效防止出现积水导致根部被淤塞的情况^[1]。土壤的盐碱程度也是不可忽视的，虽然说孜然有一定程度的耐盐性，但是其总盐含量最好是控制在0.3%以下，pH值最好不要超过8.0。要是盐碱度过高的话，就会对种子发芽造成直接的抑制，还会对幼苗产生灼伤现象。另外还要去实地查看防风设施是否完善，毕竟在早春的时候大风是频繁发生的，它可将薄膜掀起，还会对幼苗进行拍打，倘若没有良好的防风林或者屏障来进行保护的话，那么在苗期所面临的风险将会大大增加。

【作者简介】李龙书（1987-），女，中国重庆城口人，本科，助理工程师，从事孜然、玉米、小麦等栽培技术推广研究。

2.2 整地与基肥施用

孜然是一种生育期较短的、喜冷凉、耐寒、怕涝的植物，为保证土地资源得到充分的利用，稳步提高种植户的经济收益，孜然套种技术应运而生。孜然套种中的整地核心要点是“早”与“深”，前茬作物收获过后，一般于十月上中旬，便要赶紧展开粉秆、回收残膜等清理工作，如此可为后续作业除去妨碍。紧接着要将基肥施入，基肥宜以腐熟的优质农家肥为主，每亩的用量大概是1至1.5立方米，其可有全面营养的提供，更可对土壤团粒结构改良。同时搭配施用的化肥，一般选用磷酸二铵与硫酸钾，每亩各15到25公斤，去契合孜然前期对磷、钾元素的需求，施肥过后得进行深度翻耕，犁地深度需达35厘米以上，要保证耕层深厚、土肥的均匀融合。

2.3 种子处理

品种选取时，要首先考虑选用经审定、适宜本地栽种的优良品种，像新孜然3号、天香6号之类，它们往往有着分枝能力较强、早熟以及抗病性较优的特性。在播种前两至三天的时间，一定要对种子开展药剂包衣工作，当前生产中多运用例如先正达适乐时这种安全性较高的种衣剂，依照种子重量的0.2%至0.5%的比例进行拌种^[2]。操作之时要保证药剂和种子充分地搅拌均匀，之后摊开进行晾干处理。在拌种之前，对种子开展清选以及发芽测试这两个环节也是不可或缺的，保证用于播种的种子纯度、净度以及发芽率契合标准，做到心中有数。

3 播种技术

3.1 冬播春播作业模式

选择冬播或是春播，首先要瞧当地冬季气温以及土壤条件如何，于塔里木、且若这类冬季低温相对稳定、土壤封冻不深的垦区，可运用冬前播种的方法。在秋末完成整地、施肥、喷洒除草剂并且铺设好滴灌带与地膜之后，在十一月下旬土壤夜冻昼消、日平均气温稳定降至5摄氏度以下之际，及时使用播种机开展穴播。春播一般又分成两种情况：一种是借助前一年秋冬已铺好膜且滴足底墒水的田地，等到早春地表解冻四五厘米、底层依旧冻结时，赶在土壤返浆前赶紧播种。另一种则是针对秋季开展了大水漫灌蓄墒的田块，待春季土壤彻底解冻、达到合墒状态以后，再突击完成整地、铺膜以及播种的联合作业。

3.2 干播湿出技术要点

“干播湿出”是一项高效利用早春时机的播种技术。其操作要领顾名思义，即在土壤墒情未必充足的情况下先行播种，随后立即通过滴灌系统补充水分。实施时，一旦早春地温允许机械下地，便应快速完成地块的整理与覆膜，随即播种。种子播下后，需在短时间内启动滴灌，滴水造墒。水量控制至关重要，应以湿润种子所在土层的范围为准，避免过量灌溉导致土壤板结或种穴周围积水。这项技术有效突破

了春季自然墒情对播种时间的限制。

3.3 错时播种时间窗口

准确把握播种时机是成败的关键所在，而这最佳的“时间窗口”是由土壤的温度、湿度以及机械作业的可行性一同来决定的。对于冬季播种来说，一定要紧紧抓住土壤处于“夜冻昼消”并且气温降到临界点以后的短暂几日。至于春季播种的黄金时段，是出现在土壤解冻深度适宜，其表层达到了“合墒”状态的时候，在这个时候土壤松散湿润，但不会出现泥泞的状况，是最有利于播种作业展开的。种植者需要每天都去观察田间的状况，借助手去测量土壤解冻的深度以及湿度，且同时结合天气预报，果断地做出决策，在各种条件都契合的窗口期内集中精力来完成播种。

3.4 机械化播种控制

运用适宜小粒种子的精量穴播装置来选用播种机，以保证下籽均衡。播种深度一般设定于1.5到2厘米这个范围之内，借助机具后部的镇压轮对覆土进行适度压实，把种子与土壤紧密连接起来。在套种模式当中，为保证播种行和预先铺设的滴灌带以及作物行位实现精准的对齐，要选用配有卫星导航自动驾驶系统的拖拉机。依靠沿预设导航线进行行驶，可保障行距的准确无误，并且完全避免农机具对地膜下灌带造成损坏。在开始大面积作业以前，一定要进行试播并且对各项参数进行检查，确认没有问题之后才可以全面推进，以此来保障全田出苗的一致整齐。

4 套种配置

4.1 棉花套种布局方案

现阶段生产中多运用幅宽205厘米的超宽加厚地膜。在铺设平整的膜面上，典型配置为安排四行孜然与六行棉花。孜然行距配置遵循“宽窄结合”原则，像“10+67+10+141厘米”模式，其平均行距能降低至57厘米左右，这样做是以实现尽量缩小自身占地面积，为棉花苗期的生长提供更多空间为目的。棉花行距大多按照等行或者近似等行的方式布置，以使棉花在膜面上得以均匀分布。在标准的“一膜四带”基础之上，有一个可以提升的措施，那就是在膜中间增铺一条滴灌带，构成“一膜五带”的布局。这条增铺的滴灌带推荐配备独立阀门，专门用来进行孜然生育期内的水肥供应，等六月孜然收获了之后，就可以把这个阀门关闭，后续的灌溉全部凭借两侧滴灌带来为棉花供应，这样一来就能实现对水肥管理的精准分段控制了。

4.2 玉米套种模式设计

在焉耆垦区常以80厘米窄地膜种植玉米与孜然，布局为“一膜两行玉米、两行孜然”。玉米窄行行距40厘米左右，孜然行距50厘米左右，二者共用膜中间所铺的那根滴灌带，这种模式结构较为明晰，管理较为方便。而在且若垦区更多用145厘米宽地膜，设计较为精细，一般选用“一膜四行玉米、四行孜然”的配置方式。玉米行距约平均55厘米，孜

然以紧凑行距点播在每根滴灌带两侧。这种模式最关键的是滴灌带分区控制：建议将中间那根主要为孜然服务的滴灌带安装阀门，孜然收获完后关闭，之后仅由两侧滴灌带为玉米生长供水供肥。实际操作时，种植者可依据土壤和机械条件，把孜然灵活地条播于膜外侧，或者穴播于玉米行间，这都呈现出该模式的良好适应性。

5 田间管理

5.1 水肥一体化调控

实施滴灌的地块，需要严格遵守“小水勤滴、按需供应”这一原则。从孜然出苗后到收获前这个阶段，一般得滴水三至五次。具体操作上，农户要时常去田间进行观察，在种穴附近土壤手握无法成团时，就意味着需要补水了，每次每亩滴水量约莫十至二十方，以能湿润耕作层但不出现地表径流为标准。需要特别留意的是，孜然盛花期应暂停滴水，以防因水分过多致使落花或引发病害^[3]。施肥管理要和滴水紧密结合，在基肥足够的基础上，追肥适宜少量多次，可在滴水中添加水溶性肥料，比如每亩次施加磷酸一铵一到两公斤，整个生育期总追肥量要控制在大约十公斤。

5.2 病虫害绿色防治

在病害预防方面，播前要对种子进行包衣，在苗期至生长中期，需要选择晴朗天气，运用70%甲基托布津可湿性粉剂800至1000倍液，或者30%甲霜恶霉灵1200至1500倍液来进行喷雾预防，要连续喷施2到3次。至于虫害，要强化田间监测，一旦察觉到蚜虫等害虫的迹象，就要及时选用高效低毒、残留期短的针对性药剂来控制。在整个防治的过程当中，一定要严格遵循农药安全使用的规范，坚决禁止使用国家明确规定不能使用的高毒高残留农药，以保证农产品质量安全以及生态环境安全。

5.3 生长调节剂应用

孜然生长后期中，要是水肥条件过于良好，就容易产生茎秆徒长、植株过高的状况，这可能造成倒伏减产，同时会过度遮挡同它套种的棉花或是玉米幼苗，对其早期生长给予影响。在孜然生长中期和后期的时候，对预计有可能出现旺长的田地地块儿，可借助叶面施肥，添加适量植物生长延缓剂，像多效唑或者矮壮素之类的。喷施的时候得着重控制浓

度以及用量，保障均匀喷雾，以便适度抑制孜然茎节伸长，使植株变得矮壮、根系变得发达，以此来降低对共生作物的空间竞争，并为机械收获提供便利。对于这项措施的运用，要依据田间实际长势灵活作出决策，不能盲目去乱用。

5.4 中耕除草措施

中耕可有效地破除因灌溉或者降雨所导致的土壤表层板结，把地温提高，促使幼苗根系朝着下方伸展。中耕的深度应浅一些，铲除行间早期长出的杂草。针对膜内穴间的杂草，主要是以人工拔除的方式来处理。在杂草基数比较大的田块，可在中耕之后，选用对孜然没有危害的苗后选择性除草剂去进行化学除草，施药的时候需要严格遵循使用说明，留意天气状况，避免药液飘移对套种作物幼苗带来伤害。将中耕和除草有机融合起来，可以为作物生长创造出一个疏松、整洁、竞争小的土壤环境，这对共生作物群体的健康成长是特别关键的。

6 结语

总之，孜然套种的复播技术，依靠对作物搭配及栽培管理进行优化，可将土地产出效益给予提高，契合我国西北干旱区农业转型升级这一需求。实际推广当中，要将当地气候、土壤以及种植习惯给予结合，合理选用套种作物以及进行配置模式的选用，对水肥调控及病虫害绿色防控不断强化，并且与适宜的机械化作业方式进行配套，以期实现孜然生产的高效、可持续发展。今后依旧需要在品种选配、机理研究及技术集成等方面开展探索，持续完善该模式的技术规程与理论体系。

参考文献

- [1] 梁秋艳, 华震宇, 王慧欣, 马磊, 孙蕾, 钟声, 祁来芳, 刘河疆. 超高效液相色谱-串联质谱法测定孜然中3种硒代氨基酸含量[J]. 食品安全质量检测学报, 2024, 15 (19): 278-286.
- [2] 宁丰, 罗剑洪, 汤清秋, 陈前文, 李兴为, 蒋翠霞. 孜然“干播湿出”棉花“膜下滴水春灌”错时套种栽培技术[J]. 新疆农垦科技, 2024, 47 (02): 3-5.
- [3] 余健斌, 陆剑华, 钟宏星, 钟艺维, 陈小佩, 李芸燕, 郭汶彬. 质控图在电感耦合等离子体发射光谱法检测孜然粉钠含量中的应用[J]. 实验室检测, 2023, 1 (06): 17-23.

Research on Quality Enhancement Mechanism of Precision Water-Fertilizer Integrated Cultivation Technology for Protected Vegetable Production

Fanwang Han

Zoucheng Shiqiang Town Agricultural Service Center, Zoucheng, Shandong, 273518, China

Abstract

Protected vegetable production serves as a crucial pillar for ensuring vegetable supply and promoting rural revitalization. However, traditional fertilization and irrigation methods suffer from low water and fertilizer utilization rates and severe environmental pollution. The precision water-fertilizer integrated cultivation technology, centered on “scientific supply, quantitative regulation, and synchronized irrigation-fertilization,” achieves efficient integration and precise delivery of water and nutrients through irrigation systems, demonstrating significant advantages in resource utilization efficiency and crop quality improvement. This paper analyzes the application effects of this technology in protected vegetable production from aspects such as technical principles, system design, and application models. The study reveals that this technology can enhance fertilizer utilization by 15%-30%, achieve water conservation exceeding 35%, and significantly promote stable high-quality production while reducing emissions and improving efficiency. Future efforts should focus on strengthening intelligent sensing and regional differentiation strategies to drive the digital and sustainable development of protected vegetable production.

Keywords

facility vegetables; integrated water and fertilizer management; precision farming

设施蔬菜水肥一体化精准种植技术的提质增效机制研究

韩繁旺

邹城市石墙镇为农服务中心, 中国·山东 邹城 273518

摘要

设施蔬菜生产是保障蔬菜供给和促进乡村振兴的重要支撑,但传统施肥与灌溉方式存在水肥利用率低、环境污染重等问题。水肥一体化精准种植技术以“科学供给、定量调控、同步灌施”为核心,通过灌溉系统实现水分与养分的高效融合与精准输送,在提高资源利用率和作物品质方面优势显著。本文从技术原理、系统设计与应用模式等方面分析其在设施蔬菜生产中的应用效果。研究表明,该技术可提升肥料利用率15%~30%,节水率超过35%,显著促进稳产优质与减排增效。未来应强化智能感知与区域差异化策略,推动设施蔬菜生产向数字化、可持续化方向发展。

关键词

设施蔬菜; 水肥一体化; 精准种植

1 引言

在农业现代化进程中,设施蔬菜种植以其高产、稳产、周年供应的特性,成为我国农业结构优化的重要方向。然而,传统施肥与灌溉方式普遍存在“多、粗、散”的问题,过量施肥导致土壤盐渍化、水体富营养化,过度灌溉则造成根系缺氧和资源浪费。水肥一体化技术的出现,为解决这些瓶颈提供了科学路径。通过将灌溉与施肥结合,实现水分与养分的同步供应,可在保障蔬菜生长需求的同时降低投入、提升品质与产量。当前我国设施蔬菜种植面积持续扩大,种植结

构由经验型向数据驱动型转变。本文通过对水肥一体化精准种植技术的系统分析,探讨其提质增效机制与实践路径,为设施农业的高质量发展提供理论依据与技术支撑。

2 设施蔬菜水肥一体化技术的原理与体系构建

2.1 水肥一体化的基本原理

水肥一体化技术是一种将灌溉与施肥过程有机结合的精准农业管理模式,其核心原理在于通过压力管道系统将可溶性肥料溶解于灌溉水中,并定量、定时输送至作物根区,实现“水随肥走、以水带肥、均匀供给”。该系统通常由水源、过滤装置、施肥装置、输配管网和灌溉末端等部分组成,通过滴灌、微喷或渗灌等形式进行精准控制。其运行机制依托于水量与肥液浓度的动态调节,使根区保持适宜

【作者简介】韩繁旺(1972-),男,中国山东邹城人,本科,农艺师,从事农学研究。

湿度与养分浓度，从而优化作物吸收环境。该技术通过减少灌溉水量与肥料施用量，降低地表蒸发与深层渗漏损失，实现水肥资源的协同高效利用。实践表明，水肥一体化可节水 35%~50%，节肥 25%~40%，显著提升资源利用效率与生态可持续性，为设施农业的高效、绿色生产提供了重要技术支撑。

2.2 设施蔬菜水肥一体化系统构成

设施蔬菜水肥一体化系统由“供水—施肥—控制—管理”四个核心模块构成，形成一个集感知、决策与执行为一体的智能化体系。第一部分为水源与过滤装置，包括砂石过滤器、网式过滤器等，用以去除悬浮物和杂质，确保系统畅通运行；第二部分为施肥系统，利用比例施肥器、文丘里注肥器或电磁阀实现肥液的定量混配与均匀输送；第三部分为控制系统，配置流量计、压力传感器、土壤水分监测仪及 EC/pH 传感器，用于实时监控灌溉与施肥参数；第四部分为信息管理平台，通过物联网与云计算实现远程监测、自动调控与数据可视化。系统运行依托“传感—执行—反馈”闭环机制，实现精准灌溉与按需施肥，提升了设施农业的智能化与精细化管理水平。

2.3 水肥协同作用机理

水分与养分在作物根际的耦合关系是水肥一体化技术实现提质增效的核心机理。水分作为肥料离子的扩散与吸收提供载体，而适宜的肥料浓度又能促进根系生长与水分吸收。当灌溉与施肥同步进行时，根际溶液浓度维持稳定，根系吸收势能增强，从而实现水肥协同吸收效应。生理研究表明，水肥协同条件下，作物氮、磷、钾等主要养分的吸收效率分别提高 15%~25%，根系活力提升约 20%，同时促进光合作用与干物质积累。适度的水肥配比还能改善果实品质，提高蔬菜中维生素 C、可溶性糖及蛋白质含量。长期应用结果显示，水肥同步施用可减少土壤盐分积累与养分淋失，维持土壤微生物生态平衡，实现“高产、高效、生态”的综合效益。

3 水肥一体化在设施蔬菜种植中的应用路径

3.1 不同灌溉模式下的技术适配

在设施蔬菜生产中，灌溉方式的合理选择直接影响水肥一体化系统的效率与作物生长效果。滴灌与微喷灌是目前应用最广的两种模式。滴灌系统通过管网将肥液定向输送至作物根系区域，实现水肥同步精准供应，特别适用于番茄、黄瓜、茄子等深根型果菜作物。微喷灌则通过喷头形成雾化水流，在满足作物水分需求的同时，改善空气湿度、降低叶温，适用于生菜、菠菜等浅根型叶菜。实地研究表明，采用滴灌结合可溶性复合肥的精准施用，可使水分利用率提升 40% 以上，肥料利用率提升约 25%，且果实均匀度与商品率显著提高。不同作物类型和生育阶段需通过调节滴头流量、灌溉频率与施肥浓度，实现根区环境的动态平衡，从而达到“水随需供、肥随量施”的高效管理目标。

3.2 基于作物生理需求的施肥精准调控

精准施肥的科学性体现在其对作物营养需求动态变化的精准匹配。设施蔬菜在不同生育阶段对氮、磷、钾等养分的吸收比例差异显著。例如，番茄在结果期对钾元素需求明显增加，而苗期则以氮素供给为主。水肥一体化系统可依托 EC（电导率）与 pH 传感器实时监测养分浓度，并结合作物生长模型自动调整肥液配比，实现阶段性精准施肥。通过叶片营养诊断、土壤速测及环境参数采集，系统可识别作物营养胁迫状态，适时优化施肥策略，防止因过量施肥引发根系盐害或肥害。实验表明，该智能调控机制可使作物产量提高 10%~15%，并显著改善果实品质。此模式实现了“以作物为中心”的动态决策，使水肥供应真正服务于作物生理需求，提升资源利用效率与生态安全性。

3.3 信息化控制与智能决策系统的集成

随着农业信息化与智能化技术的深入发展，水肥一体化系统正由经验驱动向数据驱动与算法优化方向转型。系统通过布设在田间的传感器网络，实时采集土壤湿度、温度、光照、蒸散量及气象数据，经 AI 模型分析后生成最优灌溉与施肥方案。基于物联网（IoT）架构的智能控制平台可实现远程监控与自动调节，云端数据库对历年生产数据进行存储与分析，为作物管理提供预测性支持与可视化决策依据。部分地区已建立自动化控制系统，能根据天气预报与作物生长模型自动调整灌溉计划，实现无人值守、动态管理。信息化与智能化的深度融合，不仅提高了系统运行的稳定性与响应速度，还实现了水肥一体化由“精准控制”向“智慧决策”的跨越，为设施农业的高质量发展提供了坚实技术支撑。

4 水肥一体化提质增效的作用机制分析

4.1 节水节肥效应的量化机制

水肥一体化技术的核心在于通过精准控制灌溉时间、流量及肥料浓度，实现作物根区水分与养分的高效协同供应。系统利用滴灌或微喷灌形式，将肥液直接输送至根区，减少了地表蒸发和深层渗漏损失。实测结果表明，设施蔬菜推广水肥一体化后，肥料利用率由传统施肥方式的 35% 提高至 55%~60%，水分利用率提高至 80% 以上。精准供给使根系分布更集中、吸收效率更高，减少了氮、磷等元素的流失量。通过分阶段供肥与变量控制，实现养分动态调节与作物需肥规律的匹配，避免了因一次性施肥造成的浪费与污染。该系统还通过实时监测土壤湿度与电导率数据，自动调整灌溉量与施肥频率，使水肥利用实现“按需供给”，形成高效、闭环的资源循环机制。

4.2 产量与品质提升机制

水肥一体化不仅提升资源利用效率，还显著促进了设施蔬菜的产量与品质优化。同步供水供肥维持了根际环境的稳定性，使根系活力增强、养分吸收更充分。研究表明，在均衡供给条件下，番茄、黄瓜、辣椒等果菜类蔬菜的单位面

积产量平均提高12%~18%，果实含糖量提升6%~10%，维生素C含量增加约12%。均衡施肥抑制了硝酸盐在组织中的积累，使产品更符合绿色食品标准。灌溉精度的提升促进了光合作用和干物质积累，使果实形成期水分与营养分配更加协调，从而提高了商品率与经济收益。系统化管理还减少了人工施肥的不确定性，实现了高产、高质与高效的协同统一，体现出精准农业在设施种植中的显著优势。

4.3 生态环境与土壤健康改善机制

传统施肥与漫灌方式长期导致的盐分积聚、养分流失和水体污染，是制约设施农业可持续发展的重要因素。水肥一体化通过“少量多次”的精准灌溉模式，有效防止了盐分随水分蒸发向表层迁移，抑制了盐害发生。系统依据作物生长阶段实施差异化施肥，减少了化学肥料累积，提高了土壤有机质和微生物多样性。实践数据显示，推广水肥一体化后，化肥施用总量平均减少30%，地下水硝态氮浓度下降约25%，显著降低了农业面源污染风险。土壤团粒结构改善、通气性增强，微生物群落趋于平衡，为根系提供了更健康的生长环境。该技术在实现资源节约与生态修复的同时，促进了农业生产的绿色化与生态化转型，为设施农业可持续发展提供了科学路径与技术支撑。

5 推广应用中的问题与优化对策

5.1 设施建设成本与技术门槛偏高

水肥一体化技术的推广应用在设施蔬菜生产中具有显著的节水增效优势，但其建设成本与技术门槛仍是制约普及的重要因素。系统初期投入较大，主要包括过滤装置、施肥系统、管路网络、传感节点及智能控制平台等硬件设施，单套系统投资可占总种植成本的15%~25%。对于中小农户而言，资金压力较为突出。此外，部分使用者缺乏水肥系统运行维护知识，容易出现设备堵塞、施肥比例失衡或控制参数设置不当等问题，影响系统稳定性和作物生长效果。为此，应通过财政补贴、合作社共建及“企业+农户”联合运营等模式，降低单户投入门槛。同时建立区域性技术服务中心，提供系统设计、调试、运行监测与维修培训等配套服务，实现从“建得起”到“用得好”的可持续发展路径。

5.2 配方肥料与水质管理的匹配不足

水肥一体化系统中，肥料溶液与灌溉水质的适配性直接影响系统运行效率与作物吸收效果。我国不同地区水源矿化度差异明显，如北方部分地区含钙镁离子浓度较高，易引发滴灌管路结垢与喷头堵塞；南方水体酸碱度波动较大，

可能导致肥料养分沉淀或失活。当前部分农户未进行水质监测便直接使用普通肥料，降低了系统稳定性与肥效利用率。应在推广中强化标准化肥料溶解系统建设，制定区域水质检测标准与肥料适配指南。通过在线水质监测、自动过滤与pH调节装置的配套应用，确保肥料养分充分溶解与均匀分布。同时完善水源净化、过滤与定期管道冲洗机制，从源头保障系统的高效运行与作物养分吸收安全。

5.3 智能化控制系统的本地化适应问题

水肥一体化系统的智能化升级是未来发展的核心方向，但目前存在算法模型“水土不服”现象。部分引进的国外系统在设计上以温带气候与标准作物模型为基础，未充分考虑我国复杂多样的气候条件与作物差异，导致灌溉参数设定不合理，精准控制效果受限。为此，应加强区域数据采集与本地化模型优化，构建面向不同气候带与作物类型的区域化灌溉模型库。通过引入AI自学习与动态修正算法，使系统能根据实时气象、土壤湿度与作物生理指标自动优化灌溉策略。同时，需强化农业物联网的数据安全防护与运维体系建设，确保系统长期稳定运行与数据可靠传输。通过“智能+本地化”的协同优化，可显著提升设施蔬菜水肥一体化的精准度与可持续性，推动农业生产向数字化、智慧化迈进。

6 结语

设施蔬菜水肥一体化精准种植技术代表着农业生产方式由粗放走向精细的转折点。通过实现水肥同步、按需供给，不仅显著提高了水肥利用率与作物产量，也改善了生态环境，推动农业可持续发展。从机制上看，其提质增效源于精准控制、生态协同与信息决策的有机融合。未来发展应重点强化智能监测、模型预测与区域差异化管理，推动从经验施肥向数字决策转型。政策层面需完善标准体系，建立财政激励与示范推广机制；科研层面应深化传感技术与植物生理模型研究，形成“设备—算法—作物”协同优化的智能化体系。通过多方协同与持续创新，水肥一体化将成为我国设施蔬菜高质量发展的核心技术支撑，为现代农业的绿色化、智慧化转型提供坚实基础。

参考文献

- [1] 钱芳芳,姜艺.南昌市设施蔬菜水肥一体化技术推广模式优化措施[J].吉林蔬菜,2025,(03):174-176.
- [2] 周长星.设施蔬菜种植中水肥一体化技术应用推广[J].农业工程技术,2024,44(15):66-67.
- [3] 胡灵云,张晓晶,张圣微,等.设施蔬菜水肥一体化智能控制系统研究与应用[J].农业技术与装备,2022,(11):29-32.

Integration and Demonstration of Integrated Plant Protection Technology System under the Background of Chemical Pesticide Reduction

Lijuan Zhao

Huachuan County Agricultural Technology Extension Center, Jiamusi City, Heilongjiang Province, Jiamusi, Heilongjiang, 154300, China

Abstract

Against the backdrop of green agricultural development and ecological civilization construction, reducing chemical pesticide use has become a pivotal direction for sustainable agricultural development in China. While long-term excessive pesticide application has ensured crop yields, it has triggered environmental pollution, increased pest resistance, and agricultural product safety risks. Establishing a scientific, efficient, and eco-friendly integrated plant protection system is imperative. This paper, starting from the demand for pesticide reduction, analyzes the current status and challenges of pest and disease control, and proposes an integrated technical system centered on “green control, unified prevention and control, digital monitoring, and ecological regulation.” Through the integrated application of biological control, physical control, precision pesticide use, and ecological regulation, a control model adaptable to different crops and regional characteristics is formed. The results show that the system can reduce the amount of chemical pesticides by more than 30%, maintain the control effect of more than 90%, and significantly improve the ecological environment and the quality of agricultural products, which provides a feasible path and technical support for realizing “reducing pesticides, ensuring yield and improving quality”.

Keywords

chemical pesticide reduction; crop protection; green pest control; integrated pest management; ecological agriculture

化学农药减施背景下作物综合植保技术体系的集成与示范

赵丽娟

黑龙江省佳木斯市桦川县农业技术推广中心，中国·黑龙江佳木斯 154300

摘要

在农业绿色发展与生态文明建设背景下，化学农药减施已成为中国农业可持续发展的关键方向。长期过量用药虽保障了产量，却引发环境污染、害虫抗药性增强及农产品安全风险。构建科学、高效、生态友好的综合植保体系势在必行。本文从农药减施需求出发，分析病虫害防控现状与挑战，提出以“绿色防控、统防统治、数字监测、生态调控”为核心的综合技术体系。通过生物防治、物理防控、精准用药与生态调节的集成应用，形成适应不同作物与区域特征的防控模式。研究表明，该体系可减少化学农药用量30%以上，防控效果保持90%以上，生态环境与农产品质量显著提升，为实现“减农药、保产量、提品质”提供了可行路径与技术支撑。

关键词

化学农药减施；作物保护；绿色防控；综合防治；生态农业

1 引言

化学农药作为现代农业的重要生产资料，长期以来在病虫害防治中发挥了不可替代的作用。然而，过度依赖化学农药带来的负面影响日益突出，表现为环境污染、生态系统失衡、害虫抗性增强及农产品残留超标等问题。根据农业农村部统计，中国农药使用强度虽自2015年以来持续下降，但仍高于发达国家平均水平，化学农药减施、提效与替代仍

是当前农业绿色发展的重点任务。在“双碳”战略与绿色高质量农业发展目标指引下，传统单一防控模式已无法满足生态与安全双重需求。构建以“预防为主、综合治理”为原则的作物综合植保技术体系，成为推动农药减施增效的关键途径。该体系通过生物、生态、信息与机械等多学科融合，形成系统化、智能化、可持续的防控机制，实现从“依赖农药”向“科学控害”转变。本文在分析化学农药减施背景与作物病虫害防控现状的基础上，系统阐述综合植保技术体系的构建思路、核心内容与推广示范效果，为中国农业生态化发展提供参考。

【作者简介】赵丽娟（1978-），女，中国黑龙江佳木斯人，本科，农艺师，从事农学研究。

2 化学农药减施的背景与作物植保现状

2.1 农业绿色发展对减施农药的迫切需求

当前中国农业正处于由高投入向高质量、绿色化转型的关键阶段。生态环境承载力的不断削弱与农产品安全要求的提升,使化学农药减施成为农业可持续发展的战略任务。长期依赖农药的传统防控模式导致土壤理化性质恶化、地下水中农药残留累积以及害虫天敌数量锐减,对生态平衡造成严重影响。国家政策层面持续强化农药减施约束,《农药管理条例》《化肥农药减量增效行动方案(2021—2025)》等政策文件明确提出农药使用总量零增长目标,推动“绿色防控+统防统治”双轨融合。减施不仅关系到生态安全,更是提高农产品国际竞争力的关键路径^[1]。

2.2 作物病虫害防控面临的复杂形势

随着全球气候变化与农业生产格局调整,作物病虫害的发生规律呈现出多样化与复杂化特征。气温升高和种植结构变化促使害虫越冬区扩大、繁殖周期缩短,新型外来害虫如草地贪夜蛾、番茄潜叶蛾等的入侵,给防控体系带来前所未有的挑战。同时,传统害虫抗药性快速增强,导致化学药剂药效下降。部分地区防控体系仍依赖经验施药,存在“过防”“错防”等现象,不仅增加了防治成本,还造成生态负担。农药机械化水平不均衡、数字监测网络薄弱,使得防控工作缺乏精准指导与实时决策支持。面对这一复杂形势,迫切需要通过构建区域化、系统化、数据驱动的综合防控体系,提升病虫害治理的科学性与可持续性。

2.3 农药减施对综合植保体系提出的新要求

农药减施的实质是生产方式与防控理念的转变,而非单纯的用量削减。综合植保体系建设需实现从“以药治虫”到“以生态控害”的根本性变革,构建精准识别、科学防控、智能施药的多层协同机制。通过人工智能、遥感监测与物联网技术,实现病虫害的早期诊断与动态管理;以生态调控与生物多样性保护为核心,利用天敌、微生物制剂和植物源农药形成持续抑制机制;结合区域生态特征与作物类型,建立分区防控策略,实现技术的差异化与适应性推广。综合植保体系在强调防控精准度的同时,还需兼顾经济与生态双重效益,形成可持续、可复制、可推广的技术体系,为农业绿色发展提供科学支撑与实践路径。

3 综合植保技术体系的构建原则与总体框架

3.1 构建原则:生态优先与系统集成

综合植保体系建设的核心在于以生态优先为前提,实现防控手段的系统集成与动态协同。该体系以“绿色生态、高效减施、科学防控”为总体指导思想,遵循系统论、生态学与可持续发展理念,强调从源头控制病虫害的发生规律。通过推动防控措施由单一技术向多元化策略转型,实现从“治标”到“治本”的转变。在实施路径上,体系构建重视病虫害的动态预警机制与生态平衡维护,倡导“预防为主、

防治结合”的原则^[2]。以数字化监测、生态调控、生物防治等手段的深度融合为支撑,实现农药用量显著下降与防控效率稳定提升的双重目标。

3.2 总体框架:多维技术融合与分级管理

综合植保体系的总体框架以多维融合和分级管理为核心逻辑,构建了涵盖“监测预警—生态调节—生物防治—理化诱控—精准用药”的五大技术模块。其中,监测预警体系通过物联网与智能传感设备实现病虫害的实时动态采集与数据分析,形成区域化数字预警模型;生态调控体系则以轮作倒茬、间作套种、诱虫带建设等生态措施优化农田生物群落结构,降低害虫繁殖基数;生物防治体系依托天敌昆虫、微生物制剂和植物源农药的协同应用,形成稳定的生物调控网络;理化诱控体系通过性诱剂、频振灯、黑光灯等精准诱杀设备构建物理防控屏障;精准用药体系利用无人机喷洒与变量控制技术,根据病虫密度自动调整喷洒量,实现“少药、靶向、精准”的高效防控^[3]。该框架通过分层管理与智能调度,实现了农业防控的标准化与可持续运行。

3.3 技术集成与区域适应性构建

综合植保体系的技术集成应充分考虑作物类型与区域生态差异,实现差异化与适应性构建。在水稻主产区,系统重点聚焦稻纵卷叶螟、稻飞虱等迁飞性害虫的生态调控与数字监测,通过无人机精准喷洒与赤眼蜂释放实现绿色防控;在小麦区,则以条锈病、蚜虫为主要对象,强化抗性品种选育、病虫预警与生物农药替代应用;而在果蔬区,注重微生态调节与天敌保护,推广苦参碱、印楝素等植物源制剂。不同区域通过多点试验与示范带建设,形成“技术—作物—生态”相匹配的集成模式。同时,建立数据驱动的反馈机制,对防控效果进行动态评估与优化,实现从实验示范到大面积推广的有效衔接。

4 综合植保技术体系的关键技术与应用模式

4.1 生物防治技术的推广与创新

生物防治作为农药减施与农业可持续发展的关键路径,其核心在于通过自然调控机制替代化学干预。微生物防治方面,枯草芽孢杆菌、苏云金杆菌等生防制剂在防控水稻纹枯病、棉铃虫等病虫害中表现出良好效果,不仅具有选择性强、残留低的优势,还能改善土壤微生态平衡。天敌防治的推广使生态系统内部形成稳定的“捕食—寄生—调控”链条,如赤眼蜂释放能显著降低稻纵卷叶螟产卵量,捕食螨对柑橘红蜘蛛防效达85%以上。植物源农药如苦参碱、印楝素等,兼具高效与生态安全特性,能在化学药剂抗性上升背景下发挥替代作用。通过构建“本地繁育—就地释放—动态监测”模式,实现天敌资源的可持续供给与高效利用,使生物防治逐步成为主导性绿色防控手段^[4]。

4.2 物理与机械防控的集成应用

物理与机械防控技术在病虫害综合治理体系中具有基

础支撑作用。利用防虫网阻隔害虫迁飞路径、性诱剂监测害虫动态、频振式诱虫灯诱杀成虫,是作物生长期初期防控的重要手段。机械除草与热蒸汽消毒技术的结合,有效减少了除草剂和杀菌剂使用频率,提升了田间生态安全水平。智能农机与无人机施药系统的普及,使农药施用实现了“定量、定位、定时”的精准控制。通过植被光谱识别、AI图像判别与飞控系统联动,能够在病虫害发生初期准确锁定防治区域,提高施药精准度与利用率30%以上。该集成模式突破了传统人工操作的局限,推动了防控环节向数字化、自动化和规模化转变,为绿色植保提供了坚实的机械化支撑。

4.3 数字化与智能化植保技术的发展

数字化与智能化植保是现代农业转型的战略方向,其核心在于通过数据驱动实现精准决策与智能防控。遥感与物联网技术的结合,使病虫害监测从人工经验判断转向自动识别与实时监控。通过布设农田传感器、无人机获取影像数据,并利用AI算法对叶片病斑、虫害分布进行分类识别,可提前预警病虫害扩散趋势。基于“云端+终端”的智慧决策系统整合气象、土壤与作物生长信息,为农户提供科学化、个性化防控方案。系统还能根据监测结果自动调度无人机和喷药设备,形成闭环控制。该技术体系显著提升了防控时效性和科学性,减少了人力与资源浪费,为实现农药减量、提质增效与绿色生产提供了系统化技术支撑,标志着综合植保从经验导向迈向数据驱动的新时代。

5 技术体系的集成示范与推广效果分析

5.1 区域示范与技术集成成效

在绿色农业发展背景下,构建“绿色防控+数字监测+精准施药”一体化模式是推动农田病虫害综合治理的重要方向。以华北平原、水稻主产区和西南山区为代表,分别建立区域示范基地,通过物联网监测系统、无人机施药和生物防控措施的有机融合,实现病虫害监测的实时化与施药的精准化^[5]。示范区数据显示,化学农药用量平均下降35%,防治效果仍保持在90%以上,说明该技术体系兼顾了减药与高效目标。同时,生态环境质量显著改善,土壤有益微生物数量增加20%,农田生态多样性提升,农业生产从依赖化学投入转向生物与数字双支撑路径。经济层面,农户防控成本下降12%,农产品合格率提高15%,体现出经济与生态效益协同提升的显著成效,为区域农业绿色转型提供了可复制的技术范式。

5.2 农户参与与社会化服务模式

综合植保体系的可持续推广离不开农户主体参与与服务体系的支撑。以“企业+合作社+农户”的协作机制为核心,构建了从技术研发到田间应用的闭环体系。企业负责提供数

字化防控设备与生物制剂,合作社承担组织与培训职能,农户成为技术应用的直接主体。政府通过财政补贴、信贷支持与政策引导,降低农户技术采纳门槛,并推动县级植保服务中心建设。这些中心集诊断、监测、施药、信息反馈于一体,为农户提供标准化、专业化服务。该社会化服务体系有效解决了小农户防控能力不足与信息不对称的问题,使综合植保技术实现从点到面的规模化推广,推动农业防控体系由分散个体操作向系统化、智能化转型。

5.3 生态与经济效益评估

综合植保技术的生态与经济效益评估结果显示,该模式在实现“减药不减产”的同时,显著改善了农业生态系统功能。田间监测数据显示,氮磷流失量平均下降18%,有效抑制面源污染,提升了农田环境质量。害虫天敌种群恢复率达25%,生态链结构趋于稳定,促进了农田生物多样性恢复。在经济方面,通过降低化学农药投入与提升产品品质,农户平均收益提高8%—12%。绿色产品的市场溢价进一步增强了农民应用积极性。整体来看,综合植保技术不仅实现了农业生产的绿色转型,也增强了生态系统服务功能,为实现农业高质量发展与乡村生态振兴提供了科学支撑与可持续路径。

6 结语

化学农药减施是实现农业绿色转型的必然要求,而构建高效、生态、安全的综合植保技术体系是关键支撑。研究与实践表明,综合植保体系通过生物防治、生态调控、数字技术与精准施药的协同集成,能够有效减少化学农药使用,提升防治效率与农产品质量,促进生态环境改善。未来应继续完善多学科融合的技术体系,加强区域试验验证与政策支持,建立以数据驱动、服务联动的智慧植保平台。通过科技创新与制度保障的双轮驱动,推动农药减施由“局部示范”迈向“系统变革”,实现农业生产的绿色化、智能化与可持续化,为中国农业现代化建设提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 赵莉.浅析农业植保化学农药减施增效技术途径[J].湖北植保,2025,(04):7-10.
- [2] 矫振彪,高山蔬菜化肥农药减施增效关键技术研究与应用.湖北省,湖北省农业科学院经济作物研究所,2022-07-17.
- [3] 李贺,闫红波,韩晓清,等.化学农药减施技术的主要措施[J].新农,2022,(13):103-104.
- [4] 张慧,许宁,曹丽茹,等.“化学肥料和农药减施增效综合技术研发”重点专项生物源农药的标志性成果[J].中国生物防治学报,2022,38(01):1-8.
- [5] 孙艳敏,韩锦峰,陈小丽,等.减施化学农药防治植物病害措施的研究进展[J].贵州农业科学,2021,49(05):58-66.

Construction and Application Effect Evaluation of Green Control Technology System for Diseases and Pests in Fast-growing and High-yield Forest

Jinling Wu¹ Qiuxia Li²

1. Guan County, Liaocheng City, Shandong Province, Ganguantun Town Agricultural and Rural Comprehensive Service Center, Ganguantun, Shandong, 252519, China

2. Beiguantao Town, Guan County, Liaocheng City, Shandong Province, Agricultural and Rural Comprehensive Service Center, Beiguantao, Shandong, 252524, China

Abstract

Fast-growing high-yield forests serve as a crucial foundation for timber supply and ecological construction in China. However, their high density, monoculture structure, and intensive management often lead to frequent pest outbreaks, compromising both ecological security and economic benefits. While traditional chemical control methods provide rapid results, they also trigger issues such as increased pest resistance and environmental pollution. Green pest control, centered on “ecological regulation, biological control, physical prevention, and monitoring/early warning,” has emerged as a key pathway for sustainable forestry development. This paper systematically analyzes the conceptual framework and integrated models for establishing a green pest control technology system in fast-growing high-yield forests, and evaluates its ecological and economic outcomes through case studies. The research demonstrates that this system can reduce pest incidence by 35%–60% and decrease chemical pesticide usage by over 50%, achieving synergistic goals of pest control and ecological protection. It provides technical support for the high-quality development of modern forestry.

Keywords

fast-growing high-yield forest; pest and disease control; green control system; ecological regulation; biological control

速生丰产林病虫害绿色防控技术体系构建与应用效果评估

吴金玲¹ 李秋霞²

1. 山东省聊城市冠县甘官屯镇农业农村综合服务中心, 中国·山东甘官屯 252519

2. 山东省聊城市冠县北馆陶镇农业农村综合服务中心, 中国·山东北馆陶 252524

摘要

速生丰产林是中国木材供给与生态建设的重要基础,但其高密度、单一树种结构和集约化经营易导致病虫害频发,影响生态安全与经济效益。传统化学防控虽见效快,却引发抗药性增强与环境污染等问题。绿色防控以“生态调控、生物防治、物理防控与监测预警”为核心,成为林业可持续发展的关键途径。本文系统分析速生丰产林病虫害绿色防控技术体系的构建思路与集成模式,并通过典型案例评估其生态与经济成效。研究表明,该体系可降低病虫害发生率35%~60%,减少化学药剂使用50%以上,实现防治与生态保护的协同目标,为现代林业高质量发展提供技术支撑。

关键词

速生丰产林; 病虫害防控; 绿色防控体系; 生态调控; 生物防治

1 引言

速生丰产林是中国木材安全与生态文明建设的重要支撑资源。随着集约化造林的推进,杨树、桉树、泡桐、杉木等树种广泛应用,但高密度与单一结构导致生态系统稳定性下降,病虫害呈高发与扩散态势。气候变暖和过度经营进一步加剧了蛀干害虫、叶部病害及地下害虫的危害,严重影响

林木健康与产业安全。长期依赖化学防控虽见效快,却造成抗药性增强、环境污染和天敌破坏,削弱生态系统自我调节功能。绿色防控理念的提出,为林业病虫害治理提供了新方向。通过构建以生态调控为核心、生物防治与智能监测相结合的综合防控体系,实现“预防为主、综合治理、科学控制”,可有效减少化学药剂使用,提升森林健康水平与生态服务功能。本文在分析现状与问题的基础上,探讨速生丰产林病虫害绿色防控技术体系的构建路径与应用成效,为生态林业高质量发展提供理论支撑与实践依据。

【作者简介】吴金玲(1974-),女,中国山东冠县人,工程师,从事园林园艺研究。

2 速生丰产林病虫害发生特点与治理困境

2.1 病虫害发生的生态特征

速生丰产林以高密度种植、短周期轮伐和单一树种结构为显著特征,这种“人工均质化”生态系统在稳定性与抗逆性方面均存在先天不足。^[1]单一树种的连续种植使害虫得以快速适应和积累,形成以舟蛾、天牛、卷蛾等为主的优势种群。以华北地区杨树速生林为例,杨树舟蛾、杨扇舟蛾、星天牛等害虫在干旱少雨季节暴发频繁,严重时造成叶片脱落、枝条枯死,材质密度下降约15%。南方桉树速生林同样易遭受桉小卷蛾与桉白蚁侵害,其危害不仅导致叶片萎缩、树干空洞化,还显著降低林木生长速率与木材结构完整性。病害方面,杨树溃疡病与桉树锈病在高温高湿环境下迅速扩散,对树体光合作用及养分传导造成破坏。

2.2 传统防控模式的局限性

长期以来,化学防控一直是林业病虫害治理的主要手段,虽能短期见效,但其生态代价高、可持续性差。高频次喷施农药导致害虫抗药性增强,使药效下降、用药量逐年递增。研究表明,在连续用药5年以上的林区,害虫抗性系数平均上升2.5倍,形成“越治越害”的恶性循环。同时,化学药剂残留破坏土壤微生物多样性,导致有益菌群减少,土壤呼吸作用与养分循环能力下降,生态系统自我修复功能受限。喷洒过程中,药雾扩散还会危害非靶标生物,如蜜蜂、鸟类及寄生性昆虫,破坏自然天敌链,削弱生态调控机制。

2.3 绿色防控的必要性与现实基础

在“绿水青山就是金山银山”理念指引下,林业病虫害防控正由“化学治理”向“生态治理”转型。绿色防控以生态平衡为核心,通过生态调控、生物防治和信息化管理实现长期抑制与动态管理。中国已在多地建立虫情监测网络与天敌释放示范区,形成以赤眼蜂、Bt制剂、白僵菌等为核心的生物防治体系。^[2]随着智能监测、遥感诊断与数据预测技术的应用,防控实现由“经验管理”向“数字决策”跨越。速生丰产林作为林业经济重点,应率先推广绿色防控技术,构建“监测—评估—防控—反馈”闭环体系,实现病虫害治理的生态化、精准化与智能化,为森林生态安全和林业可持续发展提供有力支撑。

3 速生丰产林病虫害绿色防控技术体系的构建思路

3.1 以生态调控为基础的综合防治理念

生态调控是速生丰产林绿色防控体系的理论核心与实践基础,其关键在于通过生态结构优化与环境调节,增强林分自我平衡与抗逆能力。多层次混交林结构能有效削弱单一害虫的寄生依赖性,提升系统稳定性。乔、灌、草复合种植模式通过垂直分层实现生态位分化,减少害虫集中暴发的风险。此外,生态调控还强调林地卫生管理,通过枯枝落叶清理、病残木处理及虫茧回收等措施,减少病虫害越冬源和隐蔽

栖息地。该策略实现了从“被动防治”向“主动预防”的转变,使防控体系兼具生态稳定性与经济可持续性。

3.2 以监测预警为前提的动态管理体系

监测与预警是精准防控的前置环节,是实现病虫害“科学识别、动态管控”的关键技术支撑。通过建立林业有害生物信息监测网络,结合地面诱捕、遥感监测与无人机航测技术,可实现多尺度、全天候的虫情与病害动态观测。自动诱捕装置和性诱系统可实时采集害虫种群数据,物联网平台则实现信息的快速上传与区域共享。基于云计算和机器学习算法的AI识别系统,能够对图像中害虫的种类与密度进行自动判定,其识别准确率已超过90%。监测数据经气象模型与虫情模型融合分析后,生成预警报告与防治建议,为管理人员提供决策支持。该体系能提前5—10天发布病虫害高发预警,实现“早发现、早预警、早干预”的目标,显著提高了防控时效性与科学性。

3.3 以多元技术集成为特征的防控模式

速生丰产林的病虫害防控具有系统复杂性与区域差异性,单一手段往往难以实现长期稳定的防治效果。因此,绿色防控体系需整合生态、生物、物理与化学调控等多元技术,构建“监测—分析—防控—评估”闭环管理模式。^[3]该体系以生态调控为基础,以监测预警为驱动,辅以生物防治与科学用药,实现技术链条的系统化整合。通过对防治措施的效果评估与反馈优化,形成动态可持续的循环体系。该模式实现了防治手段由“多样化”向“集成化”的转变,为速生丰产林高质量、低风险经营提供了科学路径与实践依据。

4 主要绿色防控技术及其应用效果分析

4.1 生物防治技术的推广应用

生物防治是速生丰产林绿色防控体系的核心组成部分,强调通过生态调节与种群平衡实现害虫的长期稳定控制。在北方杨树、南方桉树等典型林区,利用捕食性和寄生性天敌如赤眼蜂(*Trichogramma japonicum*)、草蛉(*Chrysopa sinica*)、姬蜂等进行定点释放,可有效抑制舟蛾、天牛、卷蛾类害虫种群扩散。实践证明,在林区内每公顷释放赤眼蜂3万头次,可使舟蛾虫口密度下降50%以上。微生物防治药剂的推广进一步强化了系统防控能力,其中白僵菌、绿僵菌及苏云金杆菌(Bt)在害虫不同生育阶段均表现出显著的致死效应。试验结果显示,白僵菌防治杨扇舟蛾幼虫死亡率达80%以上,防效持续30天以上。针对林木根腐病、溃疡病等土传病害,施用枯草芽孢杆菌与哈茨木霉拮抗菌剂可有效抑制病原真菌繁殖,改善根际微生态结构,显著降低病害发生率。

4.2 物理与机械防控的创新应用

物理防控技术作为绿色防治的重要支撑,依托机械化与智能化装备实现精准诱捕与无害化控制。性诱剂、食诱剂及光诱装置在防治天牛、舟蛾及鳞翅目害虫方面应用广泛。

通过配置特异性诱芯与自动诱捕装置,可在成虫发生初期实现早期监测与高效控制,减少药剂喷施次数。树干涂白、树皮刮除与高压水冲洗等机械措施在防治越冬害虫、蛀干害虫方面效果突出。部分林区引入太阳能智能诱虫系统,利用光控与时序控制技术自动启停设备,并实时上传虫情数据,实现无人化、可视化监测。^[4]系统运行后人工监测成本降低40%,虫口动态数据准确率提升至95%以上。物理与机械防控的结合应用,显著提高了防治精准度与现场可操作性,促进了防控体系的现代化与可持续化。

4.3 植物源农药与生物刺激剂的开发利用

植物源农药以其天然、安全、低残留的特性,正逐步替代传统化学药剂成为防控体系的重要组成部分。常用药剂包括苦参碱、除虫菊素及印楝素等,这些成分在杀虫同时对环境与非靶标生物影响较小。研究表明,印楝素对天牛幼虫的防治率可达70%以上,并可显著抑制取食与繁殖行为。除虫菊素在防治舟蛾、卷蛾类害虫时具有速效性与高选择性特征,适合防控高发育期害虫。与此同时,生物刺激剂的应用拓展了“以树治病”的防控理念。壳聚糖、多肽类诱抗剂等物质能激活林木防御系统,促进酚类物质与抗性蛋白的积累,增强林木免疫反应与抗逆性。经试验验证,施用壳聚糖可使林木病害发生率降低30%以上。植物源农药与生物刺激剂的联合应用,不仅实现了低风险、高效能的防控目标,也为构建生态友好型防护林体系提供了技术与理论支撑。

5 典型应用案例与效果评估

5.1 北方杨树速生林综合防控案例

在华北地区某大型杨树速生林基地,针对舟蛾、天牛等主要害虫的高发态势,构建了以“生态调控+天敌释放+智能监测”为核心的绿色防控体系。通过在林内配置多样化伴生植物群落,改善微气候结构,促进天敌昆虫种群稳定;同时定期释放赤眼蜂、草蛉等天敌,实现害虫种群的生物控制。配套安装虫情测报灯与物联网监测系统,实现害虫密度动态感知与预警调度。项目实施两年后,主要害虫密度下降52%,化学农药使用量减少65%,林木平均胸径增长8%,木材密度及质量稳定性明显提升,形成了兼顾生态与经济效益的综合防控示范模式。

5.2 南方桉树丰产林绿色防控成效

在广西桉树主产区,针对桉小卷蛾和桉白蚁危害频发的问题,构建了“性诱剂+微生物农药+生态修复”相结合的综合防控体系。性诱剂用于种群监测与诱捕,精准掌握害虫发生动态;同时施用以白僵菌、苏云金杆菌(Bt)为主的生物农药,兼顾高效与环境安全;通过林下植被恢复与土

壤改良,增强生态自我调节能力。经连续两年应用,害虫发生率下降40%,化学药剂投入减少60%,林地土壤有机质含量提高12%,根际微生物活性显著增强。桉树材质密度提高5%,木材干重与热值提升明显,综合经济效益提高23%。该案例表明,绿色防控技术能在南方热带速生林体系中实现防治高效与生态可持续的协同优化,具有良好的推广潜力。

5.3 技术集成推广的生态与经济效益评估

综合典型示范区数据分析表明,绿色防控体系在速生丰产林中兼具高效防治与生态恢复双重效益。与传统化学防控模式相比,每公顷林地年均减少农药使用量达6—8公斤,节约成本约400元;通过生态系统修复与生物多样性提升,生态服务功能整体提高20%以上。林分健康度和植被覆盖率显著改善,林区碳汇能力增强,CO₂固碳量平均提高15%,生态价值提升显著。^[5]绿色防控技术的推广促进了林业生产从“高投入、高污染、低效益”向“低投入、低风险、高收益”转型,为实现速生丰产林的高质量、低碳化与可持续发展提供了科学路径与政策参考,对中国林业生态工程的现代化管理具有重要示范意义。

6 结语

速生丰产林病虫害绿色防控体系的构建,是推动林业高质量、可持续发展的关键举措。该体系通过生态调控、生物防治、物理防控与信息化监测的融合,显著降低病虫害危害与化学污染,促进生态系统稳定与林木健康。实践证明,绿色防控可兼顾生态效益与经济效益,推动林业向环境友好型转型。未来应完善技术标准体系,提升防控的智能化与精准化水平;强化数据共享与区域协同,建立长期监测与评估机制;同时加强政策支持与技术培训,促进防控模式的推广应用。通过科学管理与创新驱动,速生丰产林将实现从“高产造林”向“绿色高效”的转变,为生态文明建设与林业现代化提供坚实保障。

参考文献

- [1] 黄文雄.广西桉树速生丰产林造林技术及常见病虫害防控技术探讨[J].农家参谋,2020,(07):58+92.
- [2] 牟光.杨树速生丰产林主要病虫害防治技术[J].江西农业,2019,(04):83.
- [3] 于厚乾.杨树速生丰产林培育与病虫害防治[J].林业与生态,2017,(03):32-33.
- [4] 胡宝柱,吴亚西,王英俊.杨树速生丰产林主要病虫害防治技术[J].防护林科技,2013,(01):98-99.
- [5] 姜玥.速生丰产林病虫害防治专家系统的研究与实现[D].东北林业大学,2008.

Research on the Income Distribution of Rural Collective Economic Organizations from the Perspective of Common Prosperity

Wei Qi Xindong Wang

School of Humanities and Law, Shenyang University of Technology, Shenyang, Liaoning, 110870, China

Abstract

The income distribution of rural collective economic organizations is crucial for achieving the goal of common prosperity. However, practical challenges persist, including ambiguous criteria for distribution recipients, an undefined scope of distributable income, and insufficient internal supervision mechanisms. To address these issues, it is essential to establish a multidimensional contribution assessment system to clarify distribution eligibility, legally define the distributable scope of operational and resource assets, and enhance internal governance structures to strengthen oversight effectiveness. These measures provide theoretical references and practical guidance for optimizing the income distribution system of rural collective economic organizations and advancing rural common prosperity.

Keywords

common prosperity; rural collective economic organizations; income distribution; collective assets

共同富裕视阈下农村集体经济组织收益分配问题研究

齐伟 王新栋

沈阳工业大学文法学院, 中国·辽宁 沈阳 110870

摘要

农村集体经济组织的收益分配问题关系到共同富裕目标的实现。实践中存在分配对象标准模糊、可分配收益范畴不明、内部监督机制缺失等诸多问题,需要通过建立多维贡献评价体系明确分配资格,在法律层面界定经营性及资源性资产的可分配范围,并完善内部治理结构以强化监督效能,为优化农村集体经济组织收益分配制度、促进农村共同富裕提供理论参考与实践指引。

关键词

共同富裕;农村集体经济组织;收益分配;集体资产

1 引言

让全体人民实现共同富裕,是中国式现代化的关键特征与本质要义。党的二十大报告明确提出,“中国式现代化是全体人民共同富裕的现代化”,并强调“分配制度是促进共同富裕的基础性制度”。^[1]农村集体经济组织的收益分配这制度设计为实现农民共同富裕的目标提供了关键的支持,但由于多种复杂因素的作用,我国现行的集体经济组织收益分配机制还不够完善。本文从农村集体经济组织收益分配的概念、现实困境、改革建议展开研究,以期在立法中构建体现农村集体经济组织特别性的收益分配制度提供理

论支撑和决策参考。

2 农村集体经济组织收益分配的概念厘清

农村集体经济组织收益分配,是指农村集体经济组织将其通过经营、出租、投资等活动所获得的净收益,按照既定的规则和程序,在组织成员之间以及用于组织自身发展等方面进行合理分配的经济活动。要准确理解这一概念,需从以下三个核心要素展开分析。

2.1 明确农村集体经济组织的主体属性

农村集体经济组织是在农村双层经营体制下,以农民集体所有的土地、山林、水面等资源性资产和房屋、厂房、机械设备等经营性资产为基础,依法代表农民集体行使所有权,实行民主管理、自主经营、自负盈亏的经济组织。其成员通常是具有本集体经济组织户籍或在本集体长期生产生活、履行相应义务的农民,这一主体属性决定了收益分配必须体现成员的集体利益。

【基金项目】2024年辽宁省社科基金项目“农村集体非经营性资产法治运行机制研究”(项目编号:L24BFX006)。

【作者简介】齐伟(1983-),男,中国辽宁海城人,副教授,硕士研究生导师,从事产权制度、基层治理研究。

2.2 界定农村集体经济组织收益的范围

为了因应集体成员财产性收入不断增长的需求,激发新型农村集体经济的活力与潜力,需要对集体收益分配范围进行法理澄清,并划定哪些集体财产可以纳入其中,即讨论“分什么”的问题。^[1]从来源上看,收益主要包括经营性收益、资源性收益和转移性收益。经营性收益是组织通过开展农产品生产销售、农产品加工、农业观光旅游等经营活动所获得的利润;资源性收益是组织依法出让、出租集体所有的土地经营权、山林使用权、水面养殖权等资源性资产所取得的收入扣除相关成本后的净收益;转移性收益是组织获得的各级政府财政补贴、社会捐赠等无需偿还的资金。

2.3 坚持农村集体经济组织收益分配的社会保障功能

农村集体经济组织的收益分配兼具经济性与社会保障性双重属性。与一般营利法人不同,集体经济组织扎根于农村社区共同体,其收益分配直接关乎集体成员的基本生存权益与风险抵御能力。在农村社会保障体系尚未完全覆盖的背景下,集体收益分配实质上发挥着补充养老、扶助贫困、应对突发困难等准社会保障功能。实践中,多数集体经济组织从可分配收益中提取专项福利基金,用于高龄老人补贴、大病医疗救助、困难家庭帮扶等民生支出,构成了农村多层次社会保障体系的有益补充。从法理层面看,这种分配行为体现了成员权行使与社会互助逻辑的深度融合,既保障了集体成员对资产收益的分享权,也彰显了集体内部的共济性特征。因此,完善收益分配制度,应合理设定公益金、福利金的提取比例与使用规范,防止过度市场化导向侵蚀集体成员的生存保障权益,实现经济效率与社会公平的有机统一。

3 农村集体经济组织收益分配的现实困境

3.1 集体经济组织收益分配对象标准模糊

传统上,农村集体经济组织的收益分配对象以集体成员资格为核心标准,通常依据户籍、土地承包关系、履行集体义务等要件加以认定。这种封闭性的分配模式在维护集体资产安全、保障成员基本权益方面发挥了积极作用。但随着新型农村集体经济的快速发展,单纯的成员封闭式分配逐渐暴露出制度局限:一方面,部分长期在村居住、从事生产经营的外来人员无法参与收益分配,抑制了要素流动与资源整合;另一方面,一些贡献突出的非集体成员被排除在分配格局之外,客观上影响了集体经济发展的活力与可持续性。为此,立法层面开始探索适度放开分配对象的资格限制,以实现成员权益保障与集体发展动力的平衡。

《农村集体经济组织法》第15条允许非集体成员参与集体收益分配,此举既贴合“三权分置”政策,又可以吸引非集体成员“下乡”,发挥其独特优势,支持新型农村集体经济发展。《农村集体经济组织法》明确规定了非集体成员参与分配的条件,即“长期在农村集体经济组织工作,对集体作出贡献”,但是如何判断“对集体作出贡献”这一条件

是否达成并没有实质性的标准,让集体收益“分给谁”难以具体操作^[4]。

3.2 可分配集体收益的法定范畴不明

可分配集体收益的范畴界定是收益分配的前提,然而目前国家层面尚未对可分配集体收益的法定范畴作出明确规定,导致实践中农村集体经济组织在确定可分配收益时缺乏统一标准,无法明确“分什么”。《中共中央国务院关于稳步推进农村集体产权制度改革的意见》明确界定,集体经营性资产应采取份额化量化方式配置给集体成员,作为成员参与集体收益分配的法定依据。根据《农村集体经济组织法》的相关规制,资产量化的法定范围仅限于集体经营性资产,但在实践操作层面,集体收益分配的具体标的却是当年全部集体资产收益扣除公积公益金后的剩余部分。这一制度设计与实践操作的偏差,存在显著的合理性瑕疵与制度适配性缺陷^[5]。

3.3 农村集体经济组织内部监督缺失

中国乡村的治理体系在很长一段时期内都是在国家的主导下逐步建立和完善的。基于对我国农村集体经济组织发展现状的考察,其组织覆盖率已在大部分农村地区得到保障,但“建制”与“效能”之间存在明显脱节。多数组织不仅未建立起完善的管理运行机制,且内部成员的职责体系尚未清晰构建,这两大因素共同制约了组织治理效率的提升。同时,在农村集体经济组织内部,掌握较高话语权的成员,为实现个人利益最大化目标,存在通过非合规手段干预组织内部决策过程的行为倾向。部分成员甚至与组织管理阶层形成利益合谋,最终在收益分配环节获取超额利益,这一现象反映出组织内部权力监督与利益分配机制的双重缺陷。

4 农村集体经济组织收益分配的改革建议

针对当前农村集体经济组织收益分配面临的现实困境,结合共同富裕的目标要求,需从优化集体资产管理、明确资产权属、规范资产量化等方面入手,提出切实可行的改革建议,完善收益分配机制。

4.1 明确集体收益分配对象标准

严格把控非集体成员作为分配对象的准入门槛,不仅可以防止外来人员过度挤占集体成员权益,也可以防止农村集体经济组织逐渐演变为营利法人^[6]。因此,清晰的界定“对集体作出贡献”这一条件的标准成为重要抓手。为突破传统集体成员资格认定标准的固有局限,集体成员贡献的评估应构建涵盖资本投入、技术支撑、劳动付出等多维度的综合评价体系,并明确“长期在集体组织内履职”与“为集体发展作出实质性贡献”为两项不可或缺的核心构成要件。其中,“长期履职”的时限界定及“实质性贡献”的判定标准,需结合本集体经济组织的资源禀赋、发展阶段等实际情况进行弹性化设定,以确保认定的科学性与适配性。对于同时满足上述双重条件的对象,须提交集体成员大会进行全体民主审

议,经四分之三以上成员表决通过后,方可依法赋予其集体收益分配权,从而实现集体收益分配的公平性与民主性。

4.2 明确可分配集体收益的法定范畴

明确可分配集体收益的法定范畴是规范农村集体经济组织收益分配行为的逻辑前提与制度基础。只有从法律上清晰界定哪些集体资产收益可以纳入分配、哪些应当留存或用于公共事业,才能有效防止分配行为的任意性与碎片化,保障集体成员的合法权益。近年来,部分试点地区在集体资产量化范围方面进行了有益探索。例如,浙江、江苏等地在推进农村集体产权制度改革中,将土地经营权流转收益、集体经营性建设用地入市收益等纳入可分配范畴,同时明确财政补助资金、专项建设资金等不得参与分配,取得了良好的实践效果。这些地方经验为全国层面的制度设计提供了重要参考。基于试点经验与法理逻辑,应从立法层面系统构建可分配集体收益的法定范畴,统一分配口径,避免各地各自为政导致的制度失衡。

在国家立法层面,需对农村集体资产量化的适用范围予以明确界定,其核心范畴应涵盖集体经营性资产与土地经营权等特定类型的资源性资产。从农村集体资产的实际运营维度来看,量化范围具体应包含土地征收补偿款项、集体经营性建设用地转让、租赁及入市所产生收益的相应比例;同时,除政府拨付的具有特定使用用途的运行经费、各类专项资金、专项补助,以及附有明确使用限制的社会捐赠资金外,其余各类集体资产收益均应纳入量化体系之中,以确保集体资产量化的全面性与规范性。

4.3 优化农村集体经济组织内部权力监督与利益分配机制

优化农村集体经济组织内部权力监督机制,是保障收益分配公平性的关键环节,也是实现共同富裕目标的内在要求。当前,部分农村集体经济组织因内部治理结构不健全,导致收益分配过程中出现权力寻租、利益合谋等问题,严重侵蚀了集体成员的合法权益。实践证明,仅靠组织自身的道德约束难以从根本上解决问题,必须通过制度化的权力监督体系加以规制。近年来,广东、山东等试点地区在强化集体

资产监管方面积累了有益经验,广东佛山推行“村账镇管”与集体资产网上交易平台相结合的模式,实现了财务收支全程留痕、实时监控;山东临沂则通过建立监事会独立履职保障机制,赋予其财务检查权、分配方案审核权及成员诉求受理权,有效遏制了违规分配行为。这些试点经验表明,做实内部监督、提升分配透明度,是破解集体收益分配失范问题的有效路径,应从制度设计、监督执行、能力建设等维度系统推进,构建权责清晰、运转协调的治理格局。

解决农村集体经济组织治理困境,首先应依托《农村集体经济组织法》,细化管理运行规则并明确理事会、监事会及成员的权责边界,将重大决策与财务收支纳入章程规范,从根本上破解“建制”与“效能”脱节问题^[7];在此基础上,需强化监督体系建设,通过做实监事会职能、搭建集体资产动态监管平台,以及推行收益分配方案公示与成员大会表决制,以“阳光化”机制遏制权力寻租与利益合谋^[8];最后,还需通过县级统筹培训或聘任专业人才提升组织决策能力,并建立与收益挂钩的激励机制,实现治理效能与分配公平的协同提升。

参考文献

- [1] 李石.共同富裕与“公平保险”[J].理论月刊,2024,(02):71-79.
- [2] 杨骁.农村集体经济组织收益分配的法治困境和改革建议[J].青海社会科学,2025,(03):179-188.
- [3] 梅维佳.新型农村集体经济组织收益分配制度释论[J].法学评论,2025,43(04):108-121.
- [4] 管洪彦.论农村集体经济组织收益分配的基本原则和制度构造[J].学习与探索,2022,(12):66-74.
- [5] 管洪彦,张蓓.农村集体经济组织收益分配中“可分配收益”的界定[J].山东师范大学学报(社会科学版),2025,70(05):135-148.
- [6] 高圣平.论农村集体经济组织的特别法人地位[J].中国法律评论,2025,(02):62-76.
- [7] 夏英.新型农村集体经济发展效应与实现机制研究[J].中州学刊,2025,(02):48-56.
- [8] 侯皓瀚.新型农村集体经济组织内部争议的多元化解路径[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2024,24(05):34-43.

Construction of Green Control and Fine Management Model for Pests and Diseases in Facility Vegetable Planting

Jingli Zhu

People's Government of Sanchunji Town, Dongming County, Shandong Province, Heze, Shandong, 274506, China

Abstract

Facility vegetable cultivation stands as one of the most representative high-efficiency production methods in modern agriculture. However, its enclosed environment and high-density planting conditions lead to frequent occurrence, rapid spread, and challenging management of pests and diseases. While traditional chemical control methods can temporarily suppress pests and diseases, they cause issues such as pesticide residues, increased drug resistance, and ecological damage, making them increasingly incompatible with the requirements of green agriculture development. Based on the principles of green pest control and precision management, this study establishes a comprehensive integrated pest management system for facility vegetables, centered on ecological regulation, biological control, physical prevention, and intelligent management. The research systematically elaborates on technical approaches and application models for pest and disease control from four perspectives: facility ecological optimization, intelligent monitoring and early warning, precise intervention measures, and sustainable management. Results demonstrate that the combination of green pest control and digital management can significantly enhance control efficiency, reduce pesticide usage, improve the stability of facility ecosystems, and promote the green transformation and high-quality development of the vegetable industry.

Keywords

Pest and disease control; Green agriculture; Ecological regulation; Intelligent monitoring

设施蔬菜种植中病虫害绿色防控与精细化管理模式构建

朱静丽

山东省东明县三春集镇人民政府, 中国·山东 菏泽 274506

摘要

设施蔬菜种植是现代农业中最具代表性的高效生产方式之一,但其封闭环境和高密度种植条件导致病虫害发生频率高、传播快、治理难。传统化学防治手段虽能短期控制病虫害,却造成农药残留、抗性增强及生态环境破坏等问题,已难以适应绿色农业发展的要求。本文基于绿色防控理念与精细化管理理论,构建了以生态调控、生物防治、物理防控和智能管理为核心的设施蔬菜病虫害综合防控体系。研究从设施生态优化、智能监测预警、精准干预措施及可持续管理四个层面,系统阐述病虫害防控技术路径与应用模式。结果表明,绿色防控与数字化管理的结合能够显著提升防治效率,减少农药使用量,改善设施生态系统稳定性,促进蔬菜产业的绿色转型与高质量发展。

关键词

病虫害防控; 绿色农业; 生态调控; 智能监测

1 引言

设施蔬菜生产作为保障农产品稳定供应的重要手段,已成为我国农业现代化和乡村振兴战略的重要组成部分。然而,设施环境下的高温高湿条件为多种病原菌和害虫的繁殖提供了理想环境,导致病虫害防控成为制约产业发展的关键因素。长期以来,化学农药被广泛用于病虫害防治,虽在短期内取得显著成效,但其带来的生态风险、残留超标及抗药性问题愈发突出。随着国家对农业绿色发展的战略要求不断提升,病虫害绿色防控与精细化管理成为农业科研与生产的重要

方向。本文以设施蔬菜为研究对象,探讨如何在生态调控基础上,通过智能化、数据化的手段实现病虫害防控的精准与高效。

2 设施蔬菜病虫害发生特征与防控难点分析

2.1 设施环境特征与病虫害生态适应性

设施蔬菜栽培环境相对封闭,光照、温度、湿度及空气流通均被人为控制。高温高湿条件下,灰霉病、白粉病、霜霉病及细菌性软腐病等真菌与细菌性病害高发。害虫方面,白粉虱、蚜虫、蓟马等在设施条件下繁殖迅速,成为主要危害种群。设施环境的单一性与气候稳定性削弱了自然生态调控作用,使病虫害易于形成局部暴发。此外,封闭系统中药剂扩散与降解速度减缓,导致防治效果不均。长期连作

【作者简介】朱静丽(1978-),女,中国山东东明人,本科,高级基层农艺师,从事农业技术研究。

造成土壤微生态失衡，病原菌累积与害虫越冬基数增加，进一步加剧防控难度。

2.2 传统防治方式的局限与风险

设施种植中化学防治的依赖度高，部分农户为追求短期经济效益，使用高浓度或禁用农药，导致蔬菜农残超标、土壤板结及生态失衡。化学农药的广泛使用破坏了害虫一天敌生态关系，使防治体系逐渐失效。多次喷施同类药剂造成抗药性增强，病虫害呈现“越治越重”的趋势。同时，化学农药残留威胁食品安全，影响农产品出口与消费者信任。过量使用药剂还增加了环境污染风险，对周边水体与土壤生态构成长期威胁。

2.3 设施蔬菜病虫害防控的系统性挑战

设施蔬菜防控涉及多学科交叉，包括植物保护学、生态学、环境工程及信息科学。由于生产主体分散、管理水平差异大，防控体系缺乏标准化与动态监管。病虫害防控数据采集困难，信息反馈滞后，导致防治措施缺乏针对性。此外，绿色防控技术在部分地区推广不足，生物制剂与智能装备应用比例低。如何实现防控体系的精准决策、实时响应与可持续运行，成为当前设施农业亟须解决的核心问题。

3 病虫害绿色防控的理论基础与技术路径

3.1 生态调控理论在设施农业中的应用

生态调控是绿色防控体系的理论基石，其核心在于通过重建生态平衡来实现病虫害的自然抑制。设施蔬菜栽培环境相对封闭，生态系统稳定性较弱，适度引入生态调控原理可显著降低病虫害发生率。通过优化种植结构与生态布局，可打破病原与寄主间的连续链。例如，蔬菜与香草、豆科植物间作可形成多样化植被群落，干扰害虫取食与繁殖。轮作制度的引入可有效减少病原菌在土壤中的累积，改善土壤微生态结构。环境调节方面，通过提高通风频率与降低棚内湿度，可抑制真菌病害扩散；采用遮阳网与反光膜调整光照强度，有助于削弱害虫趋光性行为。太阳能高温闷棚技术则通过升温灭菌，显著减少根腐病、枯萎病等土传病害源。生态调控的实质是通过“以生态防生态”的方式恢复系统自我调节功能，使防控从外部干预转向内部调节，为绿色防控提供长期稳定的生态支撑。

3.2 生物防治与微生态调控技术

生物防治是绿色防控体系中最具生态效益的环节，其目标是以“生物制衡”取代化学干预。通过释放捕食性天敌与寄生性昆虫，可实现害虫种群的自然控制。例如，丽蚜小蜂对温室白粉虱的寄生率可达90%以上，显著降低虫口密度；赤眼蜂对鳞翅目害虫卵期的控制效果稳定持久。对于真菌性病害，应用枯草芽孢杆菌、哈茨木霉等拮抗微生物可抑制病原菌生长，形成“有益菌屏障”。微生态调控通过施用复合微生物制剂，改善根际微环境，促进有益菌群繁殖，增强植物系统抗性。研究显示，生防菌与植物免疫诱导剂联合

施用，不仅能将农药使用量降低50%以上，还能显著提高蔬菜的抗逆性与品质稳定性。随着基因工程与合成生物学的发展，功能菌群定向培育将为设施农业病虫害生物防治提供更加精准、高效的技术路径，实现防控体系的生态化与智能化双重提升。

3.3 物理防控与绿色农药应用策略

物理防控是设施环境中最直接、最安全的防治手段。通过防虫网、黄蓝粘虫板、诱虫灯及性诱剂等装置，可构建多层防御体系，有效降低害虫迁入与繁殖几率。不同波段的光诱设备可针对特定害虫群体，减少药剂依赖。温湿度自动控制系统通过精确调节环境参数，使病原菌生存条件受限，从源头上减少病害爆发风险。与此同时，绿色农药作为化学防治的替代手段，已成为绿色防控的重要支撑。植物源农药如苦参碱、印楝素及生物源Bt制剂具备高效、低残留的特征，与精量喷雾技术结合，可实现药剂的靶向施用与剂量优化。采用静电喷雾、微雾化设备可提升药液附着率并减少浪费。通过环境调控、物理防御与绿色药剂的协同应用，设施蔬菜防控体系实现了由“以药为主”向“以防为主、综合治理”的转型，构建起生态安全与生产效益兼顾的可持续防控新格局。

4 基于信息化的病虫害智能监测与精细化管理

4.1 多维监测体系的构建

在设施蔬菜病虫害防控中，建立多维监测体系是实现精细化管理的前提。信息化与物联网技术的融合使病虫害的动态监测更加科学与高效。通过传感器网络可实时采集环境数据，包括温湿度、光照强度、二氧化碳浓度及土壤水分等关键参数，全面反映设施内生态环境的变化。虫情监测设备能自动识别害虫种类与数量，减少人工巡查误差。多光谱与高光谱成像技术可捕捉植物叶片的微弱病变信号，实现病害的早期识别与空间定位。无人机遥感结合地面影像采集形成多源数据融合系统，生成可视化病虫害分布图，为精准防控提供量化依据。通过云平台对采集数据进行整合与分析，形成可动态更新的数据库，不仅支持实时预警，还为后续的模型构建、趋势分析和精准决策提供了强有力的基础支撑，使病虫害监测由“经验判断”迈向“数据驱动”的科学管理阶段。

4.2 数据分析与智能决策支持系统

在多维数据支撑下，数据分析与智能决策系统成为防控管理的核心环节。通过应用机器学习和大数据算法，可对环境因子、虫情变化与作物生长状态进行多维关联分析，构建病虫害发生预测模型。该模型可根据历史数据与实时监测结果，自动识别风险等级并预测病虫害发展趋势，实现从“事后处理”向“事前预警”的转变。决策支持系统(DSS)基于模型输出生成精准防控方案，自动推送给管理者或智能设备。人工智能语义识别与自然语言处理技术的应用，使系统可进行语音交互与远程控制，方便一线操作人员快速响应。

管理者可通过移动端平台实时查看监测结果、风险分析与执行状态,实现对病虫害防控全过程的掌控。该体系的建立使决策过程科学化、智能化,显著提升了防治的精准度与时效性。

4.3 精准干预与自动化防治技术应用

精准干预是绿色防控理念的具体体现。借助智能决策系统提供的风险分析结果,自动化装备可实现高效、低耗的精准防治。自动喷雾机器人通过导航与视觉识别技术,能够在设施内部自主移动,对病虫害高发区域实施定量喷洒,减少人工作业强度与药剂浪费。无人机结合精准定位系统,在大棚外部或连片区域完成定向喷洒,实现大面积病虫害的快速防控。智能环境控制系统则通过对温湿度、光照及空气流通的自动调节,抑制病原微生物的繁殖,优化植物生长环境。整个防治过程实现“监测—分析—决策—执行”的数据闭环,使病虫害管理从传统被动防御转向主动调控。自动化防治不仅提高了防控效率,还在保障作物健康与环境安全的前提下,实现了农业生产的数字化、智能化与可持续化发展,为现代设施农业提供了新范式。

5 绿色防控体系的构建与区域化推广模式

5.1 绿色防控体系的组织结构

设施蔬菜病虫害绿色防控体系的建立离不开科学的组织结构支撑。该体系应在政策导向、科研创新与生产应用三方面形成纵向贯通的多层级结构。宏观层面上,政府部门应制定绿色生产标准与激励政策,明确农药减量化、生态调控和可追溯管理的要求,建立风险评估与监管机制,为绿色防控提供制度保障。中观层面以科研院所与农业技术推广机构为核心,承担技术研发、模式创新与示范任务,通过跨学科协作推动防控技术标准化与数据共享。微观层面由生产主体负责技术落地与反馈评估,利用信息化手段实现防控数据的实时采集与上报。各层级通过信息共享平台实现数据互通与决策协同,形成“政策引导—技术支撑—应用反馈”的三维联动结构,促进防控体系的科学化与可持续化运行。

5.2 区域化技术集成与示范推广路径

设施蔬菜绿色防控的推广应立足区域生态差异与作物种类特征,建立适应性强、可复制的技术集成模式。不同地区的气候条件、病虫种群结构及种植制度差异显著,需针对性制定区域化技术包。例如,北方地区以设施温室病害防控为主,可强化通风调控与高温闷棚措施;南方湿热地区则重点推广生物防治与病虫监测技术。为确保技术推广落地,应

建设区域示范基地,集成生态调控、数字监测与精准防控技术,配备智能农业管理平台,实现全流程可视化监管与追溯。通过建立培训中心与技术服务体系,推动农户掌握标准化防控流程。推广模式上,可采取“科研示范点—技术服务站—生产基地”三级联动机制,实现由点到面的辐射带动,促进绿色技术在全产业链的普及与深化。

5.3 产业化与可持续运行机制

绿色防控体系的长期运行需依托产业化发展与市场机制支撑。建立绿色认证制度与产品标识体系,是推动绿色防控产业化重要环节。通过认证与品牌建设,增强消费者对绿色农产品的信任度与消费意愿,形成市场拉动效应。企业可基于防控设备、智能系统与生物制剂的开发,构建绿色农业技术服务产业链,实现从技术推广到设备租赁、数据运营的全链条服务。同时,需形成“政府引导—企业推动—农户参与—科研支撑”的协同格局,建立多主体参与的利益共享与风险共担机制。科研机构持续优化技术模型与防控标准,政府提供财政补贴与政策支持,企业负责技术商业化与市场拓展。通过这一循环体系,绿色防控技术可在产业层面实现自我更新与可持续运行,推动设施蔬菜种植向高效、生态、智能方向发展。

6 结语

设施蔬菜病虫害绿色防控与精细化管理是推动现代农业绿色转型的重要方向。本文提出的综合防控模式以生态调控为基础,以信息化与智能化技术为核心,构建了“监测—预警—防治—反馈”的闭环体系。研究表明,绿色防控体系可在保证产量的同时有效降低农药使用量,改善生态环境,提升蔬菜品质。未来,应进一步加强数据集成与模型优化,完善标准化技术体系,实现区域间技术共享与经验复制。通过政策、科技与产业的协同推进,可实现设施农业的绿色、高效与智能发展,为构建生态安全型农业体系提供可持续路径。

参考文献

- [1] 张洪娥,许佩佩,邹林林,等.鲁西北地区设施蔬菜病虫害防治存在问题与防治技术[J].世界热带农业信息,2025,(11):55-57.
- [2] 高辰发,尹惠萍,王福全.黄瓜设施栽培中病虫害综合防治技术研究[J].园艺与种苗,2025,45(10):69-71.
- [3] 马丽娜.设施蔬菜种植技术应用要素及多种病虫害防治措施综合分析[J].种子世界,2025,(09):24-26.
- [4] 徐红娟,刘卫锋.打破传统局限的蔬菜种植中病虫害综合防治技术创新与实践[J].种子世界,2025,(08):126-128.

Research Report on the Evaluation and Identification of Wild Brook Trout

Mingzi Liu

Forensic Identification Center of Inner Mongolia Daixing'anling Forest Public Security Bureau, Hulunbuir, Inner Mongolia, 022150, China

Abstract

Brook trout, *Brachymystax lenok*, is a species of fish belonging to the Salmonidae family and the *Brachymystax* genus. It can be found in the upper reaches of the Heilongjiang River, Dalian River, Tumen River and Liao River in the northeastern region of China; in the upper reaches of the Beijing, northern part of Hebei Province's Bai River and Luan River in the north China region; in the upper reaches of the Irtysh River and its tributaries in the northwest region, as well as the tributaries of Wei River flowing through Gansu and Shaanxi's Qinling Mountains. Illegal fishing of brook trout has frequently occurred, causing wanton destruction of this precious and endangered species resource. To achieve efficient administrative law enforcement and criminal justice, and to promptly combat illegal activities that endanger the protection of wild brook trout, it is urgently necessary to solve technical problems such as the identification and value assessment of wild brook trout species, age and body length characteristics at each developmental stage, and the calculation of value assessment. In 2021, the state included all species of wild brook trout in the second-level key protected aquatic wild animals. To efficiently serve administrative law enforcement and criminal justice, how to identify and assess wild brook trout species, the coefficients of juvenile and adult fish development stages, and the calculation of value assessment, etc., need to be investigated.

Keywords

Identification and assessment of brook trout, age and body length characteristics at each developmental stage, developmental stage coefficient, value assessment calculation

关于野生细鳞鲑评估鉴定的调研报告

刘明滋

内蒙古大兴安岭森林公安局司法鉴定中心, 中国·内蒙古 呼伦贝尔 022150

摘要

细鳞鲑 *Brachymystax lenok* 是鲑形目鲑科细鳞鲑属鱼类。在中国东北地区的黑龙江流域、鸭绿江、图门江和辽河上游; 华北地区的北京、河北北部的白河上游、滦河上游; 西北地区的新疆额尔齐斯河及支流, 以及流经甘肃和陕西秦岭的渭河支流等也能看到其身影。非法捕捞细鳞鲑肆意破坏这一珍贵、濒危物种资源时有发生。为了高效行政执法和刑事司法, 及时打击破坏危害珍贵、濒危物种野生细鳞鲑的违法犯罪行为, 亟需解决对野生细鳞鱼物种鉴定、价值评估等专业技术问题。2021年, 国家将野生细鳞鲑属所有种列入国家二级重点保护水生野生动物。为高效服务于行政执法和刑事司法, 如何识别鉴定野生细鳞鱼物种、幼、成鱼发育阶段系数及价值评估等专业技术问题进行调研。

关键词

细鳞鲑识别鉴定、各发育阶段年龄与体长特征、发育阶段系数、价值评估计算

1 引言

细鳞鲑为鲑科细鳞属鱼类, 俗称山细鳞鱼、江细鳞鱼、闷鱼、闷花鱼、金板鱼、花鱼、梅花鱼、小红鱼等。一般栖息于海拔 500 米以上的山涧溪流, 要求水质清澈, 富含溶解氧, 常年水温不超过 20 摄氏度。主要摄食无脊椎动物、小型鱼类等, 也捕食蛙类及小型的啮齿类。内蒙古大兴安岭水系是嫩江、黑龙江的上游发源地, 由于低温天气、森林和草

原环境良好适宜细鳞鱼洄游繁殖栖息。当地居民非法捕捞细鳞鱼时有发生, 严重破坏了这一珍贵、濒危物种资源。为了高效行政执法和刑事司法, 及时打击破坏危害珍贵、濒危物种野生细鳞鱼的违法犯罪行为, 对野生细鳞鲑物种鉴定、价值评估等专业技术问题进行调研。

2 细鳞鲑的形态构造特征

2.1 外部形态

体长而侧扁, 口亚下位, 横列。上颌骨后缘达眼中央垂直线下方。有颌齿, 锥状, 排列成马蹄形; 有舌齿, 亦为锥状, 分两行前后排列。眼较大, 鳞细小, 具脂鳍。侧线位

【作者简介】刘明滋 (1967-), 男, 中国辽宁庄河人, 本科, 高级工程师, 从事环境损害司法鉴定研究。

于体侧中央。体色暗紫色，背部深灰，腹部向下渐呈浅白色。身体和背鳍、脂鳍上散步许多黑斑点。体侧有黑、红相间的横纹。

2.2 可数形状

a 鳍式。背鳍：D. III ~ IV -10-13, 臀鳍：A. IV -9 ~ 11

b 左侧第一鳃弓外侧鳃耙数：23 ~ 30。

c 侧线鳞数： $122 \frac{19 \sim 35}{20 \sim 33 - V}$ 160

2.3 内部构造特征

a 鳔：鳔一室。

b 脊椎骨：56 枚 ~ 63 枚。

c 腹膜：白色，密布细小灰色斑点。

d 幽门盲囊：68 个 ~ 107 个。

2.4 繁殖

性成熟年龄：雌鱼 3⁺ 龄，雄鱼 2⁺ 龄，雌雄比为 1:1^[1]。

3 野生细鳞鲑捕捞群体年龄组成的调查

1. 大兴安岭山林地区水域呼玛河野生细鳞鲑捕捞群体年龄组成 [2]；

表 1 呼玛河细鳞鱼捕捞群体年龄组成

年龄	n	%	体长 (cm)	体重 (g)
1 ⁺	5	17.2	18.0(15-20)	150(95-200)
2 ⁺	7	24.1	22.8(22-25.0)	236(98-200)
3 ⁺	3	10.3	28.7(27-32)	430(205-450)
4 ⁺	2	6.9	32.5(30-35)	435(350-450)
5 ⁺	4	13.8	35.3(33-38)	560(425-800)
6 ⁺	3	10.3	39.2(385-40.5)	725(575-850)
7 ⁺	3	10.3	43.4(42-46)	867(800-1000)
8 ⁺	1	3.4	52.5	1500
10 ⁺	1	3.4	80.0	3000

2. 黑龙江上游黑河江段细鳞鲑捕捞群体年龄组成^[3]

表 2 黑龙江上游黑河江段细鳞鱼捕捞群体年龄组成

年龄	n	%	体长 (cm)
2 ⁺	15	27.8	27.5
3 ⁺	10	16.7	28.9
4 ⁺	6	11.1	33.5
5 ⁺	4	22.2	36.4
6 ⁺	3	16.7	39.8
7 ⁺	2	5.6	44.0

4 野生细鳞鲑的价值评估

野生细鳞鲑属水生国家重点保护野生动物，对其鉴定评估依据《水生野生动物及其制品价值评估办法》（农业农村部令 2019 年第 5 号）执行（以下简称办法）。具体评估计算为：总价值 = 物种基准价值标准 X 保护级别系数 X 发育阶段系数 / 繁殖力系数 X 涉案部分系数 X 物种来源系数

X 总量。

4.1 计算公式中的因子阐述

a 物种基准价值标准 -- 野生细鳞鲑 1000 元 / 尾。《办法》第 10 条规定：“如某一物种在附表中未列明基准价值，则参照附表所列与其同属、同科或同目的最近似物种基准价值标准核算。”附表《水生野生动物基准价值标准目录》中秦岭细鳞鲑 1000 元 / 尾。

b 保护级别系数 -- 野生细鳞鲑保护级别系数 5。根据《国家重点保护野生动物名录》中规定：野生细鳞鲑属所有种为国家二级重点保护野生动物。野生细鳞鲑保护级别系数按照《办法》第 4 条规定执行：“国家重点保护野生动物二级的保护级别系数为 5”。

c 发育阶段系数 / 繁殖力系数根据涉案动物所处的发育阶段系数确定。成体系数为 1；幼体系数不超过 1，根据繁殖力、成活率、发育阶段等因素确定（具体可由专家出具意见）。

野生细鳞鲑成鱼体长达 33cm 以上的为成鱼（含本数），发育阶段系数为 1；体长 15cm ~ 33cm 间的幼鱼发育阶段系数为 0.6（含 15cm, 不含 33cm）；体长小于 15cm 的稚鱼发育阶段系数为 0.2。理由依据：一是野生细鳞鲑为濒危物种，其价值远非其它水产品可比，具有重要的保护意义；二是细鳞鲑在我国北方主要活动在黑龙江省各水系及其发源地河流中，而《黑龙江省水产资源繁殖保护条例》第 11 条规定细鳞鲑体长 33cm（一市尺）可捕捞，为成鱼，这亦是主要参考依据；三是《办法》第 7 条中规定“系该物种主要利用部分的，涉案部分系数不应低于 0.7”，体长 15cm ~ 33cm 间的幼鱼其价值不低于“该物种主要利用部分”的事实，考虑到细鳞鲑养殖成功，人工繁育个体体系数为 0.5，实际工作中按涉案部分发育阶段系数 0.6 为宜；四是《SC/T1133-2016 细鳞鱼》水产行业标准中规定，“性成熟年龄：雌鱼 3⁺ 龄，雄鱼 2⁺ 龄”。而“雄鱼 2⁺ 龄”的体长为“33.4cm”，鉴于野生细鳞鱼生长较慢，所以力荐野生细鳞鱼成鱼体长按 33cm 为起点；五是野生细鳞鱼 1 龄以下稚鱼 15cm^[2]；六是《办法》第 8 条第 2 款中规定“其它物种来源的人工繁育个体及其制品，物种来源系数为 0.5，从列入人工繁育名录物种的人工繁育个体体系数为 0.25”，野生细鳞鱼稚鱼其价值远高于人工养殖物种来源，依此野生细鳞鱼在幼鱼中 1 龄以下的稚鱼发育阶段系数为 0.2 较为适宜。

4.2 案例

a 简要案情。2022 年 6 月 5 日，内蒙古大兴安岭森林公安局 XX 公安分局在执勤巡逻中，发现王 XX 在位于内蒙古大兴安岭国有林区 XX 林业局 XX 林场 X 林班 XX 小班河道内电鱼，非法捕鱼渔获物疑似细鳞鲑死体 46 尾。内蒙古大兴安岭森林公安局 XX 分局要求对涉案渔获物的物种、保护级别和动物价值以及生态修复进行鉴定、评估。

b 检验鉴定。根据细鳞鱼形态特征比对，检材 46 尾

疑似细鳞鱼为鲑形目鲑科细鳞鲑属细鳞鲑 (*Brachymystax lenok*)。

c 检材的保护级别。涉案渔获物野生细鳞鲑为国家二级重点保护水生野生动物。

d 动物整体价值评估。检材细鳞鲑 46 尾。其中，鱼体长 33cm 以上 8 尾、体长 15cm ~ 33cm 间 35 尾、体长 15cm 以下 3 尾。王 XX 涉案电击渔获物整体价值 (见表 6)。

e 生态环境修复价值评估。根据《非法捕捞案件涉案

物品认(鉴)定和水生生物资源损害评估及修复办法(试行)》(2021年1月4日,农业农村部印发,自2021年1月22日起实施)第16条规定:“对于电鱼、毒鱼、炸鱼等严重违法捕捞行为,除捕捞的渔获物外,直接损害还应综合当地渔业资源状况,评估已致死但未被捕获的水生生物的价值,其价值可按照实际查获渔获物价值的三倍至五倍计算”;第17条规定:“对于电鱼、毒鱼、炸鱼等严重违法捕捞行为,按照不低于水生生物资源直接损害十倍计算间接损害”。

表 6 王 XX 电击鱼获物细鳞鱼直接、间接损失价值统计表

物种来源系数	数量(尾)	基准价值(元)	保护级别系数	发育阶段系数	案件来源系数	动物价值(元)	渔获物直接损失(元)	间接损失(不低于直接损失的10倍)(元)
野生 1	8	1000	5	成鱼 1	整体 1	40000	40000x(1+3)	160000x10
野生 1	35	1000	5	幼鱼 0.6	整体 1	105000	105000x(1+3)	420000x10
野生 1	3	1000	5	稚鱼 0.2	整体 1	3000	3000x(1+3)	12000x10
	46					148000	592000	5920000

注:王 xx 电击捕鱼的渔获物的直接损失以渔获物价值 + 三倍渔获物价值计算 (3-5 倍的最低 3 倍计算)。

涉案人王 XX 非法采用电鱼方式捕捞野生细鳞鱼的行为所造成的生物资源损害直接价值为:渔获物价值+渔获物价值 X (3 ~ 5 倍) = 生物资源直接价值。如,按三倍计算,王 XX 非法电细鳞鱼的直接生物资源损害总价值,为:

$$148000 \text{ 元} \times (1+3) = 592000 \text{ 元}。$$

涉案人王 XX 非法电鱼方式捕捞野生细鳞鱼的行为所造成的生物资源间接损害价值:不低于水生生物资源直接损害十倍计算间接损害。如,按十倍计算,王 XX 非法电细鳞鱼的间接生物资源总价值,为:

$$592000 \text{ 元} \times 10 \text{ 倍} = 5920000 \text{ 元}。$$

综上,王 XX 涉嫌危害珍贵濒危野生动物案的生态环境修复价值为 6512000 元 (直接损失 592000 元 + 间接损失 5920000 元)。

参考文献

[1] 《SC/T1133-2016细鳞鱼》水产行业标准。
 [2] 董崇智 夏重志等《呼玛河细鳞鲑种群生态学特征及资源保护》(1997年5月《水产学杂志》中国水产科学研究院黑龙江水产研究所)。
 [3] 李延松、董崇智等《黑龙江上游黑龙江段细鳞鲑渔业生物学研究》(2004年5月,《水产杂志》中国水产科学研究院黑龙江水产研究所)。

Mechanisms for the Final-Stage Technology Transfer of Agricultural Innovations under Industry-University-Research Collaboration

Wei Wei

Nanchang Anlian Agricultural Technology Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330299, China

Abstract

This study investigates the mechanisms of final-stage technology transfer of agricultural innovations in China, addressing the gap between research outcomes and practical application. Using Nanchang Anlian Agricultural Technology Co., Ltd. as a case study, the paper develops an integrated model comprising brand agency, technology implementation, and network coverage from the perspective of industry-university-research (IUR) collaboration. By examining practical challenges such as supply-demand mismatches, the study identifies key transfer mechanisms and demonstrates the effectiveness of a service-provider-led model in increasing agricultural productivity, reducing production costs, and improving environmental performance. Based on the findings of the case analysis, the paper proposes relevant recommendations to improve the effectiveness of final-stage technology transfer of agricultural innovations.

Keywords

Industry-University-Research (IUR) collaboration; Agricultural technology transfer; Service-provider-led model

基于产学研合作视角的农业科技成果“最后一公里”转化机制研究

威玮

南昌市安联农业科技有限公司，中国·江西 南昌 330299

摘要

本研究聚焦中国农业科技成果转化“最后一公里”脱节问题，以南昌市安联农业科技有限公司为例，从产学研合作视角构建“品牌代理+技术落地+网络覆盖”三位一体模式。通过分析供需错配等现实困境，揭示关键转化机制，验证服务商主导型模式在增产、降本及环境效益上的有效性，并提出相关对策建议以供参考。

关键词

产学研合作；农业科技成果转化；服务商主导模式

1 引言

农业现代化是国家现代化进程中的关键环节，而农业科技成果转化则是推动农业高质量发展的核心动力。然而，当前我国农业科技成果转化率偏低，“最后一公里”脱节现象突出，科研成果与田间实际需求难以有效衔接，制约了农业技术进步与产业升级。产学研合作作为破解这一难题的重要路径，通过整合政府、高校、企业等多方资源，为技术转化提供了新范式^[1]。本研究以南昌市安联农业科技有限公司为案例，系统分析其构建的“三位一体”转化模式，旨在揭示服务商主导型机制在破解“最后一公里”困境中的实践逻辑与理论价值。

2 产学研合作与农业科技转化的理论基础

产学研合作与农业科技转化有着坚实的理论基础。三重螺旋理论为农业科技转化提供结构化分析框架，强调政府、高校与企业动态协同，政府营造环境、高校产出创新成果、企业推动技术落地，突破单一主体局限，强化转化系统性与可持续性^[2]。知识转移与扩散理论聚焦新技术从研发到应用的流动，需历经高校显性化隐性知识、企业嵌入知识载体、基层人员与农户实现场景化应用三阶段，信任机制等构建对技术落地很关键。农业社会化服务体系以专业化分工构建全链条网络，农业科技企业居中枢，承担技术集成等功能，与高校等合作转化碎片化技术，依托基层网络形成商业化推广模式，借助数字化平台优化匹配度，提升转化效率，推动农业服务转型升级，为转化提供实践路径。

【作者简介】威玮（1982-），男，中国江西九江人，本科，从事农业科技管理研究。

3 农业科技成果转化“最后一公里”的现实困境分析

农业科技成果转化“最后一公里”面临诸多现实困境。首先是供需错配，农业社会化服务体系虽搭建起全链条服务网络，农业科技企业处于核心枢纽，承担技术集成等职能，但科研成果与田间实际种植需求仍存在断层。其次是信任壁垒，农户对新技术有天然风险厌恶，企业虽通过与高校等合作整合科研成果，转化为系统性方案，依托基层网络采用“技术+农资”捆绑模式加速普及，借助数字化平台优化匹配精度，但信任问题仍阻碍转化。最后是服务缺失，传统农资流通体系存在“卖产品而不卖技术”的局限，通过以企业为中枢的转化模式，提升了转化效率，推动农业服务模式变革，从单一产品销售转向综合服务模式，为农业科技转化提供了可复制推广的实践路径。

4 南昌安联“三位一体”转化模式的构建

4.1 体系架构

南昌安联农业科技有限公司构建的“三位一体”转化模式，以品牌代理为物质基础、技术落地为核心驱动、网络覆盖为组织保障，形成“产品—服务—渠道”三位协同的闭环系统。品牌代理层面，公司通过与瑞德丰、利民控股等头部农资企业建立独家代理关系，整合优质农药、化肥、种子等资源，确保技术载体的高标准供给；技术落地层面，公司以“全周期解决方案”替代单一产品销售，将测土配方、精准用药、病虫害综合防治等技术嵌入农资应用场景，形成“技术+产品”的捆绑式服务；在网络覆盖层面，公司依托“150+”乡镇科技服务站构建基层服务网络，将传统零售点升级为集技术咨询、示范推广、用户反馈于一体的综合性平台。三者的协同运作，既解决了科研成果与农资产品的脱节问题，又通过基层网络实现了技术服务的“最后一公里”触达，形成了“上游资源整合—中游技术集成—下游服务延伸”的完整链条。

4.2 产学研深度融合

安联公司通过与江西农业大学、樟树农校等科研机构建立长效合作机制，推动产学研合作从“短期项目制”向“长期生态化”转型^[3]。在合作模式上，公司突破传统“企业出题、高校解题”的单向路径，构建“需求共研—技术共创—成果共享”的双向互动机制：一方面，公司基于田间一线数据提炼技术需求（如区域性病虫害防治难点），与高校联合申报省级重点研发计划，确保科研方向与实际需求高度契合；另一方面，高校将实验室成果（如新型生物农药配方）交由公司进行中试放大与田间验证，公司则通过乡镇网点收集农户反馈，形成“实验室—中试田—示范区”的迭代优化闭环。此外，公司联合高校共建技术转化实训基地，将乡镇服务站打造为农技人员实践课堂，通过“田间指导—案例复盘—技

能认证”的标准化培训体系，累计培养基层技术员200余名，有效解决了技术推广中“人才断层”问题。这种深度融合模式，不仅缩短了技术转化周期（平均缩短40%），更通过“产学研用”一体化机制，提升了科研成果的田间适配性与商业化价值。

4.3 “150+”乡镇网点的触角作用

安联公司以乡镇零售点为基础，通过“硬件升级+服务赋能”双轮驱动，将其改造为科技服务工作站，构建起覆盖南昌市主要农业区的基层服务网络。在硬件建设上，公司统一为网点配备土壤检测仪、病虫害智能诊断设备、技术宣传屏等数字化工具，并设置示范田、培训室、咨询台等功能分区，形成“展示—检测—培训—服务”一体化空间；在服务内容上，工作站突破传统农资销售职能，提供“四免一包”标准化服务：免费土壤检测、免费技术咨询、免费示范田观摩、免费田间指导，以及包产包效的全程解决方案。例如，针对水稻种植户，工作站基于土壤检测数据生成个性化施肥方案，并通过APP实时推送施肥提醒与病虫害预警；针对果蔬种植户，工作站联合高校专家开展“田间学校”培训，示范生物防治、水肥一体化等绿色技术。截至2023年，150余个工作站累计服务农户超5万户，技术采纳率达82%，带动区域农药化肥使用量下降15%，农户亩均增收300元。这种“网点即服务站”的模式，不仅解决了基层技术推广“最后一公里”的物理断点，更通过标准化服务流程与数字化工具，实现了技术传播的精准化与可持续化。

5 安联实践中的关键技术转化机制分析

安联公司在实践中形成了关键技术转化机制。技术集成机制上，构建“技术集成—场景适配—产品绑定”逻辑，以水稻病虫害防治为例整合多技术形成全链条服务，采用模块化设计依农户需求灵活搭配，解决单一技术“孤岛化”问题，增强成果可操作性与经济性。信任构建机制方面，针对信任缺失阻碍农户采纳新技术的问题，通过“效果可视化—数据可追溯—服务可评价”闭环设计破解，在推广、应用、评价阶段分别采取建示范田、开发数字化平台、引入满意度评分系统等措施，形成动态优化机制，降低信息不对称与风险感知，提升农户信任度与采纳意愿。服务网络机制中，以乡镇服务站为基层节点，经“人员专业化—流程标准化—工具数字化”升级构建高效转化网络，联合高校开展认证计划确保人员服务能力，制定操作手册并开发APP实现流程线上管理，配备智能设备等，使服务站转型为前沿阵地，大幅提升服务农户数量与技术转化效率。利益共享机制上，通过“收益分成—风险共担—长期合作”激发产学研各方积极性，在收益分配上奖励科研团队并与企业按增量分成，风险共担上设立基金补偿农户损失，长期合作上签订协议明确目标并深化绑定，使各方从“短期交易”转向“长期共生”，为技

术转化可持续性提供制度保障。

6 安联模式的转化成效评估

安联模式成效显著，在技术采纳、生态效益与产学研协同创新方面均取得积极进展。据南昌市农业农村局 2023 年统计，安联服务覆盖区域测土配方施肥、精准用药技术采纳率分别达 82%、76%，较推广前大幅提升，水稻种植户亩均增产 8.2%、增收 320 元，果蔬种植户亩均增收超 500 元，有效破解了“技术先进但效果有限”的转化困境。该模式推动区域农业生态持续改善，服务区农药使用量较全市平均水平低 18%，化肥利用率提高至 42%，土壤有机质含量年均提升 0.15 个百分点，化学农药使用频次减少 30%，为可持续发展奠定基础。安联模式通过利益共享与服务网络构建了产学研用深度融合的创新生态，高校与科研机构技术成果转化周期缩短至 1.5 年，农资企业新产品市场占有率提升 25%，基层技术员服务能力标准化率达 90%，形成“需求反馈—技术升级—服务优化”闭环，提升了技术转化效率与质量，强化了区域农业科技创新整体竞争力。

7 结语

南昌安联“三位一体”转化模式通过技术集成、信任构建、服务网络与利益共享四大机制，有效破解了农业技术转化中“技术适配性弱、农户采纳意愿低、服务可持续性差”等核心难题，实现了技术采纳率、农户收益与生态效益的协同提升，为产学研用深度融合提供了可复制的实践范式。未来需进一步强化政策支持，如设立专项基金引导社会资本参与基层服务网络建设；深化数字技术应用，通过物联网与大数据优化技术匹配精度；完善人才培育体系，建立“高校—企业—基层”三级联动培养机制，以持续释放农业技术转化的创新动能，推动区域农业高质量发展。

参考文献

- [1] 邹海明.产学研合作助力新农科人才培养[N].贵州教育报,2025-12-12(T04).
- [2] 本刊综合整理.以产学研深度融合助力云南加快发展——访中国产学研合作促进会会长王建华[J].中国科技产业,2025,(08):21.
- [3] 张旭达.农业产学研合作问题研究[J].农业科技创新,2025,(19):75-77.

Standardized Development of Under-Forest Economy in State-Owned Forest Farm of Lufeng City, Chuxiong Prefecture: Challenges and Optimization Strategies

Ping Liu

State-Owned Forest Farm of Lufeng City, Lufeng, Yunnan, 651214, China

Abstract

This paper takes the State-Owned Forest Farm of Lufeng City as the research subject, deeply explores the challenges encountered in the standardized development of its under-forest economy, and proposes targeted optimization strategies. Through field investigation and analysis of relevant data from the State-Owned Forest Farm of Lufeng City, combined with the macro background of under-forest economic development in Yunnan Province, this study systematically reviews the current status, problems, and constraints of the under-forest economy in Lufeng City's state-owned forest farms. The research finds that the under-forest economy in Lufeng City faces several difficulties in its development process, including insufficient awareness, low competitiveness of business entities, incomplete industrial chains, and unclear roles in integrating and supporting local farmers. In response to these issues, this paper proposes specific optimization strategies from aspects such as policy support, resource integration, entity cultivation, industrial chain extension, and improvement of mechanisms for integrating and assisting farmers. The aim is to provide theoretical support and practical reference for the standardized development of the under-forest economy in Lufeng City, promote high-quality development of the under-forest economy, and contribute to the implementation of the rural revitalization strategy.

Keywords

State-Owned Forest Farm of Lufeng City; Under-Forest Economy; Standardized Development; Challenges; Optimization Strategies

楚雄州禄丰市国有林场——林下经济规范化发展的困境与优化对策探究

刘屏

禄丰市国有林场，中国·云南禄丰 651214

摘要

本论文以禄丰市国有林场为研究对象，深入探讨其林下经济规范化发展过程中面临的困境，并提出针对性的优化对策。通过对禄丰市国有林场的实地调研和相关数据的分析，结合云南省林下经济发展的宏观背景，系统梳理了禄丰市国有林场林下经济发展的现状、问题及制约因素。研究发现，禄丰市国有林场林下经济在发展过程中面临着思想认识不足、经营主体竞争力不强、产业链不完善、联农带农作用不明显等困境。针对这些问题，本文从政策支持、资源整合、主体培育、产业链延伸、联农带农机制完善等方面提出了具体的优化对策，旨在为禄丰市国有林场林下经济的规范化发展提供理论支持和实践参考，推动禄丰市林下经济高质量发展，助力乡村振兴战略的实施。

关键词

禄丰市国有林场；林下经济；规范化发展；困境；优化对策

1 引言

随着我国经济社会的快速发展和生态文明建设的不断推进，林下经济作为一种新型的林业发展模式，逐渐成为实现林业增效、林农增收、生态增优的重要途径。云南省作为我国林草资源大省，拥有丰富的林地资源和独特的生态环境，为林下经济的发展提供了得天独厚的条件。近年来，云南省高度重视林下经济的发展，出台了一系列政策措施，推动林下经济产业规模不断扩大，产业效益逐步提升。禄丰市作为云南省楚雄州下辖的一个县级市，林地资源丰富，森林覆盖率较高，发展林下经济具有良好的基础和潜力。禄丰市国有林场作为禄丰市林业资源的重要组成部分，在保护森林资源、推动林业产业发展等方面发挥着重要作用。然而，在林下经济规范化发展的过程中，禄丰市国有林场也面临着诸多困境和挑战，如思想认识不足、经营主体竞争力不强、产

境，为林下经济的发展提供了得天独厚的条件。近年来，云南省高度重视林下经济的发展，出台了一系列政策措施，推动林下经济产业规模不断扩大，产业效益逐步提升。禄丰市作为云南省楚雄州下辖的一个县级市，林地资源丰富，森林覆盖率较高，发展林下经济具有良好的基础和潜力。禄丰市国有林场作为禄丰市林业资源的重要组成部分，在保护森林资源、推动林业产业发展等方面发挥着重要作用。然而，在林下经济规范化发展的过程中，禄丰市国有林场也面临着诸多困境和挑战，如思想认识不足、经营主体竞争力不强、产

【作者简介】刘屏（1976-），女，彝族，中国云南禄丰人，专技八级，从事林下经济种植研究。

业链不完善等，这些问题严重制约了禄丰市国有林场林下经济的健康发展。因此，深入研究禄丰市国有林场林下经济规范化发展的困境与优化对策，对于推动禄丰市林下经济高质量发展，助力乡村振兴战略的实施具有重要的现实意义。

2 禄丰市国有林场基本情况

2.1 林场规模与布局

禄丰市国有林场位于云南省楚雄州禄丰市，备案面积约27.1万亩，范围覆盖多个乡镇，下设五个管护所：大平地、红卫岗、雕翎山、石灰山、盘龙山。

各管护各具特点，例如：大平地管护所：地处东北，地势平坦、土壤肥沃，适宜规模化林下种植；红卫岗管护所：位于西南山区，地形复杂、气候垂直差异大，利于林下养殖和特色经济作物种植^[1]；雕翎山管护所：毗邻自然保护区，森林覆盖率高，生态环境好，适合发展森林旅游和林下采集。

林场整体布局兼顾生态保护与经济效益，各管护所相对独立又相互协作。然而，部分管护所因历史与自然条件限制，存在交通、水电等基础设施短板，制约了林下经济发展。未来需优化布局、完善基础设施，以推动林下经济规范化发展^[2]。

2.2 森林资源现状

禄丰市国有林场森林覆盖率达92.82%，远高于全国平均水平，生态条件良好。主要森林类型包括针叶林（以杉木、松树为主）、阔叶林（低海拔区域，主要为栎类、樟树）和混交林（复杂山区，生物多样性高）^[3]，为发展林下种植和养殖提供了多样化的资源基础。但目前仍存在以下问题：

1. 资源利用效率低，部分资源未充分转化为经济效益；
2. 林下经济活动缺乏科学规划，存在过度开发与生态干扰；
3. 树种结构单一（人工林以杉木、松树为主），林分稳定性差，易受病虫害与自然灾害威胁。

这些问题不仅制约了林下经济发展，还对森林生态系统的可持续性构成潜在风险。

3 禄丰市国有林场林下经济规范化发展面临的困境

3.1 思想认识不足

部分林场管理人员和职工对林下经济规范化发展的重要性认识不足，缺乏长远发展眼光。一些人认为林下经济只是林业生产的副业，对其重视程度不够，投入的人力、物力和财力有限。同时，部分林农对林下经济的认识也存在误区，认为林下经济投入大、风险高，收益不稳定，参与林下经济发展的积极性不高。此外，一些地方政府对林下经济的宣传推广力度不够，导致社会各界对林下经济的了解和认识不足，影响了林下经济的发展氛围。

3.2 经营主体竞争力不强

禄丰市国有林场林下经济经营主体以小规模种植户和

个体工商户为主，缺乏具有较强竞争力的龙头企业。全市现有林草企业（合作社）94户，经营（种植户）1827户，但仅有嘉园绿化1户省级龙头企业，99%的市场主体小、散、弱，带动效应不明显。这些小规模经营主体普遍存在资金短缺、技术落后、管理水平低等问题，难以实现规模化、标准化生产，产品质量和市场竞争力的不高。同时，由于经营主体之间缺乏有效的合作与沟通，难以形成合力，应对市场风险的能力较弱。

3.3 产业链不完善

禄丰市国有林场林下经济产业链条较短，主要集中在种植、养殖等初级生产环节，深加工和精加工环节薄弱，产品附加值低。大部分林下经济产品以原材料或初级加工产品的形式销售，缺乏品牌建设和市场推广，难以形成市场竞争力。例如，禄丰市的中药材产业主要以出售种苗和原材料为主，缺乏中药材深加工企业，产品附加值不高；野生菌产业主要以鲜品销售为主，缺乏加工和保鲜技术，产品保质期短，市场范围有限。此外，林下经济产业链上下游之间缺乏有效的衔接和配套，如种苗供应、技术服务、物流配送等环节存在短板，影响了产业链的整体效益。

3.4 联农带农作用不明显

禄丰市国有林场林下经济在发展过程中，联农带农机制不完善，带富能力强的林业经营主体不多。部分企业与农户之间的利益联结机制不紧密，存在“企业赚钱、农户吃亏”的现象。一些企业在与农户合作过程中，只注重自身利益，忽视了农户的合理诉求，导致农户参与林下经济发展的积极性不高。同时，由于缺乏有效的培训和指导，农户的种植、养殖技术水平较低，产品质量和产量难以保证，影响了农户的收入。此外，部分地区林下经济发展与乡村振兴战略的结合不够紧密，未能充分发挥林下经济在促进农民增收、推动农村发展等方面的作用。

3.5 资金投入不足

林下经济发展需要大量的资金投入，包括种苗采购、基础设施建设、技术研发、市场推广等方面。然而，禄丰市国有林场林下经济发展面临着资金投入不足的问题。一方面，政府对林下经济的财政投入有限，难以满足林下经济发展的实际需求。另一方面，由于林下经济项目投资周期长、风险高，社会资本参与林下经济发展的积极性不高，融资渠道狭窄。此外，部分林农和经营主体自身资金积累有限，难以承担林下经济发展的前期投入，制约了林下经济的规模化发展^[4]。

3.6 技术支撑薄弱

禄丰市国有林场林下经济发展在技术支撑方面存在薄弱环节。一是缺乏专业的技术人才。林场和林农普遍缺乏林下种植、养殖、加工等方面的专业技术人才，难以掌握先进的生产技术和管理经验。二是技术研发和推广力度不够。与科研院所的合作不够紧密，缺乏对林下经济新品种、新技术、

新模式的研发和推广,导致林下经济发展的科技含量不高。三是技术服务体系不完善。缺乏有效的技术培训和指导机制,林农在生产过程中遇到问题难以得到及时有效的解决,影响了林下经济的发展质量和效益。

4 禄丰市国有林场林下经济规范化发展的优化对策

4.1 提高思想认识,加强宣传推广

组织林场人员开展林下经济专题培训,提升认识、强化责任,将其作为可持续发展战略扎实推进^[5]。加强对林农的宣教培训,普及知识技术,增强其参与积极性。并利用媒体宣传发展成效与经验,提升知名度。通过举办展销会、推介会等活动搭建产销平台,促进产品销售。同时,加强与周边地区交流合作,借鉴先进经验,推动林下经济发展。

4.2 培育壮大经营主体,提升市场竞争力

加大对林下经济龙头企业的扶持力度,通过政策、资金、技术等支持,培育竞争力强、带动力足的龙头企业。鼓励企业兼并重组、扩大规模,支持开展产学研合作,提升创新能力与产品质量。引导龙头企业通过“公司+基地+农户”等模式,带动农户发展,实现互利共赢。鼓励成立林农专业合作社,提高组织化程度。加强对合作社的指导服务,帮助完善管理、提升能力,支持其开展标准化生产、品牌建设和市场销售。促进合作社之间的合作交流,实现资源共享、优势互补,共同推动林下经济发展。

4.3 完善产业链条,提高产品附加值

4.3.1 强化产品精深加工

扶持企业引进先进设备与技术,推动林下产品精深加工,以中药材、野生菌等为重点,延长产业链,提升附加值。加强加工企业监管,确保产品质量安全。

4.3.2 推进品牌建设

鼓励企业、合作社创建自主品牌,提升产品知名度。依托地方特色资源,打造“禄丰中药材”“禄丰野生菌”等系列品牌。加强品牌保护,打击假冒伪劣,维护市场信誉。

4.3.3 拓展市场渠道

开展市场调研,按需调整产品结构。支持线上线下结合销售,拓展电商平台、参加展销活动。深化与经销商、零售商合作,建立稳定销售网络。

4.4 完善联农带农机制,促进农民增收

建立紧密的企业与农户利益联结机制,通过订单合同、保底收购、利润返还等形式保障农户收益。鼓励企业向农户提供种苗、技术、资金等支持,提升农户生产能力与收入,并加强监管,维护双方合法权益。

组织专业技术人员深入田间,开展种植、养殖与加工等实用技术培训与现场指导,提升农户生产技能。建立常驻技术服务团队,及时解决农户生产问题。推动科研院所、高

校与企业、合作社开展合作,加强技术研发与推广,为林下经济提供有力技术支撑。

4.5 加大资金投入,拓宽融资渠道

政府应加大财政支持,设立林下经济专项发展资金,重点支持基地建设、技术研发、品牌打造和市场推广。整合并倾斜使用各类涉农资金,如将退耕还林、低效林改造等项目与林下经济发展结合,提高资金效益。并鼓励金融机构创新金融产品与服务,加大信贷支持力度,推出林权抵押贷款、项目专项贷款等,满足资金需求。探索开展林下经济保险,降低产业风险。同时支持企业通过发债、上市等多渠道融资,拓宽资金来源。

4.6 加强技术支撑,提高科技含量

深化与科研院所、高校的合作,建立产学研协作机制,共同研发推广林下经济新品种、新技术、新模式。例如联合云南农业大学等机构开展中药材育种、野生菌保育等研究,鼓励科研人员深入一线指导,促进成果转化。完善林下经济技术服务体系,设立技术服务中心,配备专业人员,为林场和林农提供技术咨询、培训与推广服务。运用互联网等信息技术搭建服务平台,提高服务便捷性。同时加大科技投入,支持企业和科研机构开展关键技术攻关,如智能化种养技术、产品深加工技术等,提升生产效率与附加值。加强知识产权保护,激励专利、商标等申报,增强创新积极性。

5 结论

本论文通过对禄丰市国有林场林下经济规范化发展的困境与优化对策进行研究,得出以下结论:禄丰市国有林场林下经济发展具有良好的基础和潜力,但在发展过程中面临着思想认识不足、经营主体竞争力不强、产业链不完善、联农带农作用不明显、资金投入不足、技术支撑薄弱等困境。针对这些问题,本论文从提高思想认识、培育壮大经营主体、完善产业链条、完善联农带农机制、加大资金投入、加强技术支撑等方面提出了具体的优化对策。通过实施这些对策,有望推动禄丰市国有林场林下经济规范化发展,提高林下经济的质量和效益,实现林业增效、林农增收、生态增优的目标。

参考文献

- [1] 王卉.国有林场林下经济发展现状与对策[J].林业勘查设计,2021,50(2):60-62.
- [2] 许晓军;王冬根.以国有林场为主体的林下经济的尝试[J].现代园艺,2021,44(1):93-94.
- [3] 黄新妹.国有林场发展林下经济存在的问题及对策研究[J].花卉,2021,(8):238-239.
- [4] 张辰旭;张亚楠;赵眉芳.国有林场发展林下经济存在的问题及对策[J].现代农业科技,2019,(7):150-150.
- [5] 黎进先.国有林场林下经济发展模式及有效对策[J].乡村科技,2021,12(1):95-96.

Legal improvement of the agricultural industry chain from the perspective of farmers' rights and interests protection - based on the empirical analysis of Chengde sea buckthorn industry

Man Yang Qixuan Zhang Jiaxin Li Yujie Liu

Hebei Normal University, Shijiazhuang, Hebei, 050024, China

Abstract

Under the background of comprehensively promoting rural revitalization, the industrial chain of characteristic agricultural products has become an important carrier to activate the rural economy and promote farmers' income. This article takes the sea buckthorn industry in Chengde, Hebei Province as an empirical sample. Through literature research, field research and data analysis, it focuses on the three core rule of law issues of the protection of farmers' rights and interests, land transfer compliance, and the legal status of collective economic organizations in the development of grass-roots industries. The study found that the Chengde sea buckthorn industry has achieved remarkable results by adopting the model of "enterprise + base + rural collective economy + farmers". However, in legal practice, there are still problems such as imperfect protection mechanism for farmers' rights and interests, irregular land transfer procedures, and vague legal positioning of collective economic organizations. Based on this, this article puts forward a specific path to build a legal guarantee system for the whole process of the agricultural industry chain from the four dimensions of legislative improvement, law enforcement strengthening, judicial guarantee, and law popularization, and provides practical reference for the construction of the rule of law in the revitalization of rural industries.

Keywords

protection of farmers' rights and interests; agricultural product industry chain; land circulation; collective economic organization; rural rule of law

农民权益保障视角下农产品产业链的法律完善——基于承德沙棘产业的实证分析

杨曼 张绮璇* 李佳欣 刘玉洁

河北师范大学, 中国·河北 石家庄 050024

摘要

全面推进乡村振兴背景下, 特色农产品产业链已成为激活农村经济、促进农民增收的重要载体。本文以河北承德沙棘产业为实证样本, 通过文献研究、实地调研与数据分析, 聚焦基层产业发展中农民权益保障、土地流转合规性、集体经济组织法律地位三大核心法治问题。研究发现, 承德沙棘产业采用“企业+基地+农村集体经济+农户”模式取得显著成效, 但在法律实践中仍存在农民权益保障机制不健全、土地流转程序不规范、集体经济组织法律定位模糊等问题。基于此, 本文从立法完善、执法强化、司法保障、普法宣传四个维度, 提出构建农产品产业链全流程法律保障体系的具体路径, 为乡村振兴中的法治建设提供实践参考。

关键词

农民权益保障; 农产品产业链; 土地流转; 集体经济组织; 农村法治

1 引言

党的二十大报告明确指出: “全面建设社会主义现代化国家, 最艰巨最繁重的任务仍然在农村。”实现农业农村现代化, 必须坚持产业振兴为首要抓手。近年来, 各地积极探索依托本地资源禀赋发展特色产业, 推动农业由传统粗放式经营向集约化、品牌化、全产业链方向转型升级。河北省承德市围场满族蒙古族自治县作为华北生态屏障区, 立足防风固沙与生态修复需求, 大力发展沙棘产业。

【基金项目】河北师范大学大学生创新创业训练计划项目 (项目编号: 202510094006)。

【作者简介】杨曼 (2004-), 女, 中国河北保定人, 本科, 从事法学研究。

【通讯作者】张绮璇 (2005-), 女, 蒙古族, 中国河北承德人, 本科, 从事法学研究。

然而，在沙棘产业快速发展的背后，法治保障体系滞后的问题日益凸显。实地调研显示，57.0%的农户对沙棘产品的了解仅停留在“知晓”层面，对产业链中的权利义务认知模糊；38.7%的种植户反映土地流转合同条款不完整，存在权利义务不对等情形；62.3%的村集体经济组织负责人表示其法律地位不明确，在产业链合作中难以有效维护农户权益。这些问题不仅制约了沙棘产业的可持续发展，更直接影响农民的获得感与幸福感，成为乡村产业振兴的法治瓶颈。

本文以承德沙棘产业为实证基础，深入剖析农产品产业链发展中的法治困境，探索法律完善路径，以期在基层产业振兴提供坚实的法治保障。

2 承德沙棘产业发展与农民权益保障的实证考察

2.1 产业发展与农民权益保障现状

承德沙棘产业集中于围场县北部山区，种植面积80余万亩，年产原果6万吨，形成“育苗种植—加工研发—销售拓展”全产业链。当地以龙头企业为核心，采用“企业+基地+农村集体经济+农户”模式，企业负责研发、加工与销售，基地落实标准化管理，村集体整合资源、协调分配，农户通过土地流转、务工获得多元收入。政策上，沙棘产业被纳入“三北”工程重点规划，获资金补贴、贷款贴息等支持；市场上，产品涵盖6大系列170余种，远销10余个国家和地区，成为乡村振兴特色支柱产业。

尽管成效显著，农民权益保障仍面临多重法治挑战。一是土地流转程序不规范，存在信息披露不足、代签协议等问题，超20年的流转期限还暗藏失地风险。二是村集体经济组织法律地位模糊、权责不清，财务与议事制度缺失，易引发收益分配不公、资金挪用等矛盾。三是企农契约关系不对等，合同条款偏向企业，农民议价与维权能力弱。【1】四是社保与风险补偿机制缺位，部分务工农民未被足额参保，农业保险覆盖率低、理赔标准模糊。

2.2 法治建设现状

从制度供给来看，承德市依托《乡村振兴促进法》《农村土地承包法》等上位法，制定了沙棘产业发展规划、土地流转管理办法等配套政策，为产业发展提供了基本制度遵循。在实践层面，部分村镇通过签订标准化土地流转合同、成立农民专业合作社、建立利益联结机制等方式，初步构建了产业发展的法治框架。例如，围场县沙棘产业联合体通过与农户签订保底收购合同，保障了种植户的基本收益；村集体经济组织通过集体决议方式规范土地流转程序，维护了集体与农户的共同利益。【2】

然而，调研数据显示，沙棘产业的法治建设仍存在明显短板。在农民权益保障方面，仅33.6%的农户表示了解自身在产业链中的合法权益，28.5%的农户反映在利益分配中存在被克扣、拖欠款项的情况；在土地流转方面，41.2%

的流转合同未明确流转期限、租金调整机制等核心条款，19.7%的流转行为未履行备案程序；在集体经济组织方面，73.5%的农户不清楚集体经济组织的法律性质与职能定位，导致其在产业链合作中难以有效发挥协调监督作用。这些问题表明，承德沙棘产业的法治保障体系尚未完全建立，农民权益保障仍面临诸多现实挑战。

3 立法实践：构建系统化的涉农权益保障法律体系

针对沙棘产业链暴露的突出问题，亟需从立法层面进行系统完善。

3.1 明确集体经济组织法人地位与治理结构

现行《民法典》第五十五条规定农村集体经济组织依法取得法人资格，但配套实施细则尚未出台，导致其在银行开户、税务登记、合同签订等方面遭遇障碍。建议尽快制定《农村集体经济组织条例》，明确以下内容：

1. 法人属性界定：赋予其特别法人地位，独立承担民事责任；
2. 成员资格认定标准：建立动态登记制度，防止“空挂户”侵占权益；
3. 内部治理机制：规定股东（成员）大会为最高权力机构，理事会执行日常事务，监事会履行监督职责；
4. 财务公开制度：强制要求定期公示资产负债表、利润分配方案等信息，接受村民查询与审计。

通过立法赋权，真正实现“还权于民”，提升集体经济组织规范化运作水平。【3】

3.2 完善土地流转法律规范，强化程序正义

应修订《农村土地承包法》实施细则，增设土地经营权流转的强制性程序要求：

1. 前置告知义务：流转前须向每位承包户送达书面通知，载明用途、期限、价格、支付方式等核心条款；
2. 自愿签署原则：禁止任何形式的代签、强迫签约，推行“一户一签”制度；
3. 最长期限限制：建议经营权流转期限不得超过15年，到期后重新协商，保障农民土地回转权利；
4. 备案审查机制：乡镇政府应对流转合同进行合法性审查，重点核查是否存在显失公平条款。

同时，探索建立“土地经营权抵押融资”制度，允许农民以流转合同作为信用凭证申请贷款，激活沉睡资产。

3.3 制定《农产品产业链权益保障条例》

建议由农业农村部牵头起草专门法规，统一规范产业链各环节主体行为：

1. 明确企业与农户之间的合同范本，设置最低收购价、履约保证金、争议调解机制；
2. 规定龙头企业社会责任，包括优先雇佣本地劳动力、保障安全生产条件、定期披露社会责任报告；

3. 设立“农民权益代表人”制度，在重大产业项目决策中引入第三方律师或公益组织参与协商。

通过专项立法填补制度空白，实现从“运动式扶持”向“法治化治理”转变。

4 执法强化：健全基层行政执法与监管机制

法律的生命在于实施。仅有完善的立法不足以解决问题，必须依靠强有力的执法体系确保规则落地。

4.1 压实乡镇政府监管责任

乡镇政府是连接上级政策与基层实践的关键节点。应在现有农经站基础上设立“农村产权与合同监管办公室”，配备专职人员，履行以下职能：

1. 审核辖区内土地流转、合作社设立、集体资产处置等事项；
2. 建立电子台账系统，实现土地流转、项目投资、收益分配全过程留痕管理；
3. 开展常态化巡查，及时发现并纠正违规行为。

对因监管失职造成重大经济损失的，依法追究行政责任。

4.2 加强市场监管与反垄断执法

针对龙头企业可能形成的市场支配地位，市场监管部门应重点关注：

1. 是否存在压低原料收购价、排挤中小加工商的行为；
2. 是否滥用品牌优势进行虚假宣传或价格欺诈；
3. 是否违反《反不正当竞争法》实施商业贿赂或捆绑销售。

对于涉嫌垄断行为的企业，依法启动调查程序，必要时引入第三方评估机构进行成本核算与定价合理性分析。

4.3 推动跨部门协同执法

建立由农业农村、自然资源、生态环境、人社、税务等部门组成的“涉农联合执法专班”，每年开展一次专项整治行动，重点查处：

1. 违法占用耕地从事非农建设；
2. 拖欠农民工工资；
3. 逃避社保缴纳义务；
4. 虚开发票偷逃税款等违法行为。

通过联合惩戒机制，形成高压态势，倒逼企业守法合规经营。

5 司法保障：畅通农民维权通道与多元化解纷机制

当权利受到侵害时，司法是最后一道防线。然而，农民普遍面临诉讼成本高、举证难、执行难等问题。为此，需构建便捷高效的司法服务体系。

5.1 设立“乡村振兴巡回法庭”

在县级法院设立专门审判庭或派出巡回法庭，下沉至

重点产业园区，实行“就地立案、就地审理、就地调解”。对涉及土地流转、合同纠纷、劳动争议等案件开通绿色通道，优先受理、快速裁决。

推广“要素式审判”模式，简化文书格式，降低农民理解门槛；探索小额诉讼程序适用，标的额10万元以下案件一审终审，缩短维权周期。

5.2 完善人民调解与仲裁机制

充分发挥村人民调解委员会作用，培训一批懂法律、懂产业的“乡土调解员”，协助化解邻里矛盾、合同纠纷。对于调解不成的案件，引导进入农村土地承包仲裁委员会仲裁程序。

建议扩大仲裁范围，将集体经济组织收益分配、企业违约赔偿等纳入可仲裁事项，并赋予仲裁裁决强制执行力。

5.3 强化法律援助与公益诉讼支持

将农产品产业链纠纷纳入法律援助目录，对低收入农户免费提供律师代理服务。鼓励高校法学院、公益律所组建“乡村法治服务团”，定期下乡开展公益咨询。

对于侵害众多农民合法权益的行为（如大规模毁约、环境污染），检察机关应依法提起民事公益诉讼，维护公共利益。

6 普法宣传：提升农民法治素养与权利意识

“知法才能守法，懂法才会用法。”法治建设不仅要靠制度供给，更要依靠全民法治信仰的养成。

6.1 开展“菜单式”法治宣传教育

改变过去“发传单、挂横幅”的形式主义做法，采取农民喜闻乐见的方式进行精准普法：

1. 制作《沙棘产业法律问答》漫画手册，图文并茂讲解土地流转、劳动合同、产品质量等常识；
2. 拍摄短视频剧集《老张种沙棘》，通过真实案例演绎常见法律风险；
3. 组织“法律大篷车”下乡巡演，穿插情景剧、有奖问答等形式增强互动性。

6.2 培育“法治带头人”

在每个行政村选拔1-2名文化程度较高、群众基础好的村民，参加由司法局组织的“农村法律明白人”培训，重点学习《民法典》《土地管理法》《消费者权益保护法》等实用法律知识。经考核合格后颁发证书，协助村两委处理日常法律事务。

6.3 推动法治文化融入乡村生活

利用农家书屋、文化广场、广播站等阵地，开设“法治角”“每周一案”栏目；举办“法治文艺汇演”“法律知识竞赛”等活动，营造尊法学法守法用法的良好氛围。

鼓励村规民约加入合法合规条款，如“不得强迫流转土地”“集体分红必须公开透明”等，实现自治与法治深度融合。【4】

7 结论

特色农产品产业链的健康发展是乡村产业振兴的关键，而完善的法治保障是农民权益保护、产业规范发展的核心支撑。承德沙棘产业的实证分析表明，农产品产业链在发展过程中面临农民权益保障机制不健全、土地流转合规性不足、集体经济组织法律地位模糊等法治困境，这些问题严重制约了产业的可持续发展与农民权益的实现。

解决上述问题，需要从立法、执法、司法、普法等多个维度构建完善的法律保障体系。在立法层面，应完善农民权益保障、土地流转、集体经济组织等相关法律制度，明确各方权利义务；在执法层面，应强化联合执法，加强对产业链的监管；在司法层面，应优化司法服务，畅通权益救济渠

道；在普法层面，应提升相关主体的法律意识与维权能力。通过系统的法律完善，为农产品产业链发展营造良好的法治环境，实现产业振兴与农民权益保障的良性互动，为全面推进乡村振兴提供坚实的法治保障。

参考文献

- [1] 李长健, 杨婵. 订单农业发展中的问题与对策[J]. 长安大学学报(社会科学版), 2011, 13(3): 121-124.
- [2] 陈小君. 我国农地流转的法制向度与规则再造[J]. 中国农村经济, 2024(10): 45-58.
- [3] 任大鹏, 等. 基于完善农民专业合作社法律制度的农业产业安全保障[J]. 中国农村观察, 2011(5): 72-80.
- [4] 司法部. 全国“八五”普法规划(2021-2025)[Z]. 北京: 法律出版社, 2021.

Application of Green Pest Control Technologies in Urban Park Maintenance

Tao Liu

Baoding Forest and Grassland Ecological Park, Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization, urban parks have become an integral part of citizens' daily lives. Park greening not only enhances urban aesthetics but also plays a crucial role in climate regulation and air purification. However, pest and disease issues frequently compromise the health of green vegetation and landscape quality, even posing threats to ecological security. To effectively reduce chemical pesticide usage and improve green ecological environment quality, green pest control technologies have emerged. This paper analyzes common pest and disease types in urban parks and explores the application of green pest control technologies in maintenance. The study demonstrates that biological control, physical control, and ecological regulation techniques exhibit significant efficacy in pest management, effectively reducing environmental pollution and ensuring the ecological sustainability of urban greening.

Keywords

urban park; pest and disease; green control technology; greening maintenance; ecological environment

城市公园常见病虫害绿色防控技术在绿化养护中的应用

刘涛

保定市林草生态园, 中国·河北保定 071000

摘要

随着城市化进程的加快, 城市公园成为市民日常生活的重要组成部分。公园绿化不仅美化了城市环境, 还起到了调节气候、净化空气的作用。然而, 病虫害问题常常影响着绿化植被的健康与景观效果, 甚至威胁到生态安全。为了有效减少化学农药的使用, 提升绿色生态环境质量, 绿色防控技术应运而生。本文通过分析城市公园常见的病虫害类型, 探讨了绿色防控技术在绿化养护中的应用。研究表明, 生物防治、物理防治、生态调控等绿色防控技术在病虫害治理中具有显著的效果, 能够有效减少环境污染, 保证城市绿化的生态性和可持续性。

关键词

城市公园; 病虫害; 绿色防控技术; 绿化养护; 生态环境

1 引言

城市公园是现代城市生态系统的重要组成部分, 承担着改善空气质量、提供市民休闲娱乐等多重功能。然而, 随着城市化进程的推进, 公园绿化面临着越来越多的挑战, 其中病虫害问题尤为突出。病虫害不仅破坏了绿化植物的生长, 影响了景观效果, 还可能导致生态系统的失衡。传统的化学防治虽然能迅速控制病虫害, 但其过度使用导致了环境污染和生物多样性的下降。因此, 绿色防控技术作为一种新兴的病虫害治理方法, 得到了广泛关注。绿色防控技术通过利用生态、物理和生物方法, 减少对环境的负面影响, 成为现代城市公园病虫害管理的重要手段。本文将探讨城市公园常见病虫害的类型及其绿色防控技术的应用, 分析其效果及

优势, 为未来城市绿化养护提供参考。

2 城市公园常见病虫害的类型及危害

2.1 常见的病害类型

城市公园的绿化植物种类繁多, 随着植物种类的多样化, 病害的种类也呈现出多样性。常见的病害类型主要包括真菌病、细菌病和病毒病等。例如, 白粉病是由真菌引起的常见病害, 它会在植物叶片上形成一层白色粉末状物质, 影响植物的光合作用, 导致叶片枯黄, 严重时可致植物死亡。灰霉病则是由一种真菌引起, 主要影响植物的花朵和果实, 特别是在高温环境下容易爆发。这些病害不仅抑制植物的正常生长, 还可能导致植株枯萎, 减少植物的观赏价值, 从而影响公园绿化效果。细菌性病害如细菌性斑点病也对园林绿化植物造成较大影响, 特别是在雨季, 高温环境易加重病情。病毒病则通过昆虫传播, 难以彻底根除, 给病害防治带来更大的挑战。

【作者简介】刘涛(1980-), 男, 中国河北保定人, 本科, 从事林业工程研究。

2.2 常见的虫害类型

虫害是城市公园绿化中的另一个主要问题，尤其是蚜虫、白蜡虫、毛虫等害虫，它们对植物的危害具有广泛性和破坏性。蚜虫通过吸食植物汁液，削弱植物的生长活力，甚至导致植物枯死。蚜虫的存在还会分泌蜜露，吸引其他害虫，形成恶性循环。白蜡虫和毛虫等害虫则通过吞噬植物的叶片、枝干等部位，影响植物的生长和发育，甚至导致植株的死亡。此外，部分害虫还通过传播病原微生物，如病毒、细菌等，加剧病害的蔓延。这些害虫不仅影响植物的健康，降低公园景观质量，还增加了公园绿化管理的难度，因此害虫的防治是确保绿化植物生长健康的关键。

2.3 病虫害的危害性

病虫害对城市公园的影响不仅表现在植被的损害上，还可能破坏生态平衡，进而影响公园内外生态系统的稳定。病虫害的爆发往往会导致大规模的绿化植被损失，进而改变植物群落结构，使得一些植物种类逐渐减少或消失，降低了生物多样性。例如，某些病虫害的快速传播可以导致公园内特定植物种类的消失，影响原本稳定的生态环境。更严重的是，一旦病虫害得不到有效控制，可能会影响到整个公园的生态功能，包括空气净化、调节气候等基本功能。此外，病虫害的扩散不仅影响公园景观，还可能威胁到周边生态环境，甚至向其他绿化区域蔓延，造成广泛的损害。因此，及时、有效的病虫害防控不仅是保障公园绿化效果的需求，也是维护城市生态安全的重要措施。

3 绿色防控技术概述

3.1 生物防治技术

生物防治是利用自然敌害控制病虫害的一种有效方法，其主要手段包括引入天敌、寄生性昆虫以及使用生物制剂等。通过引入瓢虫来控制蚜虫的数量，或使用捕食性昆虫如草食性天敌控制毛虫等，生物防治能够精准地针对特定害虫进行治疗，避免了对其他生物的不良影响。除了昆虫天敌外，微生物制剂也是生物防治的一个重要手段，例如利用杀虫性真菌控制害虫。

3.2 物理防治技术

物理防治技术通过物理手段如光波、温度、气流、声波等对病虫害进行控制。这些技术常见的应用包括使用黄色粘虫板吸引并捕捉害虫，利用网罩将害虫与植物隔离，或通过高温蒸汽直接杀灭植物上的病菌。物理防治的最大优势在于避免了化学农药的使用，从而降低了环境污染和对非靶标生物的伤害。通过精准控制害虫数量，物理防治可以有效减少害虫的扩散，同时保障了植物的生态安全。随着科技的发展，物理防治技术不断创新，智能化设备逐渐应用于害虫监测和控制，提升了防治效率。这些技术的结合使得物理防治在城市公园和绿化养护中得到了越来越广泛的应用，成为现代病虫害管理的重要手段。

3.3 生态调控技术

生态调控技术通过优化环境条件，提高植物的自然抵抗力，从而减少病虫害的发生。这一技术的核心在于通过合理的植物配置和生态环境管理，增强生态系统的自我调节能力。例如，在公园绿化中，可以通过合理种植不同种类的植物，增强生态多样性，减少单一物种所带来的病虫害风险。采用多样化的栽培模式，通过植物间的自然相互作用形成自我防御机制，进一步降低病虫害的入侵。生态调控的优势在于其低成本、长效性和可持续性，能够在不依赖外部化学品的情况下，通过生态系统自身的调节保持病虫害的平衡。该技术适用于大规模的绿化环境，能够有效减少化学防治手段的使用，实现长期的病虫害管理和生态保护。

4 绿色防控技术在城市公园绿化中的应用

4.1 生物防治在病虫害治理中的应用

生物防治在城市公园绿化中取得了显著的应用效果，尤其在控制蚜虫等常见害虫方面。以瓢虫控制蚜虫为例，瓢虫不仅能够有效减少蚜虫数量，还具有高度的选择性，它们只以害虫为食，因此对其他有益生物如蜜蜂和蝴蝶几乎没有影响。这种生物防治手段避免了传统化学农药的污染问题，能够长期保持生态平衡。此外，天然植物提取物，如烟草和薄荷，也被广泛应用于防虫。这些植物提取物不仅能够驱赶害虫，还具有天然的抗菌、抗真菌效果，能够有效减少病害的发生。这些生物防治技术在城市公园的应用，不仅提高了病虫害治理的环保性，还增强了公园绿化的可持续性。

4.2 物理防治技术的创新应用

随着科技的不断进步，物理防治手段在城市公园的应用也逐渐创新。例如，通过利用自动化光源系统来吸引和捕捉害虫，物理防治方法的精准性得到了提高。这些光源系统通过模拟害虫的自然诱因，达到快速控制虫害的目的。同时，智能温控系统也开始在公园绿化中得到应用，通过调节公园内的气候条件，减少病虫害的发生。例如，通过控制温度和湿度，抑制病菌的生长，或通过空气流动调节，防止虫害的传播。喷雾系统结合温控技术，使得喷洒防治剂更加精准和高效，能够在特定时段和区域进行目标性防治，从而最大限度减少农药的使用，减轻环境负担，提高防治效果。

4.3 生态调控技术的实践应用

生态调控技术作为一种长期有效的防控策略，逐渐在城市公园的绿化养护中得到了广泛应用。通过合理优化公园内植物的配置，实施多层次植物布局，有助于增强绿化植物的抗病虫害能力。例如，草本、灌木和乔木的合理搭配能够在空间上形成层次分明的生态屏障，既能减少虫害的传播，又能提高植物对不良环境的适应性。生态调控还通过引入本地物种，避免了外来物种的过度竞争，减少了外来害虫的入侵，从而提高了整个生态系统的稳定性和抵抗力。通过生态调控，城市公园能够实现更自然、更健康的病虫害防治方式，

避免了过度依赖外部干预，促进了绿化环境的可持续发展。

5 绿色防控技术的优势与挑战

5.1 绿色防控的优势

绿色防控技术相较于传统的化学防治方法，展现出显著的生态与社会优势。首先，绿色防控技术以其环保性脱颖而出，能够显著减少化学农药的使用，减轻环境污染。过度使用化学农药不仅对水源、土壤和空气造成长期影响，还威胁生物多样性，尤其是非靶标物种的生存。绿色防控通过生物控制、物理手段和生态调节，能够更好地维持生态平衡，保护其他有益生物，避免因农药污染导致的物种灭绝或栖息地破坏。其次，绿色防控的可持续性使其在病虫害治理中更具长远效益。通过优化生态环境和利用自然敌害，绿色防控技术能够在长期内维持稳定的防治效果，避免了单次施药造成的效果衰退。绿色防控方法还具有成本优势，尤其是在针对长期病虫害管理时，可以大大减少对化学农药的依赖，降低总体运营成本。最后，绿色防控技术对人类和动物的危害较小。生物防治手段往往对人类和动物无害，且其影响周期短，较少引发毒性反应，从而保障了公园及周边居民的安全。

5.2 绿色防控的挑战

尽管绿色防控技术具有诸多优势，但在实际应用中 also 面临一些挑战。首先，生物防治技术的应用效果受环境因素的影响较大。温度、湿度、气候等因素可能直接影响生物天敌的繁殖与存活，导致防治效果出现波动。在实践中，生物防治需要较长的观察期来确认其效果，并且要应对生态系统中其他变量的干扰。此外，绿色防控方法在大规模应用时，可能存在技术复杂、实施成本较高的问题。尤其是在城市公园这种大面积的绿化环境中，如何有效应用物理防治（如网罩、光波装置等）和生物防治技术，确保覆盖范围广泛、效率高，是当前的一大技术难题。生态调控技术虽然具备较强的长效性，但其实施起来相对复杂。因为生态调控不仅仅是单一的防治手段，还需要考虑到整个公园的生态结构、植物种类的选择以及微环境的调节。这需要专业的知识和较长时间的投入，且在短期内难以看到显著成果。因此，如何提高绿色防控的操作性与普适性，以及如何降低其实施的经济成本，依然是绿色防控技术推广中的重要难题。

5.3 绿色防控技术的未来发展

随着科技的迅速发展，绿色防控技术的未来呈现出智

能化、精确化的趋势。未来，随着大数据、物联网、人工智能等技术的应用，绿色防控将在病虫害监测、数据分析和防控方案实施方面变得更加智能化。例如，通过高精度的传感器实时监测植物健康状况与病虫害发展趋势，系统将自动调整防控策略，减少不必要的干预，提高防治效果。此外，精准农业和生态保护理念的结合，将使得绿色防控技术能够更精确地实施，以最小的干扰获得最大的防治效果。同时，绿色防控技术的未来发展将更加注重多样化与生态多功能性，未来的技术不仅解决单一的病虫害问题，还将优化整体生态环境。随着全球生态环境保护意识的提高，绿色防控将成为城市公园绿化管理的主流模式。特别是在人口密集、环境复杂的城市中，绿色防控技术不仅能够提高绿化质量，还能有效增强城市生态韧性，推动可持续城市发展。综合考虑科技创新、政策支持以及公众环保意识的提升，绿色防控技术将在未来的城市绿化中发挥越来越重要的作用。

6 结语

城市公园病虫害问题已成为影响城市绿化质量和生态环境的重要因素。绿色防控技术通过生物防治、物理防治和生态调控等手段，为病虫害治理提供了可持续且环保的解决方案。尽管绿色防控技术在实际应用中仍面临一定的挑战，但其在减少环境污染、提高绿化质量方面的潜力不可忽视。未来，随着技术的不断创新与应用，绿色防控将在城市公园绿化养护中发挥越来越重要的作用。为了实现城市绿化的可持续发展，绿色防控技术的推广与优化仍需不断深入研究与实践。

参考文献

- [1] 王江伟,李永胜.常见园林植物病虫害防治技术探讨——以潍坊市白浪绿洲国家城市湿地公园为例[J].中国农业文摘-农业工程,2024,36(04):93-96.
- [2] 刘莹.沈阳市口袋公园常见植物病虫害发生情况调查与养护对策探究[J].河北农机,2023,(20):79-81.
- [3] 毕晓叶,栗敏.快速城市化背景下郊野公园常见问题及解决策略——以北京大兴区为例[J].现代园艺,2021,44(08):113-114.
- [4] 李春枝.城市园林植物无公害技术推广应用研究.河南省,驻马店市园林绿化科研所,2015-08-27.
- [5] 王新颖.城市园林花卉常见病虫害防治及养护管理[J].花木盆景,2025,(02):21-22.

Study on Feeding Management and Disease Prevention and Control of Broiler Chickens in Rural Township Farms

Zimin Yu

Huayan Town People's Government, Tongnan District, Chongqing City, Chongqing, 402675, China

Abstract

The brooding period is a critical phase in chicken growth, where feeding management and disease prevention directly impact chick survival rates, production performance, and farming profitability, playing a vital role in the high-quality development of rural poultry farming. Given the characteristics of small-scale operations, limited technology, and weak disease prevention in rural farms, this paper systematically outlines key technical points from four aspects: pre-brooding preparation, environmental control, feeding management, and disease prevention. It also provides optimization suggestions for technical enhancement and operational standardization, offering theoretical and practical references for optimizing brooding models, reducing disease risks, and improving efficiency.

Keywords

township farms; chick rearing period; feeding management; disease prevention and control; precision regulation

乡镇养殖场鸡群育雏期饲养管理及疫病防控研究

于自民

重庆市潼南区花岩镇人民政府, 中国·重庆 402675

摘要

育雏期是鸡群生长关键阶段, 其饲养管理与疫病防控直接影响雏鸡成活率、生产性能及养殖效益, 对乡镇养鸡业高质量发展意义重大。针对乡镇养殖场规模小、技术有限、防疫薄弱的特点, 本文从育雏前准备、环境调控、饲喂管理、疫病防控四方面, 系统阐述关键技术要点, 并给出技术提升、操作规范等优化建议, 为其优化育雏模式、降低疫病风险、提高效益提供理论与实践参考。

关键词

乡镇养殖场; 鸡群育雏期; 饲养管理; 疫病防控; 精准调控

1 引言

乡镇养鸡业是乡村特色产业的重要组成部分, 在助力农户增收、巩固脱贫攻坚成果、推进乡村振兴中作用关键。但乡镇养殖场普遍存在规模偏小、基础设施简陋、养殖人员技术不足、防疫意识薄弱等问题, 而育雏期雏鸡体温调节能力差、免疫力弱, 易受环境与病原侵袭, 导致成活率低、效益受损。育雏期既是鸡群生长“黄金期”, 也是疫病防控“关键期”, 科学管理是鸡群健康与生产性能的基础。基于此, 本文结合乡镇养殖实际, 梳理育雏期饲养管理与疫病防控关键技术, 构建可行技术体系, 为养殖人员提供实操指导, 助力乡镇养鸡产业向标准化、规范化、高效化发展。

2 育雏前充分的准备工作

育雏前(一周)的准备工作是为雏鸡提供安全、舒适、无病原威胁健康环境的前提, 需从雏鸡选购、设施检修、环境消毒、饲料与药品筹备等方面全面落实, 构建育雏基础保障体系。

2.1 雏鸡的科学筛选

雏鸡筛选是养殖起始关键环节, 直接决定群体质量与生产性能。乡镇养殖场应选择正规信誉好的种鸡场, 选购经严格检疫、免疫程序完善的雏鸡, 明确种鸡免疫、健康及遗传背景。现场需挑选羽毛洁净有光泽、眼亮有神、腿部结实、反应敏捷、叫声清脆, 且关节无肿大、脐部愈合良好无渗出物的雏鸡, 抽样称重确保体重均匀。同时凭检疫证明做好源头筛查, 运输前消毒人员与工具, 合理控载、保温防震, 减少应激, 保障雏鸡平稳抵达。

2.2 育雏设施系统性检修, 预防故障与消除隐患

设施检修遵循“预防为主, 检修为辅”原则。需提前

【作者简介】于自民(1987-), 女, 中国重庆人, 硕士, 中级兽医师, 从事兽医研究。

校准温控设备（加热器、保温灯）的探头与仪表，确保精准控温；清洁测试通风设备，保证通风均匀无死角，避免冷风直吹；检查加湿降温系统管路及喷嘴，防止堵塞泄漏；疏通饮水器、料槽管道，清洗消毒水线，满足采食饮水需求。同时检修雏舍地面、墙壁、门窗的密闭性与绝缘性，防止漏风漏雨；排查电力线路老化问题，确保温度、断电等报警装置功能正常，消除各类安全隐患。

2.3 加强环境清理和卫生消毒

育雏期的环境清理与卫生消毒是切断疫病传播途径的关键步骤。养殖管理期间还需定期清理各种污染物和粪便[1]，避免传播各种病原。首先育雏舍应每日及时清除粪便、垫料、杂物等，然后采用物理消毒联合化学消毒的方式进行全方位消毒，应合理选择消毒剂，轮换使用不同作用机理的广谱消毒剂（如碘制剂、过氧化物类、季铵盐），以防耐药性产生。对育雏舍地面、墙壁、设备表面进行喷雾消毒时，确保覆盖所有角落，不留死角。同时要注意对外来人员、车辆、器械的常态化消毒，养殖场出入口设立消毒池（定期更换消毒液）与紫外线消毒间。通过将日常清理与程序化消毒紧密结合，方能最大程度净化育雏环境，有效控制疫病风险。

2.4 饲料与药品筹备

育雏期饲料与药品筹备直接影响雏鸡成活率。饲料需依据雏鸡品种、日龄，选用高营养、细小易消化、维生素与矿物质均衡的开食料，检测新鲜度防霉变，为雏鸡供能、促肠道发育及免疫力提升。药品需筹备法氏囊疫苗、新城疫疫苗等疫苗，高锰酸钾、戊二醛等消毒药，以及抗球虫药、抗生素、电解质，应对疫病与应激。所有药品需核对有效期、分类存放、建立台账，确保规范使用。

3 环境控制：营造适宜生存环境

养殖过程中雏鸡体温调节能力不足，对环境温度、湿度、通风、光照等直接影响参数条件敏感，精准调控育雏环境是保障雏鸡健康生长的核心。

3.1 温度调控

温度是肉鸡、蛋鸡育雏期育生长发育的关键因素，需根据雏鸡日龄逐步调整温度。温度调控需遵循“循序渐进、稳步降温”的原则。1-7日龄雏鸡体温调节能力极弱，鸡舍温度应控制在33-36℃，确保雏鸡抱团取暖但不扎堆；8-15日龄降至31-33℃，之后雏鸡每增加一周龄，育雏舍温度可降温2-3℃，逐步过渡至20-22℃。调控过程中，可观察雏鸡的行为状态，如雏鸡伸脖张口、饮水频繁、采食量下降、呼吸加重，说明温度过高，需及时降温；若拥挤扎堆，缩脚乱叫、睡眠不安并向热源靠近，说明鸡舍温度偏低，则需升温。若雏鸡均匀分布、活动自如、采食正常，说明温度适宜。养殖户要根据鸡舍内雏鸡的精神状态科学调控温度，为雏鸡营造适宜的生长环境。

3.2 湿度调控

湿度是育雏期核心环境因子，直接影响雏鸡成活率、

生长性能及健康，适宜湿度可减少脱水、羽毛干燥等问题，助力生长。其控制遵循“前期偏高、后期逐步降低”原则，1-10日龄适宜湿度60%-65%，10日龄后降至55%-60%。湿度不足时，可通过放置水盆、喷雾增湿；湿度过高需加强通风，及时清理粪便与积水，避免诱发球虫病、腹泻及呼吸道疾病。

3.3 通风调控

育雏舍秋冬季节通风换气非常重要，旨在排出育雏舍内的有害气体（如氨气、二氧化碳、硫化氢等），引入足够的新鲜空气，同时调节舍内温度和湿度。1-3日龄雏鸡体质较弱，以“微通风”为主，可在天气晴朗中午进行短时间、弱强度通风，避免贼风直吹。4日龄后可逐渐延长通风时间，6周龄后可实现全天候适度通风。通风时需优先保障温度稳定防止雏鸡受凉应激，通过合理调控实现通风与保温的平衡。

3.4 光照调控

适宜的光照能促进雏鸡骨骼发育、调节生理节律、提高采食力，还能增强雏鸡的免疫力。调控需遵循“循序渐进、适度适量”的原则，避免强光刺激或光照不足影响雏鸡健康。1-3日龄需采用24小时连续光照，便于雏鸡熟悉环境、采食和饮水，4-7日龄可逐渐减少光照时长至20-22小时，之后若雏鸡发育正常，达到标准，可每周减少2-3小时光照，逐步过渡到自然光照。养殖户需定期擦拭灯泡，定期检查灯泡亮度避免光照强度不足，确保光照均匀。

4 科学饲喂管理

育雏期雏鸡生长发育迅速，代谢旺盛，需提供营养全面、易消化的饲料，落实科学的饲喂管理措施，满足雏鸡营养需求，提升免疫力和生长性能。

4.1 饮水管理

开饮开食是雏鸡饲养的关键第一步，雏鸡出壳后应尽早提供清洁的饮水，确保“先饮水、后开食”，帮助雏鸡补充水分，促进肠道蠕动和残留卵黄吸收。初期可在饮水中添加5%的葡萄糖和0.1%的电解多维，补充能量和电解质，缓解运输应激。

4.2 开食与饲喂

雏鸡初饮水后2-3小时即可开食，开食料选用高蛋白、高能量、易消化的雏鸡开口料，可将饲料撒在干净的开食盘上，引导雏鸡采食。初期饲喂需遵循“少喂多加”的原则，1-3日龄每2-3小时添加一次新鲜饲料，刺激食欲避免饲料残留变质。3日龄后饲喂量需根据雏鸡的采食情况灵活调整，确保雏鸡吃饱但不剩饲料，剩余饲料需及时清理，防止变质。

4.3 营养供给均衡

基层养殖场应选正规国标雏鸡配合饲料，0-8周龄饲料蛋白18%-20%、能量11.7-12.1兆焦/千克。饲料需干燥通风储存，防潮防晒防霉变，定期查质量，变质即停用。可在饲料加蛋氨酸等，或饮水中加益生菌，提升雏鸡生长性能与抵抗力。

5 乡镇鸡群育雏期疫病防控体系构建

育雏期雏鸡免疫力弱，易受新城疫等多种疫病侵袭。疫病防控坚持“预防为主、防治结合”，需构建涵盖环境消毒、免疫接种等科学完善防控体系。

5.1 强化常态化环境消毒

肉鸡育雏阶段，机体抵抗能力相对较差，很容易受各种病原微生物的威胁。养殖场应建立常态化消毒制度，鸡舍内应选择刺激性相对较小的消毒剂，严格进行卫生消毒。鸡舍内每日清理粪便、垫料残渣，保持地面干燥清洁避免传播各种病原。养殖场出入口也需设消毒池，并轮换使用消毒液，避免病原微生物产生耐药性。

5.2 规范免疫接种程序

雏鸡免疫防控环节，养殖管理人员需结合乡镇地区常见疫病类型及正规种鸡场免疫建议制定个性化免疫程序。从有资质的疫苗生产企业和经销商处购买疫苗 [3]，并应

对疫苗的性状、有效期、状态、生产企业、生产批号等进行认真细致的检查。且需根据当地疫病流行严重程度灵活调整免疫时间或增加免疫次数，免疫接种前需核查疫苗有效期与包装完整性，严格按说明书要求稀释使用，接种时规范操作以确保剂量准确、方式正确，避免漏免或重免。接种后需密切观察雏鸡状态，对出现精神萎靡、采食减少等应激反应的个体及时对症处理，严重疫苗反应个体需隔离治疗。

5.3 针对性防治常见疫病

育雏期鸡群常见疫病分为病毒性、细菌性和寄生虫病三类，需针对性防治。病毒性疾病以新城疫、禽流感、法氏囊病为代表，传播迅速、死亡率高，防治核心为预防，除规范免疫接种外，发现疑似病例需立即隔离病鸡、彻底消毒育雏舍并及时上报畜牧兽医部门，严禁随意处置病、死鸡，治疗无特效药，可在兽医指导下用抗病毒药物与免疫增强剂缓解症状、提升抵抗力。细菌性疾病如大肠杆菌病、沙门氏菌病、支原体病，多由环境消毒不彻底、饲料饮水污染或雏鸡体质虚弱引发，需强化环境卫生管理，定期消毒、保障饲料饮水清洁，饮水中可加益生菌调节肠道菌群，发病后需先分离病原做药敏试验，选用敏感抗生素治疗，避免盲目用药引发耐药性。寄生虫病以球虫病最常见，通过污染的饲料饮水传播，导致雏鸡腹泻、粪中带血、生长缓慢，需保持育雏舍清洁干燥，及时清除粪便、避免接触污染垫料，饲料中可加抗球虫药预防，发病后选用敏感药物治疗并补充维生素 K 缓解出血症状。整体防治需兼顾预防与应急处置，全方位筑牢鸡群健康防线。

6 乡镇养殖场育雏期饲养管理与疫病防控提升建议

针对乡镇养殖场技术水平有限、设施简陋、防疫能力薄弱等问题，需从技术提升、操作规范、体系保障三个维度发力，全面提升育雏期饲养管理与疫病防控水平。

6.1 强化养殖人员技术培训

乡镇养殖场养殖人员应积极参加当地农业部门组织的雏鸡养殖技术培训，系统学习科学饲养管理、疫病识别预防、免疫接种操作等知识，掌握环境调控、饲料搭配、应急处置等关键技术。树立“预防为主、精准调控”的科学养殖理念，主动学习先进养殖技术。

6.2 规范养殖操作流程

乡镇养殖场需严格执行科学饲养流程，完善育雏舍通风、供暖、光照、消毒等基础设施，配备精准的环境监测设备（如温湿度计、氨气检测仪）和防疫设备，提升育雏环境的可控性。同时，建立完整养殖档案，为疫病防控和饲养优化提供依据。

6.3 完善防疫保障体系

加强乡镇畜牧兽医服务体系建设，健全基层兽医站服务功能，提升专业技术人员服务能力。养殖场应主动对接基层兽医站，及时获取疫病预警信息和技术支持，完善疫病监测预警机制，定期开展抗体水平检测，提前预判疫病风险。在雏鸡引进、免疫接种、疾病诊治等关键环节寻求专业指导，避免盲目操作造成损失；鼓励乡镇养殖场组建合作社，实现“统一鸡苗、统一标准、统一技术指导、统一防疫、统一销售”的规模化发展模式，提升整体防疫能力和市场竞争力。

7 结论

乡镇养殖场育雏期饲养管理与疫病防控是养殖效益的核心，需统筹落实育雏前准备、环境调控、科学饲喂、疫病防控关键措施。育雏前做好雏鸡筛选、设施检修等基础工作，育雏期动态调整环境参数、保障营养均衡，疫病防控构建消毒、免疫、针对性防治闭环体系。针对发展短板，需强化技术培训、规范流程、完善防疫保障，提升养殖水平。

参考文献

- [1] 王辉. 肉鸡育雏期饲养管理及疫病防治[J]. 中国畜禽种业, 2020, 16(11): 167.
- [2] 钟友刚. 育雏鸡饲养管理技术[J]. 农民致富之友, 2021(18): 138.
- [3] 潘福成. 肉鸡育雏阶段的饲养管理[J]. 畜禽业, 2019, 30(7): 23.

Research and Practice on the Development of Underforest Planting Industry in Yimen County

Yuehui Feng

Yimen County Forestry and Grassland Bureau, Yuxi, Yunnan, 651100, China

Abstract

This paper focuses on the underforest planting industry in the mountainous areas of central Yunnan, specifically Yimen County. Based on field research and case analysis, it systematically reviews the current development status by leveraging forest resource endowments and the advantages of a three-dimensional climate. It also deeply analyzes the policy support system, the dual economic and ecological benefits, and typical development models. The study shows that Yimen County has established an industry pattern integrating “forestry mushrooms, medicinal forestry, and forest tourism” through the mechanism of “Party leadership, market linkage, and farmer cooperation,” with the underforest economy reaching an annual output value of over 300 million yuan in 2024, achieving coordinated development of ecological protection and farmers’ income growth. However, the industry still faces challenges such as insufficient extension of the industrial chain, shortage of technical talent, and underutilization of carbon sink value. Drawing on industry practices including the CCER forestry carbon sink project development process, this paper proposes optimized strategies such as extending deep processing chains, strengthening support from scientific and technical talent, and exploring carbon sink trading pathways to provide a theoretical reference for the high-quality development of Yimen County’s underforest planting industry, and practical models for ecological and economic transformation in similar mountainous counties.

Keywords

Yimen County; underforest planting industry; ecological economy; rural revitalization; carbon trading; industrial chain upgrading

易门县林下种植业发展研究与实践

冯跃辉

易门县林业和草原局，中国·云南 玉溪 651100

摘要

本文聚焦滇中山区易门县林下种植业，基于实地调研与案例分析，系统梳理其依托森林资源禀赋与立体气候优势的发展现状，深入剖析政策支持体系、经济与生态双重效益及典型发展模式。研究表明，易门县通过“党建引领+市场联动+联农带农”机制，构建了“林菌、林药、林旅”融合的产业格局，2024年林下经济年产值超3亿元，实现了生态保护与农民增收的协同发展。然而，产业仍面临产业链延伸不足、技术人才短缺、碳汇价值未充分释放等问题。本文结合CCER林业碳汇项目开发流程等行业实践，提出延伸精深加工链条、强化科技人才支撑、探索碳汇交易路径等优化建议，为易门县林下种植业高质量发展提供理论参考，也为同类山区县域生态经济转型提供实践范式。

关键词

易门县；林下种植业；生态经济；乡村振兴；碳汇交易；产业链升级

1 概述

1.1 研究背景与意义

在生态文明建设与乡村振兴战略深度融合的背景下，林下种植业作为“不砍树也能致富”的生态产业，成为破解山区“生态保护与经济发展”矛盾的关键路径。易门县地处滇中高原，林地面积达185万余亩，森林覆盖率超53.2%，高山立体气候适宜中药材、食用菌等作物生长，具备发展林下种植业的天然优势。深入研究该县林下种植业的

发展模式、成效与瓶颈，不仅能为其产业升级提供科学指导，更能为西南山区县域探索“生态产品价值实现”路径提供可复制经验，对推动林业产业高质量发展、助力乡村全面振兴具有重要现实意义^[1]。

1.2 研究目的与方法

本文旨在全面厘清易门县林下种植业的发展基础、成效与问题，提出针对性优化策略。采用“文献研究+实地调研+案例分析”的综合方法：通过梳理国家及省市林下经济相关政策文件，构建政策支持分析框架；实地走访铜厂乡、浦贝乡等核心产区的种植基地、合作社及加工企业，收集产业规模、经济效益等一手数据；选取典型项目进行深度剖析，总结可推广的发展经验。

【作者简介】冯跃辉（1976-），男，中国云南玉溪人，本科，高级工程师，从事森林资源培育及保护研究。

2 易门县林下种植业发展现状

2.1 自然地理与资源禀赋

易门县位于昆明、玉溪、楚雄三州市交界处，属中亚热带季风气候，年平均气温 16.4℃，年均降雨量 668.5 毫米，日照时长 2000 小时，雨热同季的气候特征与丰富的林地资源，为滇重楼、黄精、羊肚菌等特色作物提供了适宜的生长环境。全县森林覆盖率超 50%，185 万余亩林地中，中幼林占比达 62%，林下空间资源丰富，具备发展立体种植的良好生态基底。

2.2 产业发展规模与布局

近年来，易门县林下种植业规模持续扩张，2024 年形成三大核心产业板块：野生食用菌年产量 1805 吨，产值 2.65 亿元；林下中药材种植面积 2300 亩，产值突破 3266 万元；森林蔬菜产量 583 吨，产值 1684 万元，林下经济总产值超 3 亿元。产业布局呈现“一乡一业、片区集聚”特征：铜厂乡、浦贝乡为中药材核心种植区，重点发展天麻、重楼等品种；野生菌保育促繁基地辐射全县重点林区；“森林人家”集中区串联起采摘体验与休闲观光功能，形成“林上果、林中菌、林下药、林中游”的融合发展格局。

2.3 产业发展模式与主体

易门县创新形成三类核心发展模式：一是“村党总支+村办公司+基地+农户”模式，整合 9 个村委会资源抱团发展，实现村级集体经济增收；二是“企业+合作社+农户”模式，由企业提供种苗、技术与收购保障，降低农户经营风险；三是“林旅融合”模式，培育 56 户森林生态旅游经营户，打造 31 户“森林人家”。同时，培育了一批骨干经营主体，包括省级示范家庭林场 8 户、县级示范户 15 户，“易门羊肚菌”等地理标志产品成为产业名片。

3 易门县林下种植业政策支持体系

3.1 国家及地方政策支撑

国家层面，中央一号文件持续聚焦林下经济，将其作为林业产业转型升级的重要方向；省级层面，《云南省中药材产业高质量发展三年行动工作方案（2025—2027 年）》明确对林下中药材种植的扶持政策^[2]；市级层面出台加快食用菌产业发展的实施意见，县级层面编制“十四五”食用菌产业发展规划，形成“国家引导、省市统筹、县级落地”的三级政策体系^[3]。

3.2 易门县具体扶持措施

政策引领与生态构建：县政府积极组织符合条件的主体申报市级根果粮中药材种植基地，对获批项目给予配套资金与用地优先保障。重点扶持具备“专、精、特、新”特点的农民专业合作社，通过“以奖代补”“先建后补”等方式激发经营活力。创新建立“按贡献分配”的利益联结机制，将政府补贴、企业投资与合作社、农户的生产效益直接挂钩，推动形成“企业带动、合作社组织、农户参与”的紧密型产

业生态圈。

主体培育与规模拓展：常态化开展标准化种植、病虫害防治等实用技术培训，并组织种植大户赴省内外道地产区考察学习。通过政策引导与服务平台建设，规范推动农村土地承包经营权有序流转，集中连片发展药材种植。着力培育本土致富带头人，发挥其示范效应。

资源整合与模式创新：强化基层党组织引领作用，推动全乡 9 个村委会成立产业发展联合体，实现“抱团发展”。系统盘活各村闲置林地、财政沉淀资金等存量资源，整合投入林下经济。重点推进“林药蜂”“林菌药”等立体循环农业示范项目，提升林地综合产出效益，探索生态保护与产业增收协同路径。

要素保障与难题破解：积极引进玉溪玉浦生物科技有限公司等龙头企业，为种植户提供种苗繁育、田间管理、产地初加工等全链条技术服务。同步协调县农村商业银行等金融机构，开展专项授信，2024 年累计提供额度达 450 万元的“惠农 e 贷”“药材贷”等金融产品，有效化解了产业前期投入大、周期长的“技术难、资金难”瓶颈。

4 易门县林下种植业经济效益分析

4.1 产业产值与农民增收

2024 年易门县林下经济年产值超 3 亿元，其中野生食用菌贡献核心产值 2.65 亿元。通过“保底收益+利润分成”“土地入股+劳务务工”等利益联结机制，带动大量农户增收。铜厂乡百亩林下天麻基地预计实现销售收入 210 万元，9 个村村级集体经济年均增收 8 万元，带动 70 余名群众就近就业，其中脱贫户占比 33%，亩均收益可达 3 万元。

4.2 就业带动与社会效应

林下种植、管护、采摘、加工等环节年均吸纳农村劳动力超 2000 人次，实现农村劳动力就地转移。产业发展推动农村基础设施升级，“森林人家”集中区的交通、通信、环境卫生条件显著改善，促进了农村社会和谐稳定，为乡村振兴注入持续动力。

4.3 产业融合与附加值提升

推动“林一菌一旅”深度融合，2024 年森林生态旅游接待游客 7.6 万人次，营业收入 382.36 万元。探索“种植+加工+电商”模式，通过线上平台拓宽销售渠道，部分特色产品实现“从林下到餐桌”的直供模式，初步形成产业融合发展的增值路径。

5 易门县林下种植业生态效益分析

5.1 生态保护与修复

采用“包山养菌”“林药共生”等生态种植模式，不砍树、不毁林，通过森林抚育、林下套种改善林分结构与土壤环境，强化生态修复。种植过程中减少化肥农药使用，降低土地扰动，维护了生物多样性，使森林生态系统功能得到持续优化。

5.2 生态价值转化与碳汇潜力

通过“保育—采摘—旅游”闭环模式，实现生态资源向经济收益的转化。易门县 185 万余亩林地具备巨大碳汇潜力，林下种植模式进一步提升了森林固碳能力，为开发林业碳汇项目、参与碳汇交易奠定了基础，有望成为生态价值实现的新路径。

5.3 生态文化传承

通过举办野生菌交易会、森林采摘体验等活动，弘扬菌文化与生态保护理念，增强群众生态意识。“森林人家”成为生态文化传播载体，让游客在体验中感知“绿水青山就是金山银山”的实践内涵，推动生态文化传承与传播。

6 易门县林下种植业典型案例分析

6.1 铜厂乡林下天麻种植项目

6.1.1 项目背景与实施过程

铜厂乡森林覆盖率达 71.5%，依托高海拔冷凉山区优势，在省级中药材产业政策指导下，推进林下立体种植循环示范项目。采用“村党总支+村办公司+基地+农户”模式，整合 9 个村委会资源，首期试种天麻 30 亩，引进玉溪玉浦生物科技公司提供“统一供苗、统一技术、统一收购”服务。

6.1.2 项目成效与经验启示

项目实现“三方共赢”：村级集体经济年均增收 8 万元，农户获得务工收入与分红，企业稳定获取原料。通过“理论授课+基地实训”模式培育了一批本地种植技术人才，形成“党建引领、资源整合、校企合作、联农带农”的可复制经验，为规模化发展林下中药材提供了实践样本。

6.2 浦贝乡林下中药材种植项目

6.2.1 项目概况与建设内容

项目总投资 5000 万元，采用林下立体套种模式，种植重楼、黄精、白芨等中药材，建设种植示范区、加工仓储区、商品交易区，配套智能灌溉、病虫害监测等基础设施，打造滇中中药材种植孵化基地。

6.2.2 项目优势与发展前景

依托滇中“黄金十字路口”的区位优势、适宜的气候资源与良好的产业基础，项目可实现“种植—加工—销售”全链条运营。建成后预计年加工中药材 500 吨，延伸产业链条，提升产品附加值，成为滇中林下中药材高质量发展的标杆项目。

7 易门县林下种植业发展存在的问题与挑战

7.1 产业链延伸不足，附加值偏低

产业集中于初级产品生产销售，中药材精深加工企业缺失，产品多以原料形式出售；食用菌加工技术落后，产品种类单一，高端品牌少，产业链条短导致附加值未能充分挖掘。

7.2 旅游品质不高，融合深度不够

森林生态旅游以采摘、餐饮等基础项目为主，缺乏森

林康养、科普研学等深度体验产品，客单价仅 50.3 元；旅游基础设施与服务品质有待提升，宣传推广力度不足，市场影响力有限。

7.3 科技支撑薄弱，人才缺口突出

缺乏专业科研团队，中药材种植、食用菌保育等关键技术推广不足；现有从业人员中，具备无人机操作能力的仅 12 人，数据处理与专业技术人才仅 3 人，复合型人才短缺制约产业升级。

7.4 风险应对不足，碳汇开发滞后

受气候、市场波动影响大，缺乏完善的风险预警与农业保险机制；林业碳汇项目开发尚处空白，未形成“生态保护—碳汇生成—交易增收”的价值转化机制，碳汇潜力未充分释放。

8 易门县林下种植业未来发展建议

8.1 延伸产业链条，提升产品附加值

引进培育中药材、食用菌精深加工企业，开发保健品、休闲食品等终端产品；打造区域公共品牌，加强“易门羊肚菌”等地理标志产品推广；完善冷链物流体系，搭建线上线下融合的销售网络。

8.2 深化林旅融合，打造特色 IP

开发森林康养、科普研学、生态摄影等深度体验项目；升级旅游基础设施，提升“森林人家”服务质量；通过新媒体平台开展精准营销，打造“易门林下生态游”特色品牌。

8.3 强化科技支撑，培育专业人才

与科研院校建立产学研合作机制，开展种植技术、加工工艺等关键技术研发；每年开展不少于 4 期技术培训，培育本地种植与加工人才；完善人才引进激励机制，吸引专业技术人才与返乡创业青年。

8.4 探索碳汇交易，拓宽增收渠道

参照 CCER 林业碳汇项目开发流程，编制项目设计文件，完成审定登记，参与全国碳汇交易市场；建立碳汇收益分配机制，让农户共享生态保护红利，实现“生态增绿、农民增收”。

8.5 完善风险机制，强化要素保障

建立市场信息预警平台，引导生产布局；推广林下种植保险，降低自然与市场风险；加大财政投入，完善基础设施，优化营商环境，吸引社会资本参与产业发展。

9 结论与展望

9.1 研究结论

易门县林下种植业依托资源禀赋与政策支持，形成了多模式并存、多产业融合的发展格局，取得了显著的经济、生态与社会效益，探索出山区生态经济发展的有效路径。但仍面临产业链短、科技人才不足、旅游品质不高、碳汇开发滞后等问题，需通过产业链升级、科技赋能、业态创新与机制完善破解发展瓶颈。

9.2 研究展望

未来,随着乡村振兴战略深入推进与生态产品价值实现机制不断完善,易门县林下种植业可通过“精深加工+数字赋能+碳汇交易”实现高质量发展。有望打造成为滇中山区林下经济示范样板,其发展经验将为同类县域提供借鉴,助力全国林下种植业绿色低碳转型与乡村全面振兴。

参考文献

- [1] 国家林业和草原局. 全国林下经济发展指南(2021—2030年)[EB/OL]. (2021-11-17)[2026-01-08]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/04/content_5655829.htm
- [2] 云南省人民政府. 云南省中药材产业高质量发展三年行动方案(2025—2027年)[EB/OL]. (2024-12-24)[2026-01-08]. https://nync.yn.gov.cn/html/2025/zuixinwenjian_0110/1416988.html
- [3] 玉溪市人民政府. 关于加快食用菌产业发展的实施意见[EB/OL]. (2021-07-05)[2026-05-27]. https://www.yn.gov.cn/ztgg/lqhm/lqzc/zszc/202202/t20220221_236749.html

Occurrence regularity and integrated control strategy of major crop diseases and insect pests under climate change

Shumin Liu Feng Tao Tianyuan Chu Zhibing Yang Xiaori Cui

Shijiazhuang Agricultural Technology Extension Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

Climate change has significantly impacted the stability of agricultural ecosystems and food security, primarily manifested in the increased frequency, expanded distribution, and intensified severity of pest and disease outbreaks. Rising temperatures, altered precipitation patterns, and frequent extreme weather events have led to new trends in major food crops such as rice, wheat, and corn, including earlier occurrence periods, prolonged duration, regional expansion, and enhanced pest resistance. This study systematically analyzes the influence of climatic factors on the reproduction, migration, and epidemic mechanisms of pests and diseases by integrating climate and field monitoring data from the past two decades, revealing their spatiotemporal evolution patterns. The research demonstrates that temperature increases accelerate pest generation turnover, while humidity fluctuations disrupt the host-pathogen balance. In response to these challenges, the study proposes a comprehensive management strategy centered on ecological regulation, precision monitoring, biological control, and green pesticide reduction. It establishes an integrated “monitoring-alert-control” system to provide scientific evidence for pest management and food security under climate change conditions.

Keywords

climate change; pest and disease patterns; food crops; integrated pest management; ecological agriculture

气候变化背景下主要粮食作物病虫害发生规律及综合防治策略

刘书敏 陶峰 楚天元 杨志兵 崔晓日

石家庄市农业技术推广中心, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

气候变化对农业生态系统的稳定性与粮食安全造成了显著影响, 主要体现在病虫害发生频率、分布范围及危害程度的加剧。气温升高、降水格局变化及极端气候事件频发, 使水稻、小麦、玉米等主要粮食作物的病虫害呈现出发生期提前、持续期延长、区域扩展与抗药性增强等新趋势。本文结合近二十年气候与田间监测数据, 系统分析气候因子对病虫害繁殖、迁移及流行机制的影响, 揭示其时空演变规律。研究表明, 升温促进害虫世代更替, 湿度波动改变寄主与病原平衡。针对新形势, 提出以生态调控、精准监测、生物防治和绿色减药为核心的综合治理策略, 构建“监测—预警—防控”一体化体系, 为气候变化条件下的病虫害治理与粮食安全保障提供科学依据。

关键词

气候变化; 病虫害规律; 粮食作物; 综合防治; 生态农业

1 引言

全球气候变化显著影响农业生产体系, 温度升高、降水异常及极端气候事件频发, 改变了作物生长环境与病虫害生态格局。病虫害作为农业生态系统中最敏感的指标, 其发生与气候密切相关。FAO 数据显示, 全球约 30%—40% 的粮食损失与病虫害有关, 气候变暖加剧了这一趋势。我国主要粮食作物如水稻、小麦、玉米等在升温背景下, 稻飞虱、小麦条锈病、玉米螟等病虫害呈现北移、提前和加重特征。

研究表明, 平均气温每升高 1℃, 稻飞虱繁殖代数增加 0.5 代, 异常气候年份病虫害损失率上升约 15%。本文在分析气候因子影响机制的基础上, 探讨主要粮食作物病虫害的发生规律与分布变化, 提出综合防治与适应性管理策略, 为农业应对气候变化提供理论支撑。

2 气候变化对主要粮食作物病虫害发生规律的影响

2.1 气温升高对病虫害种群动态的促进作用

气温升高是影响病虫害发生规律的首要因素。较高温度可加速害虫的发育进程, 缩短世代间隔, 提高繁殖频率。以稻飞虱和玉米螟为例, 在年均气温上升 0.8℃ 的条件下,

【作者简介】刘书敏 (1976—), 女, 中国河北石家庄人, 本科, 中级, 从事农学研究。

其繁殖世代增加约1—2代，迁飞范围扩大至更高纬度地区。高温还增强病原真菌的侵染力与繁殖速率，如稻瘟病原菌在28—30℃条件下孢子形成量比常年增加约20%。与此同时，温度升高导致作物抗病性下降，叶片角质层变薄、蒸腾速率加快，为病原侵染提供了生理通道。这种“双向效应”使得病虫害危害周期更长、爆发更频。

2.2 降水变化对病虫害传播环境的影响

降水量与湿度直接影响病原菌的存活率和传播机制。高湿环境有利于叶面病害的扩散，如小麦赤霉病、水稻纹枯病在持续湿润的气候条件下呈爆发性增长。降水减少或干旱条件下，地下害虫如地老虎、蛴螬活动增强，对根系伤害加重。此外，降雨分布不均易导致“旱涝交替”，改变土壤微生物生态结构，间接影响病原菌竞争关系。例如，干旱期有益菌数量减少，水涝期病原真菌迅速繁殖，形成交替性侵害，增加病虫害防控难度。

2.3 极端气候事件对病虫害迁移与暴发的驱动作用

极端高温、强风暴和异常暖冬等事件改变了害虫越冬与迁飞路径。暖冬导致害虫越冬存活率上升，迁飞性害虫如黏虫、稻飞虱的早春种群基数显著增加。强风系统与台风过程为病原孢子长距离传播提供了媒介，加速了病害的区域扩散。气候异常条件下，作物生长节律紊乱与病虫害繁殖周期叠加，形成“灾害共振”效应，使防治窗口期缩短、防控成本上升。

3 主要粮食作物病虫害的时空分布变化特征

3.1 空间分布的北移与高海拔扩展趋势

气候变暖正重塑农作物病虫害的空间格局，使害虫栖息区逐步向高纬度和高海拔地区迁移。由于气温升高导致的生态适生带北移，害虫种群的越冬界限和繁殖边界不断突破传统分布范围。小麦条锈病在近十年内北移近300公里，已对原本气候冷凉、风险较低的地区构成威胁。玉米螟等高温适应性害虫在东北平原和西北旱区的发生频率显著上升，表现出明显的扩区趋势。青藏高原和川西高原等高寒地带过去由于低温限制，病虫害较少发生，而随着平均气温上升、积温增多，玉米黏虫、草地贪夜蛾等害虫开始在此类地区建立稳定种群。这种分布格局的变化意味着病虫害监测与防控体系需向北方与高原地区延伸，传统防控模式面临气候适应性调整的迫切需求。

3.2 时间分布的提前与持续期延长

气候升温改变了害虫与病原的发育节律，使其生命周期明显提前并延长。冬季变暖导致越冬种群存活率上升，春季温度快速回升又使害虫的繁殖和迁飞提前10—20天。以稻飞虱为例，其迁飞高峰期由原来的6月中旬提前至5月底，促使早期田间种群密度迅速攀升。水稻稻瘟病、小麦赤霉病等病害的初发期也普遍提前7—10天。与此同时，生长季的延长使病虫害繁殖代数增多，危害期由原本的2—3个月延

展至3—5个月，田间防控频次显著增加。持续高温与湿度波动加剧的背景下，病虫害的代际重叠现象更加突出，造成管理成本与防治风险同步上升。这种时序变化不仅增加了农业投入压力，也对气象预警与防治调度提出了更高要求。

3.3 群落结构变化与抗药性增强趋势

气候变化正加速病虫害群落结构的动态演替。高温、干旱及极端天气频发的条件下，原本占优势的害虫种群受抑制，而适应隐蔽生境与干热环境的害虫，如叶螨、蓟马和潜叶蝇等逐渐成为主导种群。长期高温还改变了害虫的生理代谢水平，加快了抗药基因的选择积累与扩散速度。监测数据显示，稻纵卷叶螟对氯虫苯甲酰胺类农药的抗性年增长率约为12%—15%，导致防治效果持续下降。化学防治依赖度高的地区更容易形成抗药性“热点区”，使传统农药防控体系面临失效风险。同时，气候变动引发病原群落结构多样化，部分潜伏性病原真菌如镰刀菌、腐霉菌逐渐成为主要致病因子。群落动态变化的趋势要求防治体系从依赖化学控制向生态综合调控转变，通过作物抗性育种、生物防治与生态恢复等手段，构建稳定高效的气候适应型防控模式。

4 气候变化下病虫害防治的生态调控机制

4.1 农业生态系统的多样性调节作用

农业生态系统的多样性是防控气候变化背景下病虫害风险的重要生态基础。通过优化种植结构、调整作物布局，可增强系统的稳定性与自我调节能力。合理的轮作、间作与复种模式能有效破坏害虫的寄主连续性，降低病原菌在土壤与作物残体中的存活概率。例如，在稻麦轮作体系中引入绿肥或豆科作物，不仅改善了土壤通气性和微生物群落结构，还通过固氮作用促进土壤肥力恢复，从而间接抑制病原真菌的繁殖。田边和田间生境的多样化配置亦是生态防控的重要环节。种植花卉植物可吸引食蚜蝇、寄生蜂等天敌昆虫，在农田内部形成“作物—天敌—寄主”的多层次食物链关系，使害虫种群维持在生态阈值之下。研究表明，作物多样性越高，系统对外界扰动的抗性越强，对极端气候事件下的病虫害暴发具有显著抑制作用。这一生态调节机制构成了气候适应型农业体系的重要支撑。

4.2 生物防治与生态修复的融合机制

在气候变化导致病虫害频发和抗性增强的背景下，生物防治与生态修复的融合成为实现可持续防控的关键路径。利用赤眼蜂、丽蚜小蜂、食蚜蝇等天敌释放技术，可有效降低害虫繁殖速率；施用哈茨木霉、枯草芽孢杆菌等拮抗微生物，可在植物根际形成保护层，阻断病原侵入通道。生态修复措施如施用有机覆盖物、种植护田草带，不仅改善了田间微气候环境，降低了地表温湿波动，还为有益生物提供了栖息地，从而强化了生态系统的自我修复能力。农田植被恢复与生物多样性提升可显著减少气候异常时期的病虫害传播几率，使生态防控体系在极端气候条件下依然保持韧性。综

合实践表明,生态修复型生物防治可在三至五年内实现农药使用量减少30%以上,同时提升土壤健康与作物抗逆性,构建出“防控—修复—循环”一体化生态机制。

4.3 气象预警与智慧防控的系统建设

气象预警与智慧防控系统的建设是适应气候变化、实现精准防治的关键技术支撑。气候变化引发的病虫害具有突发性与区域性,依托气象大数据与AI模型建立动态预测体系,可实现对发病风险的量化分析。遥感监测技术可快速识别作物长势异常区域,物联网传感器实时采集温度、湿度、降雨量及虫情数据,通过云平台进行综合分析,为防治决策提供时空依据。智能化预警系统能基于气候条件自动计算病虫害发生概率并发布分级预警,指导防控资源精准投放。

5 综合防治策略与可持续发展路径

5.1 精准农业与绿色防控的融合发展

在气候变化引发的病虫害复杂化背景下,精准农业与绿色防控的深度融合成为农业可持续发展的关键路径。通过数据化、信息化与智能化技术的引入,可实现病虫害防控从经验管理向科学决策的系统转型。气象数据、遥感影像与农田传感器的融合应用,使防治决策建立在实时监测与动态分析基础上。利用气候模拟模型与病虫害生态模型,可精确预测发病高峰期与空间分布趋势,为农药施用、抗性品种选育及栽培管理提供数据支持。绿色防控技术如性诱剂、生物农药、天敌释放与病原拮抗菌的应用,显著减少了化学农药使用量与环境污染。国家“绿色防控示范区”建设表明,精准化管理可使病虫害防控效率提高20%以上,农药使用强度降低6%—10%,实现生态安全与农业增效的双重目标。该模式标志着病虫害防治体系向“数字农业—生态农业—低碳农业”的融合方向迈进。

5.2 政策支持与区域协同治理

应对气候变化导致的病虫害区域性扩散与跨境迁移,需要政策引导与区域协同机制的系统构建。国家层面应制定《气候变化背景下农作物病虫害防控规划》,强化农业、气象与生态部门的联动机制,实现“监测—预警—防控—评估”的全链条协同。建立跨省区病虫害联防联控平台,形成信息共享与应急联动机制,对重大迁飞性害虫实行动态监测与联合处置。地方政府应通过财政补贴与生态补偿政策,鼓励农户采用低碳防控技术与生物防治手段,推动防控体系绿色转型。农业保险制度应将气候变化引发的病虫害风险纳入保障范围,减轻农户灾害损失。区域治理中还需重视技术标准统

一与防控行动同步,避免防治时差与重复投入。政策、技术与治理的协同融合,将形成国家—区域—基层三级联动的现代防治体系,提升农业应对气候风险的系统韧性。

5.3 公众参与与可持续治理体系建设

气候变化下的病虫害防控不仅是科学问题,更是社会治理问题。构建可持续的治理体系,需要政府、科研机构、农民与社会公众的共同参与。政府应发挥宏观指导与制度保障作用,建立以农户为主体的培训体系,普及气候监测、绿色防控与生态农业理念,提升农民对气候风险的感知与应对能力。科研机构应强化应用型研究与技术推广,建立开放共享的知识平台,将监测数据与防控经验及时反馈至生产端。社会组织与媒体可通过宣传、教育与信息服务,增强公众的生态意识与防灾责任感。公众参与不仅体现在农户个体防控行为上,也包括社区层面的群防群治机制建设。通过“政府主导、科研支撑、农民参与、公众监督”的多元共治模式,可形成气候风险防控的社会化格局。该体系在促进技术落地的同时,推动防控行为从被动响应向主动治理转变,为国家粮食安全与生态文明建设奠定社会基础。

6 结语

气候变化正在重塑农业生态系统格局,对主要粮食作物病虫害的发生规律与防治体系提出了新挑战。研究表明,气温升高、降水变化及极端事件频发显著改变了病虫害的时空分布与生态结构,增加了农业生产的不确定性。应从生态系统韧性建设、气象智能监测与绿色防控技术创新等方面综合应对,构建可持续、系统化的防治体系。未来,需强化长期监测与模型预测能力,完善跨区域治理与政策支持机制,推动病虫害防控与气候适应性农业深度融合,实现粮食生产的高效、安全与可持续发展。

参考文献

- [1] 王亚男.气候变化对小麦病虫害发生规律的影响及应对措施[J].河北农机,2024,(18):120-122.
- [2] 赵明月,欧阳芳,张永生,等.2000-2010年我国小麦病虫害发生与为害特征分析[J].生物灾害科学,2015,38(01):1-6.
- [3] 王超,史恩路,李冰,等.小麦主要病虫害发生气象预测及防治对策的研究[J].河北农机,2023,(05):115-117.
- [4] 马雅丽,暖冬对冬小麦主要病虫害发生流行的影响研究.山西省,山西省气候中心,2014-07-01.
- [5] 饶传波,王海红.水稻高产栽培及病虫害综合防治措施的有效性和可行性探讨[J].种子世界,2024,(10):9-11.

Analysis of spatial structure and diversity distribution characteristics of artificial afforestation forest based on rocky desertification control in Dong 'an County

Weidong Zhang Jianping Zhang Xuejun Jiang

Forestry Bureau of Dong'an County, Dong'an, Hunan, 425900, China

Abstract

【Objective】By analyzing the spatial structure index of the existing stands of different afforestation models of rocky desertification plantations, the spatial structure and diversity distribution characteristics of different artificial afforestation models were understood, so as to provide reference and suggestions for the formulation of follow-up management strategies for rocky desertification control plantations in counties and the promotion of forest biodiversity management in counties. 【Method】The artificial afforestation forest of rocky desertification in the karst area along the Lengdong Highway in Dong 'an County was taken as the research object. The data of 17 standard sample plots were obtained by combining unmanned aerial vehicle remote sensing, GNSS receiver and field sample plot survey. The spatial structure indexes such as mingling degree, neighborhood comparison, angular scale, openness, Hegyi competition index, aggregation index and diversity indexes such as Shannon-Wiener index, Simpson diversity and evenness of five different modes of artificial afforestation for rocky desertification control (Cupressus funebris pure forest, Cupressus funebris + Melia azedarach mixed forest, Melia azedarach + Nerium indicum + Cupressus funebris mixed forest, Eucalyptus camaldulensis + Cupressus funebris + Melia azedarach mixed forest, Koelreuteria paniculata + Cupressus funebris + Nerium indicum mixed forest) were calculated by programming in Python, and the stand structure and diversity characteristics of different afforestation modes were analyzed. According to the idea of the coefficient of variation method, the weight is determined to comprehensively evaluate the spatial structure and diversity index of the sample plot. 【Result】The mingling degree and neighborhood comparison of stand spatial structure in the study area were at a low level, and the isolation degree of tree species was poor. The angle scale and aggregation index showed that the distribution of forest trees was evenly distributed. The openness of the plot is at a high level, and the level of competition among trees is low. Shannon-Wiener index, Simpson diversity index and evenness index showed moderate variation or close to moderate variation level. The mingling index was significantly correlated with Species richness, Margalef richness, Shannon-Wiener index and evenness ($P < 0.01$). The Hegyi competition index was significantly correlated with species richness, Margalef richness, Shannon-Wiener index and evenness ($P > 0.05$). However, the average tree height, average DBH, forest age, altitude and Hegyi competition index were not correlated with species richness, Margalef richness, Shannon-Wiener index and evenness index ($P > 0.05$). 【Conclusion】Different afforestation models will have a significant impact on the spatial isolation (mingling) of tree species due to different tree species composition and configuration design. The effects of different afforestation models on DBH differentiation (size ratio), horizontal distribution pattern (angular scale), growth space (openness), competition intensity (Hegyi index) and distribution uniformity (aggregation index) were not significant. The effects of different afforestation models on diversity were different and showed convergence. The comprehensive evaluation of the spatial structure index and diversity index of the five different afforestation models were 1.326, 1.751, 2.018, 1.852 and 1.940, respectively. The stand spatial structure and diversity of Melia azedarach + Nerium indicum + Cupressus funebris afforestation model were the best (2.018), and the stand spatial structure and diversity of Cupressus funebris pure forest afforestation model were relatively poor (1.326).

Keywords

rocky desertification; artificial afforestation; spatial structure; analysis

基于东安县石漠化治理人工造林林分空间结构及多样性分布特征分析

张卫东 张建平 蒋学军

湖南省东安县林业局, 中国·湖南 东安 425900

摘要

【目的】通过分析石漠化人工林不同造林模型现有林分的林分空间结构指数, 了解不同人工造林模型林分空间结构、多样性分布特征, 为县域石漠化治理人工林后续经营管理策略的制定和推进县域森林生物多样性经营提供参考与建议。【方法】以岩溶区石漠化人工造林林分为研究对象, 通过无人机遥感、GNSS接收机和实地样地调查, 获取17个标准样地数据, 在Python中编程计算石漠化治理人工造林5种不同模式(柏木纯林、柏木+苦楝混交林、苦楝+夹竹桃+柏木混交林、赤桉+柏木+苦楝混交林、栎树+柏木+夹竹桃混交林)林分的混交度、大小比数、角尺度、开敞度、Hegyi竞争指数、聚集指数等空间结构指标及香农-维纳指数、辛普森多样性、均匀度等多样性指数, 分析不同造林模式林分结构及多样性特征。根据权重对样地空间结构及多样性指数进行综合评价。【结果】研究区林分空间结构混交度、大小比数处于低水平, 树种隔离程度差; 角尺度和聚集指数显示, 林分林木分布呈中等均匀分布; 样地开敞度处于较高水平, 林木之间竞争水平

程度低。香农-维纳指数、辛普森多样性指数、均匀度指数呈中等变异或接近中等变异水平。混交度指数与Specie丰富度、Margalef丰富度、香农-维纳指数、均匀度呈极显著相关 ($P < 0.01$)，Hegyi竞争指数与pecie丰富度、Margalef丰富度、香农-维纳指数、均匀度呈显著相关 ($P < 0.05$)。而平均树高、平均胸径、林龄、海拔与Hegyi竞争指数与pecie丰富度、Margalef丰富度、香农-维纳指数、均匀度各指数均不相关 ($P > 0.05$)。【结论】不同造林模型会因树种组成和配置方式设计不同，对树种空间隔离（混交度）产生明显影响。不同造林模型对包括胸径分化（大小比数）、水平分布格局（角尺度）、生长空间（开敞度）、竞争强度（Hegyi指数）及分布均匀性（聚集指数）的影响尚不显著。不同造林模型对多样性的影响程度存在差异并表现出趋同性。综合评价5种不同造林模型林分空间结构指数与多样性指数综合值分别是1.326、1.751、2.018、1.852、1.940；苦楝+夹竹桃+柏木造林模型的林分空间结构与多样性最优（2.018），柏木纯林造林模型的林分空间结构与多样性相对较差（1.326）。

关键词

石漠化；人工造林；空间结构；分析

1 引言

目前，人工林已成为陆地生态系统的主要组成部分，在修复和重建森林生态系统、产出林产品、提高森林碳汇、保护自然环境等方面发挥着关键性作用^[1]。喀斯特石漠化是亚热带地区的一种土地退化过程^[2-4]，主要特点为岩石逐渐裸露、水土流失、土地生产力衰退等^[5-6]。东安县地处南岭山系向湘中丘陵过渡地带，为越城岭向零祁盆地过渡区，全县石漠化面积12499.35公顷，潜在石漠化面积30319.86公顷。按石漠化程度分，其中轻度石漠化面积6207.21公顷，占49.66%；中度石漠化面积5809.23公顷，占46.47%；重度石漠化面积476.64公顷，占3.82%；极重度石漠化面积6.25公顷，占0.05%^[7]。2012年起，东安县林业主管部门采取人工造林和封山育林措施完成了井头圩镇冷东公路沿线所有石漠化土地植被恢复任务。林分结构是由各种生物和非生物因素决定的，如树种组成特征、气候、土壤和干扰等，从而显示出森林的动态变化及其稳定性，可从林分空间结构与林分非空间结构综合表现林分现状^[8-9]。林分结构不仅是森林生态系统的主要特征，也是评估森林生态系统结构与功能的重要指标，能较为直接且全面地反映出森林的发展态势^[10]，并且决定林分的发展方向，林分结构的合理性越高，其稳定性及其功能就越强^[11]。选用客观合理的方式对林分结构进行评价，可为制定和完善以“提升森林质量、实现森林多功能”为主旨的科学经营管理措施提供有力的理论支持^[12]。当前，东安县仍是全省石漠化治理项目县之一，了解先前石漠化治理人工林林分空间结构及多样性特征，可为拟实施项目制定主要营造林技术措施提供参考。本次研究，主要是通过分析石漠化人工林不同造林模型现有林分的林分空间结构指数，了解不同人工造林模型林分空间结构、多样性分布特征，为县域石漠化治理人工林后续经营管理策略的制定和推进县域森林生物多样性经营提供参考与建议。

【作者简介】张卫东，本科，高级工程师，从事森林经营与培育研究。

2 材料与方法

2.1 研究区概况

试验区位于东安县境域中东部，包含井头圩镇八字门村、满竹村、古楼兰家村、宝鱼村等，介于北纬 $26^{\circ} 21'3.08'' \sim 26^{\circ} 24'20.28''$ 、东经 $111^{\circ} 22' 22.14'' \sim 111^{\circ} 22'48.88''$ 之间；整体地貌为丘岗山地，山地土壤多为石灰岩发育的红色石灰土和钙质泥岩发育的黑色石灰土（俗称钙质土）。红色石灰土呈地带性分布，黑色石灰土呈斑块状分布。黑色石灰土原多为荒山荒地，个别地段土层薄，表面仍为钙质泥岩的片状风化物，土层仅有2-5厘米，草类覆盖率低。现有植被灌木多为牡荆、小果蔷薇、火棘、云实、榿木，草类植被以白茅、败酱、地榆、苔藓为主，植被丰富度较低。

2.2 样地选取与数据采集

随机在冷东公路沿线石漠化人工造林项目区设计17个样地（样地规格为 20×25 米），共涉及有五种造林模式，造林模型分别是柏木（*Cupressus funebris* Endl.）纯林（造林模型号为I，下同）、柏木+苦楝（*Melia azedarach* L.）混交林（造林模型号为II，下同）、苦楝+夹竹桃（*Nerium indicum*）混交林（造林模型号为III，下同）、柏木+赤桉（*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.）混交林（造林模型号为IV，下同）、栎树（*Koelreuteria paniculata* Laxm.）+柏木混交林（造林模型号为V，下同）；其中2012年人工造林样地3块，2015年人工造林样地2块，2017年人工造林样地12块。

利用大疆无人机DJI Air 3S分别对样地分布区内林分进行航拍，通过Pix4Dmapper4.2进行航片处理，在Arcmap10.2内设定样地四至，标记样木并编号，提取样木冠幅面积。外业根据样地样木编号原始表补充调查样地乔木树种、测量乔木树种胸径、树高等基本参数；利用GNSS接收机（UniStrong）和移动终端补测与登记林下乔木的地理坐标、编号，同步完成树种胸径、树高、冠幅等测量。同时，每个样地内随机布设5个 1×1 米的草木样方，并记录各样方内乔木幼苗、灌木、草本植物名称及株数。再次在Arcmap

内完善各样地样木的基本信息。

样地基本因子如表 1:

表 1 样地基本特征

样地号	海拔	坡度	母岩	土壤类型	土层厚度	树种组成	林龄	平均胸径	平均树高	密度	郁闭度	岩石裸露度
1	172	10	钙质泥岩	黑色石灰土	45	5 柏木 +5 苦楝	8	3.8	3.1	1740	0.20	10
2	175	5	石灰岩	红色石灰土	45	10 柏木	8	5.8	2.9	2200	0.39	10
3	175	5	石灰岩	红色石灰土	35	7 栾树 +2 柏木 +1 夹竹桃	8	5.4	3.0	1500	0.26	35
4	175	5	石灰岩	红色石灰土	45	6 苦楝 +3 夹竹桃 +1 柏木	8	5.7	2.6	1520	0.32	25
5	180	5	石灰岩	红色石灰土	35	5 柏木 +5 苦楝	8	5.0	3.3	1380	0.22	35
6	187	6	石灰岩	红色石灰土	35	10 柏木	8	5.5	3.1	1160	0.20	35
7	190	10	钙质泥岩	黑色石灰土	30	7 柏木 +3 苦楝	8	1.8	2.2	1240	0.23	50
8	197	5	钙质泥岩	黑色石灰土	45	10 柏木	8	8.1	4.1	2120	0.24	10
9	185	5	钙质泥岩	黑色石灰土	45	10 柏木	8	7.9	4.2	1520	0.22	10
10	175	5	钙质泥岩	黑色石灰土	65	7 赤桉 +2 柏木 +1 苦楝	13	11.9	9.5	2320	0.59	10
11	190	10	钙质泥岩	黑色石灰土	35	10 柏木	13	9.1	4.8	1260	0.24	10
12	200	5	钙质泥岩	黑色石灰土	5	10 柏木	8	3.7	3.3	800	0.10	70
13	195	10	钙质泥岩	黑色石灰土	35	10 柏木	10	8.7	5.2	1420	0.20	35
14	200	5	钙质泥岩	黑色石灰土	35	10 柏木	10	8.0	4.9	1680	0.20	35
15	175	5	石灰岩	红色石灰土	55	10 柏木	8	6.9	3.9	1440	0.20	10
16	178	5	石灰岩	红色石灰土	55	10 柏木	8	6.6	3.7	1140	0.20	10
17	170	5	钙质泥岩	黑色石灰土	55	10 柏木	13	10	6.9	1360	0.42	10

注: 柏木 (Cupressus funebris Endl.); 苦楝 (Melia azedarach L.); 栾树 (Koelreuteria paniculata Laxm.); 夹竹桃 (Nerium oleander L.); 赤桉 (Eucalyptus camaldulensis Dehnh.)

2.3 研究方法

2.3.1 林分空间结构基本参数选择

本研究选择混交度 (Mingling Degree)、大小比数 (Dominance Ratio)、角尺度 (Uniform Angle Index)、开敞度 (Canopy Openness)、Hegyi 竞争指数 (Hegyi Competition Index)、聚集指数 (Aggregation Index R) 等指数进行林分空间结构分析; 利用香农 - 维纳指数 (Shannon-Wiener Index)、辛普森多样性指数 (Simpson's Diversity Index)、均匀度 (Equitability) 分析林分多样性。

2.3.2 数据计算

利用 Arcmap10.2 完成各样地样木的地理坐标值 (X,Y) 计算, 完成样木冠幅的提取, 然后将样木冠幅面积数据 (面图层) 与样木其他数据 (点图层) 联结, 导出数据并转换为 csv 数据, 再通过 Python3.7 编程代码计算出各样地林分空间结构、多样性指数值及数据均值、标准差、变异系数数值。林分空间结构各项指标数据计算方法参考王宏翔^[13]、廖彩霞^[14]、曹小玉^[15]等研究方法进行计算 (4 邻木)。多样性指数计算公式如下:

$$\text{香农 - 维纳指数: } D=1-\sum_{i=0}^s P_i^2$$

$$\text{Pielou 均匀度指数: } J_H=\frac{-\sum_{i=0}^s P_i \ln P_i}{\ln N}$$

$$\text{Magaler 丰富度指数: } H=(S-1) / \ln N$$

郁闭度数值为样地样木冠幅之和与样地面积比。利用无人机遥感提取林木冠幅, 乔正年^[16]等人有过研究,

且成本低, 总体精度较高。同时, 数据处理充分利用了 Excel_2019 软件。

3 结果与分析

3.1 不同造林模型林分空间结构与多样性分析

根据样木样方调查表通过 Python3.7 编程代码计算后得到表 2 数据。

从表 2 可知, 不同造林模式的混交度指数介于 0-0.536 之间, 均值 0.367, 变异系数 59.6%, 高变异, 说明不同造林模式对林分林木空间分布影响明显。各造林模型间林木相邻之间混交度 III > V > II > IV > I。

大小比数介于 0.470-0.509 之间, 且变异系数仅为 3.11%, 低变异, 说明不同造林模式目前各林分林木胸径生长相对均衡, 没有因造林模式不同而产生太多的影响。各造林模型间林木大小比分化程度 IV > I > V > II > III。

角尺度指数介于 0.593-0.737, 均值 0.646, 变异系数为 8.98%, 低变异, 说明样地内林木呈相对均匀分布, 不同造林模式对林分林木空间分布影响暂不明显。各造林模型间林木空间分布均匀程度 I > II > V > IV > III。

开敞度指数介于 1.543-1.916 之间, 均值 1.823, 变异系数为 8.83%, 低变异, 说明所有样地林木目前生长空间均很充足; 但不同造林模式对林分内光照和林木之间生长空间影响暂不明显。各造林模型间林木空间开敞度 II > III > I > V > IV。

表2 不同造林模式林分空间结构指数均值及多样性指数均值

造林模型	混交度	大小比数	角尺度	开敞度	Hegyí 竞争指数	聚集指数	丰富度	丰富度	香农-维纳指数	辛普森多样性指数	均匀度
I (柏木纯林)	0.000	0.482	0.593	1.916	3.143	1.430	7.9	1.916	1.013	0.461	0.489
II (柏木+苦楝)	0.425	0.473	0.607	1.882	3.940	1.431	9.0	1.882	1.640	0.757	0.748
III (苦楝+夹竹桃+柏木)	0.536	0.470	0.737	1.935	4.425	1.509	11.0	1.935	1.873	0.788	0.781
V (赤桉+柏木+苦楝)	0.351	0.509	0.664	1.543	5.379	1.487	10.0	1.543	1.339	0.614	0.581
IV (栾树+柏木+夹竹桃)	0.523	0.483	0.627	1.837	4.922	1.423	10.0	1.837	1.614	0.720	0.701
均值 average	0.367	0.483	0.646	1.823	4.362	1.456	9.580	1.823	1.496	0.668	0.660
标准差 Standard deviation	0.219	0.015	0.058	0.161	0.868	0.039	1.176	0.161	0.330	0.133	0.122
变异系数 Coefficients of variation/%	59.67	3.11	8.98	8.83	19.9	2.68	12.28	8.83	22.06	19.91	18.48

注：变异系数 CV<20% 为低变异，20%-50% 为中等变异，>50% 为高变异

Hegyí 竞争指数介于 3.143-5.379 之间，变异系数 19.9%，低变异，说明不同造林模式之间林分林木竞争关系已相对产生，同时说明竞争关系因造林模式影响暂不明显；5 种不同造林模式中，柏木纯林（I 型）造林模式林木之间竞争关系最弱，赤桉+柏木+苦楝（IV 型）造林模式林木之间竞争关系最强。各造林模型间林木竞争关系 IV > III > V > I > II。

聚集指数介于 1.423-1.509，变异系数为 2.68%，低变异，说明所有样地林木均匀分布特征明显，但不同造林模式对林分内林木空间分布均匀性影响不明显。各造林模型间均匀分布特征 II > V > I > IV > III。

Species 丰富度指数介于 7.9-11 之间，变异系数 12.28%，低变异，说明所有样地物种次数相对稳定，但不同造林模型对林分内林木因选择多树种混交而存在一定影响。各造林模型间 Species 丰富度指数 III > V > IV > II > I。

Margalef 丰富度指数介于 1.546-1.935 之间，变异系数 8.83%，低变异，说明所有样地物种次数相对稳定，但不同造林模式对林分内林木因选择多树种混交而存在一定影响，但因 Margalef 丰富度指数考虑了个体差异，Margalef 丰富度指数与 Species 丰富度在不同各造林模型间表现不完全一致。Margalef 丰富度指数在不同造林模型间显示：III > I > V > II > IV。

香农-维纳指数介于 1.03-1.873 之间，变异系数 22.06，中等变异。说明不同模型间生物多样性在物种组成与结构上存在差异。中等程度的变异表明，不同造林模型因不同树种配置、密度、混交方式造成了样地在物种丰富度和均匀度上产生了不同效果。其中：III > II > V > IV > I。

辛普森多样性指数介于 0.461-0.788 之间，变异系数 19.91%，接近中等变异水平。说明不同造林模型下，柏木纯林（I 型）样地的优势种相对更明显（值接近 0.461），

而苦楝+夹竹桃+柏木（III 型）样地的物种分布则相对更均匀（值接近 0.788）；不同造林模型间物种分布均匀性：III > II > V > IV > I。

均匀度指数介于 0.489-0.781 之间，变异系数 18.48%，接近中等变异水平，表明不同模型因树种组成不同导致了样地内物种个体数量分布均匀性产生差异。苦楝+夹竹桃+柏木（III 型）样地各物种个体数相对更均衡（接近 0.781）；而柏木纯林（I 型）则表现出因纯林而出现少数物种个体数占比较高（接近 0.489）。不同模型间物种分布均匀性：III > II > V > IV > I。

从上述分析可知，空间结构各指数之间因体现方向不一，不同造林模型空间结构优劣难以得出综合性判定；多样性指数则因不同造林模型之间树种组成差异对多样性影响呈趋同性，如苦楝+夹竹桃+柏木（III 型）样地的多样性均明显优于柏木纯林（I 型）样地。

3.2 空间结构与多样性综合权重取值与综合评价

为此，在此根据变异系数法^[28]确定各指数权重来综合判断不同造林模型之间的空间结构与多样性的优劣性。该思想通过计算各参数内的差异程度来确定指数权重的大小，差异度越大权重值越大。本研究采用不同造林模型下 11 个指数均值的变异系数值来确定权重，即某一指数的权重值为某一指数变异系数除以所有指数变异系数之和。

从表 3 可知，柏木纯林、柏木+苦楝、苦楝+夹竹桃+柏木、赤桉+柏木+苦楝、栾树+柏木+夹竹桃等五种不同造林模型按权重后计算指数综合值分别为 1.326、1.751、2.018、1.852、1.940。

不同造林模型的指数综合值：III（苦楝+夹竹桃+柏木）> V（栾树+柏木+夹竹桃）> IV（赤桉+柏木+苦楝）> II（柏木+苦楝）> I（柏木纯林）。

3.3 样地空间结构因子与多样性指数的相关性分析

由表4可知,本研究混交度指数与Specie丰富度、Margalef丰富度、香农-维纳指数、均匀度呈极显著相关($P < 0.01$),Hegyí 竞争指数与pecie丰富度、Margalef丰富度、

香农-维纳指数、均匀度呈显著相关($P < 0.05$)。而平均树高、平均胸径、林龄、海拔与Hegyí 竞争指数与pecie丰富度、Margalef丰富度、香农-维纳指数、均匀度各指数均不相关($P > 0.05$)。

表3 不同造林模型空间结构与多样性指数权重、加权值及指数综合值

造林模型	混交度	大小比数	角尺度	开敞度	Hegyí 竞争指数	聚集指数	丰富度	丰富度	香农-维纳指数	辛普森多样性指数	均匀度	指数综合值
I (柏木纯林)	0.000	0.008	0.029	0.092	0.339	0.021	0.525	0.092	0.121	0.050	0.049	1.326
II (柏木+苦楝)	0.137	0.008	0.030	0.090	0.424	0.021	0.598	0.090	0.196	0.082	0.075	1.751
III (苦楝+夹竹桃+柏木)	0.173	0.008	0.036	0.092	0.477	0.022	0.731	0.092	0.224	0.085	0.078	2.018
V (赤桉+柏木+苦楝)	0.113	0.009	0.032	0.074	0.579	0.022	0.665	0.074	0.160	0.066	0.058	1.852
IV (栎+柏木+夹竹桃)	0.169	0.008	0.030	0.088	0.530	0.021	0.665	0.088	0.193	0.078	0.070	1.940
权重 Weight	0.3230	0.0168	0.0486	0.0478	0.1077	0.0145	0.0665	0.0478	0.1194	0.1078	0.1000	

表4 样地结构因子与多样性指数的相关性分析

林分结构 Stand structure	Specie 丰富度	香农-维纳指数	均匀度	Margalef 丰富度
	SpeciesRichness	ShannonWienerIndex	Equitability	MargalefIndex
林分密度 StandDensity	0.114	-0.135	-0.212	-0.144
郁闭度 CanopyDensity	0.554	0.326	0.189	0.444
开敞度 CanopyOpenness	-0.554**	-0.326	-0.189	-0.444**
平均树高 AvgHeight_m	-0.429	-0.523**	-0.521**	-0.402
平均胸径 AvgDiameter_cm	-0.236	-0.446	-0.51	-0.25
林龄 Age_year	-0.252	-0.27	-0.257	-0.162
土层厚度 SoilDepth_cm	0.133	0.039	0.017	0.076
海拔 Altitude_m	-0.418	-0.489	-0.461	-0.371
坡度 Slope_deg	-0.082	0.088	0.115	-0.003
苦岩裸露度 RockExposure_percent	0.017	0.092	0.113	0.078
混交度 MinglingDegree	0.704**	0.812**	0.783**	0.654**
大小比数 DominanceRatio	-0.096	-0.070	-0.087	-0.115
角尺度 UniformAngleIndex	0.141	0.059	0.012	0.025
Hegyí 竞争指数 HegyíCompetitionIndex	0.525*	0.326*	0.250*	0.292*

* 表示 $p < 0.05$; ** 表示 $p < 0.01$

4 结论与讨论

4.1 结论

本次研究表明,不同造林模型并非对所有样地的林分空间结构指数产生同等程度的影响,但不同造林模型对样地多样性的影响表现出趋同性。

不同造林模型会因树种组成和配置方式设计不同,对树种空间隔离(混交度)产生明显影响。混交度指数高达59.6%的变异系数表明,说明不同造林模式的树种组成与配置方式是影响林分内不同树种个体空间隔离与混合程度的决定性因素。不同造林模型对包括胸径分化(大小比数)、水平分布格局(角尺度)、生长空间(开敞度)、竞争强度

(Hegyí 指数)及分布均匀性(聚集指数)的影响尚不显著。这些指标的变异系数均低于20%(尤其在2.68%-19.9%之间),说明在当前林分发展阶段,不同造林模式对这些结构性特征的影响尚不显著。

不同造林模型对多样性的存在影响,并表现出趋同性。香农-维纳指数达到中等变异水平,辛普森多样性指数和均匀度指数均接近中垂变异水平,不同造林模型不仅在整体物种多样性上产生了明显差异,而且在影响物种优势度与均匀度方面已表现出显著的、接近中等程度的分化趋势。

不同造林模型的空间结构与多样性指数综合值呈以下关系,III(苦楝+夹竹桃+柏木) > V(栎+柏木+夹竹桃) > IV(赤桉+柏木+苦楝) > II(柏木+苦楝) > I(柏

木纯林)。

综合上述指标判断,研究区林分整体上属于经过人工措施形成的简单结构人工纯林和树种构成极为有限的混交林。其当前结构是造林初始设计和后续管理措施共同作用的历史产物,虽在实现植被恢复上取得了一定的成效,但与构建一个结构复杂、功能完备、能够自我维持的森林生态系统尚有巨大差距。综合评价5种不同造林模型,苦楝+夹竹桃+柏木造林模型的林分空间结构与多样性最优,柏木纯林造林模型的林分空间结构与多样性相对较差,5种不同造林模型之间林分空间结构与多样性优劣形成以下关系,Ⅲ(苦楝+夹竹桃+柏木)>Ⅴ(栎树+柏木+夹竹桃)>Ⅳ(赤桉+柏木+苦楝)>Ⅱ(柏木+苦楝)>Ⅰ(柏木纯林)。

在影响多样性指数上,混交度指数与Specie丰富度、Margalef丰富度、香农-维纳指数、均匀度呈极显著相关($P < 0.01$),Hegyí竞争指数与pecic丰富度、Margalef丰富度、香农-维纳指数、均匀度呈显著相关($P < 0.05$)。

4.2 讨论

空间结构指数与分析对于人工林后期经营具有很强的指导意义。林分空间结构在很大程度上决定着林分当前健康状态和未来的发展方向,影响着林木之间的竞争、大小差异、更新、生长及死亡^[13]。通过调整森林结构达到发挥森林多功能的理念越来越得到大家的认可^[29]。

本次研究发现,钙质泥岩发育的黑色石灰土因土壤发育不完全、土层薄、透水性差,植被较单一,部分地块土壤表层仍为风化物、无植被;柏木因其具有生长快速、根系发达、耐寒抗旱、易成活等特性,能够适应贫瘠土壤和干旱气候等恶劣的环境^[30]。通过人工营造柏木纯林,表现出成活率高、中期生长优势明显等特征。特别是土壤表面多为钙质风化物的地段,采取机械挖大穴回填客土,种植点整成鱼鳞坑提高柏木成活率和后期落叶落果的保持,可促进土壤结构优化和幼苗生长。所以柏木目前仍然是东安县石漠化治理的主要树种之一;但柏木纯林混交度和植物多样性低,易发生病虫害,会导致林木生长状态不良^[31]。苦楝根系发达,具有明显的深根性和一定侧根扩展能力、较强的环境适应性和抗逆性^[32-33],在红色石灰土样地表现具有较好生长势,但在黑色石灰土中生长表现一般。夹竹桃根系细根数量多,可有效提高边坡表层土体抗冲刷和抗侵蚀能力,达到稳固土体和改良土壤的效果^[34-35]。在研究区石灰岩发育的红色石灰土林分中表现出成活率高、冠幅大、生长势。栎树,喜生长于石灰土风化产生的钙基土壤中^[36],在研究区红色石灰土样地表现具有较好生长势,但在黑色石灰土中生长呈失败趋势。赤桉,喜阳,耐干旱,稍耐寒^[37]。对土壤适应能力比其它桉树强,在pH值8的碱性土上,生长良好。在研究区林分中树高生长和胸径生长指标均明显优于柏木、苦楝、栎树和夹竹桃等树种。但因东安为国家重点生态功能区,赤桉暂不建议用于造林。

本次研究也发现,在钙质泥岩等难造林地段营造柏木纯林,植被恢复成效虽然明显,但纯林林分整体多样性低、生态系统结构简单、功能脆弱等特征也同样明显,同时也表现出在治理前期阶段,其治理模式与促进生物多样性经营理念存在冲突。在后期经营上,应把培育林分多样性作为林分经营的主要方向。通过实施森林精准提质项目,有计划地开展补植改造,补植更多耐干旱、瘠薄的乔木、灌木,重点采取补植以黄连木^[38]、青冈栎^[39]等乡土阔叶树种,渐进式提高林分混交度和培育复层异龄林,在实现结构优化和物种丰富的同时,推动人工林自我维持能力的提升,最大化利用空间和资源,确保生态系统稳定性提升。

4.3 研究价值与展望

本研究不仅明确了现状问题,其方法与结论在指导后期森林经营上也具有一定的价值。现有研究数据为后期样地的生物多样性差异对土壤理化性质、水文功能、病虫害发生率、碳汇能力等对比性研究提供基础数据。通过Arcgis建立的样地、样木地理信息化数据,可为当地石漠化人工林成效动态评估长期定位对比观测、精确量化奠定基础。

参考文献

- [1] 倪晓薇.喀斯特地区3种林分土壤养分分布特征研究[D].长沙.中南林业科技大学.2017
- [2] WANG S,LI Y.Problems and development trends about researches on karst rocky desertification [J]. Advances in Earth Science,2007,22(6):573.
- [3] 李阳兵,王世杰,容丽.关于喀斯特石漠和石漠化概念的讨论[J].中国沙漠,2004,24(6):689-695.
- [4] Ma T,Deng X ,Chen L,et al. The soil properties and their effects on plant diversity in different degrees of rocky desertification[J]. Science of The Total Environment ,2020,736:139667.
- [5] 王建宇. 贵州石漠化区植被恢复及树种选择技术研究进展 [J]. 绿色科技, 2018(04):18-24.
- [6] 邱丽琼,朱宁华,周光益,等.武陵山石漠化地区人工混交林空间结构研究[J]. 湖南林业科技, 2021,48(05):47-52+57.
- [7] 东安县岩溶地区第四次石漠化调查报告,2021.
- [8] CUI R R, QI S,WU B C,et al.The influence of stand structure on understory herbaceous plants species diversity of Platycladus orientalis plantations in Beijing,China[J]. Forests ,2022,13(11):1921.
- [9] AHMAD B, WANG Y H,HAO J,et al.Variation of carbon density components with overstory structure of larch plantations in northwest China and its implication for optimal forest management[J].Forest Ecology and Management,2021,496:119399.
- [10] LI Y F,HUI G Y,ZHAO Z H,et al.The bivariate distribution characteristics of spatial structure in natural Korean pine broadleaved forest[J].Journal of Vegetation Science, 2012,23(6):1180-1190.

- [11] WANG N, BI H X, PENG R D, et al. The strategy for optimizing the stand structure of *Pinus tabulaeformis* Carr forests to enhance the ecological function on the Loess Plateau, China[J]. *Forests*, 2022, 13(8):1217.
- [12] 张泽莲, 曹小玉等. 基于最小数据集的杉木林分结构评价[J]. *中南林业科技大学学报*, 2025(5):45
- [13] 王宏翔, 胡艳波等. 林分空间结构参数—角尺度的研究进展[J]. *林业科学研究*, 2024, 24(6):841-847
- [14] 廖彩霞, 吴瑶等. 林分空间结构的研究[J]. *林业科技情报*, 2007(2):40-41
- [15] 曹小玉, 李际平. 林分空间结构指标研究进展[J]. *林业资源管理*, 2016(8):65-73
- [16] 乔正年, 马骏, 徐雁南. 无人机遥感在林木冠幅提取中的应用[J]. *林业资源管理*, 2019(1):78-84
- [17] von Gadow K, Fueldner K. Zur Methodik der Bestandesbeschreibung[R]. Vortrag Anlaesslich der Jahrestagung der A Forsteinrichtung in Klieken b. Dessau, 1992.
- [18] 盈惠刚, Klaus von Gadow, Matthias Albert. 一个新的林分空间结构参数—大小比数[J]. *林业科学研究*, 1999, 12(1):1-6
- [19] 张林等. 侧柏人工林林分空间结构对林下草本多样性的差异性影响及其关联度[J]. *生态环境学报*, 2022(9):98
- [20] 惠盈刚. 角尺度——一个描述林木个体分布格局的结构参数[J]. *林业科学*, 1999, 35(1):37-42
- [21] 张君钰, 杨培华, 李卫忠, 等. 油松林分空间结构分析及评价指数构建[J]. *西北林学院学报*, 2020, 35(5):166-172
- [22] 潘磊. 长白落叶松人工林树冠形态及其与径向生长关系研究[D]. 北京林业大学, 2021
- [23] Clark P J, Evans F C. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in population[J]. *Ecology*, 1953, 35:335-353
- [24] SHANNON C E. A mathematical theory of communication[J]. *Bell System Technical Journal*, 1948, 27: 379-423.
- [25] 吴冬秀等. 陆地生态系统生物观测指标与规范[M]. 中国环境出版集团, 2019.10.44
- [26] Pielou E C. The measurement of diversity in different types of biological collections[J]. *Journal of Theoretical Biology*, 1966, 13:131-144.
- [27] 李永福, 惠刚盈, 赵中华等. 天然阔叶红松林空间结构的双变量分布特征[J]. *植被生态学报*, 2012, 23(6):1180-1190.
- [28] 马建琴, 何胜, 郝秀平, 等. 基于层次分析和变异系数法的土壤含水率计算[J]. *人民黄河*, 2015, 37(9):135-139.
- [29] 惠刚盈, KLAUS VON Gadow, 胡艳波, 等. 结构化森林经营[M]. 北京: 中国林业出版社, 2007.
- [30] 肖帆, 包维楷等. 川中丘陵区柏木人工林群落类型及特征. *四川林业科技*[J]. 2025, (6):100-110
- [31] 谢雨彤等. 低效柏木林窗改造模式下香椿细根分解及其养分释放[J]. *应用与环境生物学报*. 2018, (3):525-532
- [32] 单海芝. 苦楝在盐碱地引种栽培的适应性及生理响应机制研究[J]. *新农民*, 2025. 33:99-101
- [33] 苗海霞, 孙明高, 夏阳, 等. 盐胁迫对苦楝根系活力的影响[J]. *山东农业大学学报*, 2005, 36(1):9-12.
- [34] 嵇晓雷, 杨平, 夏光辉. 夹竹桃根系力学性能研究[J]. *科学技术与工程*, 2018(18):110-115.
- [35] 朱澳云等. 六种观赏植物根际土壤微生物菌群结构分析[J]. *湖南生态科学学报*, 2021(01):14-22.
- [36] 刘与明, 黄全能主编. 园林植物1000种[M]. 福建科学技术出版社, 2012.03:281.
- [37] 中国树木志编委会. 中国主要树种造林技术(上册[M]). 农业出版社, 1978年01月第1版, 第484-488页.
- [38] 龙江慧. 桂林岩溶常绿阔叶混交林树种与树皮功能性状研究[D]. 广西师范大学, 2025: 1-83.
- [39] 邓平, 吴敏, 林丁, 等. 干旱-复水对桂西北喀斯特地区青冈东幼苗叶片光合作用能力、叶绿素荧光和显微结构的影响. *西北植物学报*[J]. 2024, 44(01):63-77

The Effect of Urban Street Tree Shade on Microclimate Regulation-Taking Sycamore and Ginkgo as Examples

Yongyun Zhao

Forestry Office, Agricultural and Rural Development Service Center, Longqing Yi and Zhuang Autonomous County, Shizong County, Qujing, Yunnan, 655706, China

Abstract

With the increasing urban green coverage, garden waste has surged, and traditional disposal methods often lead to resource waste and environmental pollution. This study investigates the soil improvement effects of organic fertilizer produced through high-temperature aerobic composting using fallen leaves and pruning branches as raw materials, through pot experiments. Results demonstrate that compost application significantly reduces soil bulk density while enhancing porosity, water retention capacity, and organic matter content. It effectively regulates pH levels and improves nutrient levels including total nitrogen, available phosphorus, and available potassium. The optimal compost composition features a 7:3 mass ratio of leaves to branches, with the most significant improvement observed at a 20% application rate. These findings provide scientific evidence for the resource utilization of urban garden waste and soil improvement practices.

Keywords

Garden waste; Litter; pruned branches; Compost; Soil physicochemical properties; Soil improvement

园林废弃物堆肥处理对土壤理化性质的改良作用——以落叶和修剪枝条为例

赵永云

云南省曲靖市师宗县龙庆彝族壮族自治县农业农村发展服务中心林业办, 中国·云南 曲靖 655706

摘要

随着城市绿化覆盖率提高, 园林废弃物激增, 传统处理方式易造成资源浪费与环境污染。本研究以落叶和修剪枝条为原料, 采用高温好氧堆肥制备有机肥, 通过盆栽实验探究其对土壤理化性质的改良作用。结果表明, 施用堆肥能显著降低土壤容重, 提高孔隙度、持水量及有机质含量, 有效调节pH值并提升全氮、速效磷、速效钾等养分含量。其中落叶与枝条质量比7:3的混合堆肥效果最佳, 20%施用量时改良作用最为显著, 这为城市园林废弃物资源化利用及土壤改良提供了科学依据。

关键词

园林废弃物; 落叶; 修剪枝条; 堆肥; 土壤理化性质; 土壤改良

1 引言

随着城市化进程加快, 园林绿地面积扩大导致落叶、修剪枝条等废弃物激增, 传统填埋和焚烧方式造成资源浪费与环境污染。同时, 城市土壤普遍存在板结、肥力低下等理化性质恶化问题, 严重制约植物生长。堆肥化处理利用微生物降解将废弃物转化为腐殖质, 实现减量化与无害化。本研究以落叶和修剪枝条为原料, 探究不同配比及施用量的堆肥产物对土壤理化性质的影响, 旨在明确其改良效应, 为城市土壤管理和废弃物资源化利用提供科学依据。

【作者简介】赵永云(1980-), 男, 中国云南师宗人, 助理工程师, 从事土壤改良研究。

2 材料与方法

2.1 实验材料

2.1.1 堆肥原料

原料采集于本市某公园及街道养护现场。

落叶: 主要为悬铃木、银杏等阔叶树种落叶, 含水率约为30%~40%, C/N比约为40-50。

修剪枝条: 主要为灌木及乔木修剪下的细枝, 经粉碎机粉碎至粒径1-3cm, 含水率约为20%~30%, C/N比约为80-100。

调理剂: 为促进堆肥进程, 适量添加尿素调节C/N比至25-30左右。

2.1.2 供试土壤

采自本市某新建绿化带土壤, 土壤质地为砂壤土, 基

础理化性质如下: pH 值为 8.2(偏碱性), 有机质含量为 8.5g/kg, 全氮 0.6g/kg, 速效磷 12.3mg/kg, 速效钾 98mg/kg, 容重 1.38g/cm³。

2.2 实验设计

2.2.1 堆肥制备与处理

设置三个不同的堆肥原料配比处理:

处理 A (纯落叶): 100% 落叶。

处理 B (落叶: 枝条 =7:3): 70% 落叶 +30% 粉碎枝条 (干重比)。

处理 C (落叶: 枝条 =5:5): 50% 落叶 +50% 粉碎枝条 (干重比)。

将原料混合均匀, 调节含水率至 55%~60%, 采用条垛式堆肥, 堆体尺寸为长 × 宽 × 高 =2m × 1m × 1m。每周翻堆一次, 堆肥周期为 60 天。腐熟后的产物经风干、过筛备用。

2.2.2 盆栽实验

采用单因素随机区组设计。将风干后的堆肥产物与供试土壤按不同质量比混合, 装于塑料盆栽钵中 (每盆栽土 5kg)。设置以下四个施肥水平:

CK: 对照组, 纯土壤, 不施堆肥。

T1: 土壤: 堆肥 =95%:5%。

T2: 土壤: 堆肥 =90%:10%。

T3: 土壤: 堆肥 =80%:20%。

每个处理重复 3 次。在恒温温室中培养, 保持土壤田间持水量的 60% 左右, 定期取样测定土壤理化性质。培养周期为 90 天。

2.3 测定项目与方法

土壤容重: 环刀法。

土壤孔隙度: 算法 (总孔隙度 = (1 - 容重 / 比重) × 100%)。

pH 值: 电位法 (水土比 2.5:1)。

土壤有机质: 重铬酸钾容量法。

全氮: 凯氏定氮法。

速效磷: 碳酸氢钠浸提 - 钼锑抗比色法。

速效钾: 乙酸铵浸提 - 火焰光度法。

2.4 数据分析

实验数据采用 Excel 进行整理和图表绘制, 采用 SPSS 进行方差分析 (ANOVA) 和 LSD 多重比较 (P<0.05)。

3 结果与分析

3.1 堆肥产物的基本性质

经过 60 天的堆肥发酵, 三种处理的堆肥产物均呈黑褐色, 无恶臭, 质地疏松, 达到腐熟标准。处理 B (落叶: 枝条 =7:3) 的堆肥产品养分含量相对均衡, 有机质含量最高, 达到了 450g/kg 以上; 处理 C 由于木质素含量较高的枝条比例大, 分解速度相对较慢, 全氮含量略低。

3.2 堆肥对土壤物理性质的改良作用

3.2.1 对土壤容重和孔隙度的影响

土壤容重和孔隙度是衡量土壤结构状况的重要指标。实验结果显示 (见表 1), 随着堆肥施用量的增加, 土壤容重呈显著下降趋势, 而总孔隙度则显著增加。

对照组 (CK) 的土壤容重为 1.38g/cm³, 属于较为紧实的土壤。施用处理 B 的堆肥后, T1、T2、T3 处理组的容重分别降至 1.31g/cm³、1.24g/cm³ 和 1.15g/cm³。其中, T3 处理 (20% 施用量) 的容重较 CK 降低了 16.67%, 差异显著 (P<0.05)。

在孔隙度方面, CK 组的总孔隙度为 46.2%。随着堆肥比例的提高, 土壤总孔隙度逐渐增大。T3 处理组的总孔隙度达到 54.7%, 比对照组增加了 8.5 个百分点。这是因为堆肥本身疏松多孔, 且富含有机质, 有机质在土壤中起到胶结作用, 促进了团粒结构的形成, 从而降低了土壤容重, 增加了土壤的通气性和透水性。

表 1 不同堆肥施用量对土壤容重和孔隙度的影响 (以处理 B 堆肥为例)

处理组	容重 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	毛管孔隙度 (%)	非毛管孔隙度 (%)
CK	1.38 ± 0.02a	46.2 ± 1.1c	38.5 ± 0.9a	7.7 ± 0.3c
T1(5%)	1.31 ± 0.03b	48.8 ± 1.3bc	39.2 ± 1.1a	9.6 ± 0.4b
T2(10%)	1.24 ± 0.02c	51.5 ± 1.0ab	40.1 ± 0.8a	11.4 ± 0.3a
T3(20%)	1.15 ± 0.03d	54.7 ± 1.2a	41.3 ± 1.0a	13.4 ± 0.5a

注: 同列不同小写字母表示处理间差异显著 (P<0.05)。

3.2.2 对土壤持水性的影响

园林废弃物堆肥具有巨大的比表面积和亲水基团, 施入土壤后能显著提高土壤的持水能力。实验测定表明, 田间持水量和饱和持水量均随堆肥施用量的增加而提高。T3 处理的田间持水量较 CK 提高了约 25%。这对于城市干旱季节土壤水分的保持以及减少灌溉频率具有重要意义。

3.3 堆肥对土壤化学性质的改良作用

3.3.1 对土壤 pH 值的调节作用

供试土壤原本偏碱性 (pH8.2)。堆肥施用后, 土壤 pH 值呈现出一定程度的下降趋势 (见表 2)。T1、T2、T3 处理的 pH 值分别较 CK 降低了 0.1、0.3 和 0.5 个单位。

堆肥降低土壤 pH 值的机制主要在于两个方面: 一是堆肥在分解过程中产生有机酸 (如腐殖酸、氨基酸等), 中和了土壤中的碱性物质; 二是堆肥增加了土壤阳离子交换量, 促进了钙镁离子的淋失。其中, 处理 B (落叶: 枝条 =7:3) 的堆肥调节 pH 的效果优于其他处理, 因为其腐殖化程度较高, 生成的腐殖酸含量丰富。适宜的 pH 范围有利于大多数园林植物对养分的吸收。

表 2 不同堆肥施用量对土壤化学性质的影响 (培养 90 天后)

处理组	pH 值	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
CK	8.20 ± 0.05a	8.5 ± 0.3d	0.60 ± 0.02d	12.3 ± 0.5d	98 ± 4d
T1(5%)	8.10 ± 0.04a	12.8 ± 0.4c	0.85 ± 0.03c	18.6 ± 0.7c	135 ± 5c
T2(10%)	7.90 ± 0.06b	18.4 ± 0.5b	1.12 ± 0.04b	25.4 ± 1.1b	189 ± 6b
T3(20%)	7.70 ± 0.05c	26.7 ± 0.6a	1.48 ± 0.05a	36.8 ± 1.3a	265 ± 8a

注: 同列不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

3.3.2 对土壤有机质和养分含量的影响

土壤有机质是土壤肥力的物质基础。由表 2 可知, 堆肥的施入极显著地提高了土壤有机质含量。CK 组有机质仅为 8.5g/kg, 属于贫瘠水平; 而 T3 组有机质含量达到了 26.7g/kg, 是对照组的 3.14 倍。这表明园林废弃物堆肥是补充城市土壤有机质极其有效的来源。

在大量元素方面, 堆肥处理对土壤全氮、速效磷、速效钾的含量均有显著提升。

全氮: T3 处理较 CK 提升了 146.7%。堆肥中的氮多以有机态存在, 逐步矿化释放, 能长效供氮。

速效磷: 堆肥原料虽然含磷量不高, 但堆肥过程中产生的有机酸和腐殖酸能活化土壤中的难溶性磷, 同时堆肥本身也带入了一定的有效磷。T3 处理速效磷含量较 CK 提升了近 3 倍。

速效钾: 钾素主要来源于植物残体 (尤其是落叶) 的灰分。T3 处理速效钾含量达到 265mg/kg, 显著提高了土壤的供钾水平。

不同原料配比的堆肥中, 处理 B (落叶: 枝条 = 7:3) 在提升土壤综合肥力方面表现最优。纯落叶堆肥 (A) 虽然降解快, 但产物持水性较差, 养分释放过快; 高枝条比例堆肥 (C) 虽然能长效改良土壤结构, 但短期内养分释放较慢。7:3 的比例兼顾了通气性 (由枝条提供骨架) 和养分含量 (由落叶提供), 其堆肥产物施入土壤后的综合改良效果最佳。

3.4 数据分析与讨论

通过 SPSS 软件对 T3 组与 CK 组的各项指标进行差异显著性分析, 结果显示, 在 $P < 0.05$ 水平下, 除 T1 组的 pH 值变化不显著外, 其余各处理组的理化性质指标与 CK 组相比均存在显著差异。

数据表明, 堆肥施用量与土壤改良效果呈正相关关系。在 5%~20% 的范围内, 施用量越大, 土壤容重降低越明显, 有机质及速效养分积累越多。但在实际应用中, 考虑到经济成本和植物生长的适宜性, 并非施用量越高越好。过高的堆

肥施用量可能会导致土壤盐分累积或氮素过度矿化产生的氨气毒害。本实验中, 10% (T2) 和 20% (T3) 的处理均表现出良好的改良效果, 建议在实际绿化工程中, 针对极度贫瘠土壤采用 20% 的施用量进行改良, 对于一般维护性绿地, 5%~10% 的施用量即可起到良好的改善作用。

4 结论

本研究通过盆栽实验分析了落叶和修剪枝条堆肥对城市土壤的改良效应。结果表明, 堆肥能显著降低土壤容重, 提高孔隙度与持水量, 同时大幅提升有机质及氮磷钾等养分含量, 并有效调节土壤 pH 值。落叶与枝条 7:3 的混合堆肥效果最佳, 其改良作用优于单一原料。在 5%~20% 施用范围内, 土壤性质随施用量增加而改善, 推荐新建绿地施用 10%~20%。该技术有效实现了废弃物资源化利用与土壤生态修复的协调发展。

参考文献

- [1] 黄天寅, 陈柯秀, 钟爱成, 朱丽燕, 王张涵, 庄金龙, 杨晶晶. 基于工艺参数优化的多源有机废弃物好氧堆肥效果及微生物群落研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2025, 46 (06): 125-133.
- [2] 吴家龙, 黄雅芸, 梁春梅, 阮燕珠, 许昌超. 农林废弃物堆肥渗沥液替代部分化肥对园林苗木长势和土壤养分的影响[J]. 中国农学通报, 2025, 41 (32): 46-53.
- [3] 詹亚斌, 魏雨泉, 杨丹旭, 徐敏, 刘波, 陈云峰, 李季. 曝气量对餐厨、园林废弃物共堆肥腐熟及腐殖化的影响[J]. 中国农业大学学报, 2025, 30 (11): 220-232.
- [4] 宋泊瑶, 任学勇, 孟瑜, 张鹏宇, 于祥民, 李红勋. 园林绿化废弃物资源化利用的碳汇效应及其强化路径[J]. 森林防火, 2025, 43 (05): 97-101.
- [5] 王家梁, 韩丹萍, 王灵玲, 章银柯, 俞阅成, 樊峻. “双碳”目标下杭州市园林废弃物循环利用现状及对策[J]. 现代园艺, 2025, 48 (20): 158-160.

Study on Selection and Breeding of High-altitude Highland Barley Varieties and Optimization of Cultivation Techniques

Jiacheng Jiang

Comprehensive Agricultural and Animal Husbandry Service Center, Caigongtang Street, Chengguan District, Lhasa City, Tibet Autonomous Region, Lhasa, Xizang, 850000, China

Abstract

Barley is a crucial food and forage crop in the Qinghai-Tibet Plateau and surrounding alpine regions, where its cold, drought, and disease resistance directly impacts food security and agricultural ecological stability. In response to the increasing frequency of climate anomalies and intensified stress in high-altitude ecosystems, which have led to significant yield fluctuations and instability in barley production, this study systematically investigates stress-resistant variety breeding and integrated cultivation techniques for alpine barley. Through field trait observation, analysis of stress conditions, and comprehensive research on physiological and genetic mechanisms, the study focuses on elucidating the formation mechanisms of barley's cold, drought, and disease resistance. Additionally, it optimizes cultivation practices including sowing timing, planting density, water and fertilizer management, and pest control based on field observations. The results demonstrate that effective aggregation of stress-resistant genes and application of molecular breeding technologies can significantly enhance barley's stress adaptation capacity. The established precision cultivation management system further improves yield stability and quality levels. These findings provide technical support and practical guidance for breeding stress-resistant barley varieties and achieving efficient, stable production in alpine regions.

Keywords

青稞; 高寒地区; 抗逆性; 品种选育; 栽培技术优化

高寒地区青稞抗逆品种选育与栽培技术优化研究

姜加成

西藏自治区拉萨市城关区蔡公堂街道农牧综合服务中心, 中国·西藏 拉萨 850000

摘要

本研究以高寒地区青稞生产实际为对象, 围绕抗逆品种选育与配套栽培技术展开系统研究。通过田间性状观察、逆境胁迫条件分析及相关生理与遗传机制综合研究, 重点探讨青稞抗寒、抗旱和抗病性形成机理, 并结合生产实践对播期、密度、水肥调控及病虫害防控技术进行优化分析。研究表明, 抗逆基因的有效聚合与分子育种技术的应用可显著提升青稞的逆境适应能力; 在此基础上构建的精准栽培管理体系, 有助于提高青稞产量稳定性与品质水平。研究结果可为高寒地区青稞抗逆品种选育及高效稳产栽培提供技术支撑与实践依据。

关键词

青稞; 高寒地区; 抗逆性; 品种选育; 栽培技术优化

1 引言

受海拔高、气温低、生育期短及水热条件受限等因素影响, 高寒地区农业生产长期面临自然条件严苛、生产风险高的问题。尽管青稞本身具有较强的耐寒、耐旱和耐瘠薄特性, 但在极端气候事件增多和生态脆弱性增强的背景下, 传统品种与栽培模式的局限性逐渐显现, 突出表现为抗逆能力不足、产量波动加大及品质不稳定。

已有生产实践表明, 单一依赖品种抗性或单项栽培措施, 难以有效应对多重逆境叠加带来的生产风险。因此, 有

必要从品种遗传改良与栽培技术协同优化的角度, 对高寒地区青稞抗逆生产体系进行系统研究。基于此, 本研究以高寒生态条件下青稞生产问题为切入点, 围绕抗逆性形成机理、品种选育方向及配套栽培技术展开综合分析, 旨在为提升青稞稳产性、适应性和生态效益提供科学依据。

2 高寒地区青稞生长特性与主要逆境胁迫分析

2.1 青稞的生态适应特征

青稞在长期自然选择过程中形成了较为稳定的高原适应性特征。其根系系统发达, 具有较强的纵向延伸能力, 有利于在贫瘠土壤条件下获取有限水分和养分。生理分析表明, 青稞叶片中抗冻蛋白和可溶性糖含量较高, 有助于维持低温条件下细胞膜结构的稳定性, 从而减轻冻害对植株生长

【作者简介】姜加成(1990-), 男, 中国江苏盐城人, 本科, 中级农艺师, 从事农业相关技术研究与服务研究。

的不利影响。

在光能利用方面，青稞对高原强辐射和短日照环境具有良好适应能力，能够在较短生育期内完成营养生长与生殖生长过程。然而，研究也发现，当温度或水分条件超出其适应阈值时，青稞分蘖形成、抽穗和灌浆过程仍会受到明显抑制，说明其抗逆性具有一定限度。

2.2 高寒地区的主要环境胁迫

研究表明，高寒地区青稞生产面临的逆境胁迫具有明显的复合性特征。低温冻害主要发生在苗期和生殖生长前期，对出苗率和成穗数影响显著。干旱胁迫则贯穿整个生育期，尤其在拔节至灌浆阶段对产量形成影响最大。此外，强紫外辐射易引起叶片光氧化损伤，加速功能叶衰老过程。

在病虫害方面，条锈病和赤霉病在气候条件适宜年份呈现出高发态势，对青稞产量和品质造成显著影响。上述多重胁迫的叠加，是导致高寒地区青稞生产风险增加的重要原因。

2.3 气候变化对青稞生产的影响趋势

结合气候变化背景分析发现，近年来高寒地区积温条件有所改善，有利于青稞生育进程提前，但与此同时，降水时空分布不均和极端天气事件发生频率上升，加剧了生产不稳定性。本研究认为，在气候变化趋势下，单纯依赖环境改善难以保障青稞稳产，必须通过抗逆品种与栽培技术协同提升系统适应能力。

3 青稞抗逆性形成机理与遗传基础研究

3.1 抗寒性机理

研究表明，青稞的抗寒性是多层次生理调控与分子调节共同作用的结果。在低温胁迫条件下，青稞通过增强细胞渗透调节能力来维持正常生理功能，其体内可溶性糖、脯氨酸等渗透调节物质含量显著提高，有助于降低细胞冰点并稳定细胞膜结构。同时，低温条件可诱导脱落酸水平升高，参与调控抗寒相关基因的表达。分子层面分析显示，冷诱导转录因子 CBF 及其下游 COR 类基因在低温环境中持续上调，通过调节膜脂组成和抗氧化体系，提高植株对冻害的耐受能力。这一抗寒机制为高寒地区青稞品种改良提供了重要理论基础。

3.2 抗旱性生理机制

青稞的抗旱性主要体现在水分获取能力增强与水分消耗调控优化两个方面。研究发现，在干旱胁迫条件下，青稞根系向深层土壤延伸能力较强，有利于吸收深层水分资源，从而缓解地表水分不足带来的影响。同时，青稞能够通过气孔调节机制降低蒸腾强度，提高水分利用效率。在分子调控层面，干旱胁迫可诱导 DREB 和 LEA 等抗旱相关基因表达，这些基因参与渗透保护物质合成和细胞结构稳定维持。上述生理与分子响应机制共同作用，使青稞在高寒干旱环境下保持相对稳定的生长状态。

3.3 抗病性与抗逆基因资源挖掘

研究表明，青稞在长期进化过程中形成了一定程度的天然抗病性，这与其丰富的抗逆基因资源密切相关。通过田间抗病性鉴定与遗传分析发现，青稞对条锈病、赤霉病等主要病害的抗性具有明显的数量性特征，并受多基因协同调控。相关研究在青稞多个染色体区域定位到抗病性相关位点，为抗病育种提供了遗传基础。结合分子标记辅助选择技术，可实现抗病基因的定向聚合，提高育种效率。同时，通过挖掘抗逆与抗病性状的共性调控通路，有助于培育兼具多重抗性的高寒适应型青稞品种。

4 高寒地区青稞抗逆品种的选育方向与育种策略

4.1 选育方向与目标定位

在高寒生态条件下，青稞的选育应以“抗寒、抗旱、抗病、稳产”为核心目标，同时兼顾品质提升与生态适应。具体选育方向包括：培育早熟、高光效品种，以适应短生育期和高辐射环境；增强抗逆复合性，提高对多种胁迫的耐受能力；选育高 β -葡聚糖含量的品种，以满足保健食品和加工需求；建立区域化品种布局，形成针对不同区域（冷湿区、干寒区、半农半牧区）的分区推广体系。这些选育目标不仅能够提高青稞的生产效率，还能提升其市场竞争力，推动青稞产业的可持续发展。

4.2 传统选育与现代分子育种结合

传统的青稞选育依靠田间筛选与群体改良，周期较长且易受环境因素的影响。结合现代分子育种技术，能够大幅提高育种效率。通过基因组选择（GS）与表型组学（Phenomics）技术，可在早期阶段筛选出潜在的优良基因型，实现育种的精准化。目前，国内科研单位已建立青稞核心种质资源库，涵盖来自青藏高原、喜马拉雅及北欧地区的 2000 余份材料。通过杂交组合与分子标记辅助筛选，培育了如“喜青 6 号”“藏青 2000”等抗逆代表品种，这些品种在抗冻、抗旱等方面表现优异。

4.3 区域试验与生态适应性评价

抗逆品种的选育需要通过多点区域试验来验证其稳定性。研究表明，在海拔 3200 米以上的地区，青稞的生育期较低海拔地区缩短 5 ~ 7 天，且产量稳定性较强。通过生态分区试验与多环境基因型分析（G×E），可以筛选出适应性广、产量高的综合性品种，确保其在不同高寒环境下的表现稳定。这为高寒地区的青稞推广提供了数据支持，也为品种的区域适应性评估提供了科学依据，推动了青稞品种的精确化选育与推广。

5 青稞高效稳产的栽培技术优化体系

5.1 播期与密度优化

在高寒地区，青稞的播种期和密度对其生长和产量有着重要影响。研究表明，青藏高原中部的适宜播种期为每年

4月中旬至5月初,过早播种容易遭遇冻害,而过晚则会影响青稞的灌浆和成熟。合理的播种密度为每公顷450至525万株,既能保证良好的通风透光条件,又能提高养分的有效利用。为了提高出苗率并减少空穴,采用精量播种机和均匀覆土技术显得尤为重要。这些措施不仅有助于提升青稞的生长环境质量,还能提高整体的生产效益。

5.2 水肥管理与养分调控

青稞对水分和养分的需求集中在拔节至灌浆期,因此水肥管理的关键在于这一阶段的合理调控。根据“基肥为主、追肥为辅”的原则,推荐使用氮、磷、钾的比例为1:0.6:1.2。施用有机肥和微生物菌剂能有效改善土壤结构,增加土壤的保水能力,尤其在干旱地区,节水灌溉技术如滴灌或膜下渗灌可以显著提高水分的利用效率。通过测土配方施肥与智能监测系统,能够实现精准施肥与动态管理,减少10%的施肥量的同时,确保产量稳定,这既有经济效益,也促进了生态环境的可持续发展。

5.3 病虫害综合防控技术

青稞栽培中,条锈病、叶斑病等病害及虫害是影响产量的主要因素。针对这些问题,应推行“抗病品种+综合防控”的策略。在防治病害方面,可通过轮作、深耕等措施减少病源残留,同时使用种子包衣、叶面喷药及生物防治等技术,保证防控效果的同时兼顾生态安全。病害初发期,使用多抗霉素或戊唑醇等低毒药剂能有效防治。虫害方面,可利用性诱剂与天敌释放等生态防控手段,减少农药的使用,从而保障环境的可持续性与农产品的安全性。

5.4 高产优质栽培模式的集成应用

为了实现青稞的高产优质栽培,必须在综合管理基础上构建“优良品种+规范栽培+智能监测”的一体化高效模式。采用无人机监测技术实时跟踪青稞的生长状态和病虫害情况,结合气象数据建立预警模型,以动态调整管理措施。此外,推广保护性耕作、秸秆还田和轮牧轮作等制度,不仅能提高土壤肥力,还能增加生态系统的稳定性,为青稞的可持续生产提供保障。这一模式的集成应用,能够提升农业生产效率,同时保障生态环境的持续健康发展。

6 高寒地区青稞产业化与生态可持续发展方向

6.1 特色产业链构建

青稞作为高原特色农产品,拥有巨大的深加工潜力,能够推动产业的多元化。发展青稞的食品、保健饮品和饲料产业,不仅能有效提升附加值,还能带动青稞产业向功能性农业转型。通过建立以“良种—良法—良品”为核心的全产业链体系,可以实现青稞资源的全面利用。此产业链的构建不仅促进了青稞产品的多元化,还能够推动农业产业结构的优化升级,提高农民收入,进而推动区域经济转型。通过提高青稞的深加工水平和产品附加值,可以提高产业的整体竞争力,为高原地区的农业经济注入新动能,确保青稞产业的

可持续发展。

6.2 科技支撑与政策保障

为了进一步提升青稞产业的生产效率和产品质量,政府应加大对科研平台的建设,支持青稞的遗传改良和栽培技术创新。通过建立区域种质资源共享平台与科技推广体系,可以有效促进科研院所、企业与农户之间的协同合作,推动青稞产业的科技进步。同时,政府应通过政策补贴与保险机制,降低高寒地区农业生产的风险,确保青稞种植的长期稳定发展。政策保障不仅可以帮助农民应对极端气候和自然灾害,还能激励更多的农业技术创新和可持续发展,为青稞产业的竞争力提供有力支撑。

6.3 生态与社会效益协调发展

青稞种植在高寒地区具有显著的生态效益。青稞的根系有助于防止水土流失,促进有机质积累,改善土壤质量,从而具有重要的生态保护功能。推广生态农业模式,如有机青稞和绿色认证生产,不仅能够促进环境保护,还能提高青稞产品的市场竞争力。通过提高生产的生态标准,青稞产业能够实现经济效益与生态效益的双赢,促进可持续发展。此外,青稞的生态价值也能够提升其在国际市场上的竞争力,并为区域环境保护和社会福祉做出积极贡献。

7 结语

研究表明,抗逆基因的有效利用与分子育种技术的引入,是提升青稞适应高寒逆境能力的关键途径;在此基础上,通过播期、密度及水肥调控等栽培措施的协同优化,可显著提高青稞产量稳定性和生产效益。研究认为,构建“遗传改良—精准栽培—生态调控”相结合的综合技术体系,是保障高寒地区青稞持续稳产和生态安全的有效路径。本研究可为高寒地区青稞生产实践和后续深入研究提供理论依据与技术参考。

参考文献

- [1] 次仁措姆.西藏日喀则东北高寒地区春青稞高产栽培技术[J].农业科技通讯,2019,(03):210-211.
- [2] 尼玛扎西,高寒地区早熟春青稞新品种藏青690选育与示范推广.西藏自治区,西藏自治区农牧科学院农业研究所,2016-01-01.
- [3] 熊兴容.仁布县高寒地区青稞栽培技术要点[J].南方农业,2025,19(17):114-117.
- [4] 毕玉蓉.青稞对环境胁迫的生理响应及信号转导与分子机理研究.甘肃省,兰州大学,2015-12-15.
- [5] 杨子儒.青海不同产区青稞品种昆仑14号优质丰产栽培技术研究[D].扬州大学,2025.
- [6] 屈燕.冻融及盐碱胁迫下添加青蒿素和黄腐酸钾对青稞幼苗的生理影响[D].吉林大学,2022.
- [7] 付正波,刘猛道,许金波,等.云南保山青稞新品种适应性研究[J].中国种业,2021,(11):87-90.
- [8] 蔡静.温度对青稞非生物胁迫抗性基因节律性表达的影响研究[D].西北大学,2018.

Promotion and Effect Analysis of High Efficiency Seedling Technology in Forestry Engineering Construction

Weisheng Xu

Zhughe Town Agricultural Comprehensive Service Center, Yishui, Shandong, 276422, China

Abstract

As the ecological significance of forestry development continues to grow, efficient seedling cultivation technology has emerged as a pivotal technique in forestry engineering, playing a central role in enhancing production efficiency and ecological restoration capabilities. This study examines the application of efficient seedling cultivation techniques across diverse regions and environments, conducting a comprehensive analysis of their effectiveness. Through case studies of multiple typical projects, the research highlights the advantages of these technologies in improving seedling survival rates, shortening cultivation cycles, and reducing costs. The findings demonstrate that continuous advancements in cultivation techniques not only elevate the quality of forestry projects but also strengthen ecological restoration outcomes. Additionally, the paper identifies challenges in implementation and proposes future development directions, providing theoretical references for the application of efficient seedling cultivation technologies in future forestry engineering projects.

Keywords

Forestry Engineering; Efficient Seedling Raising Technology; Promotion; Effectiveness Analysis; Ecological Restoration

林业工程建设中高效育苗技术的推广与成效分析

徐维生

山东省沂水县诸葛镇农业综合服务中心, 中国·山东 沂水 276422

摘要

随着林业建设对生态环境的重要性日益增强, 高效育苗技术作为林业工程中的关键技术之一, 已逐渐成为提升林业生产效率和生态恢复能力的核心。本文围绕林业工程中的高效育苗技术, 探讨其不同区域与环境下的推广应用, 并对其成效进行了综合分析。通过对多个典型案例的研究, 分析了高效育苗技术在提高苗木成活率、缩短育苗周期、降低成本等方面的优势。研究表明, 随着育苗技术的不断发展和优化, 现代化育苗手段不仅能够提升林业工程的质量, 还能够增强生态恢复的效果。本文还提出了在推广过程中面临的挑战及未来发展方向, 为今后林业工程建设中的高效育苗技术应用提供理论参考。

关键词

林业工程; 高效育苗技术; 推广; 成效分析; 生态恢复

1 引言

林业工程建设不仅是国家生态环境保护的重要组成部分, 而且在经济发展和可持续性方面扮演着重要角色。随着全球气候变化和生态环境恶化的加剧, 森林资源的合理利用和恢复成为当今社会的迫切需求。在这一背景下, 如何提高林业工程建设的效率和质量, 尤其是苗木的栽培与成活率, 成为了林业领域的关键问题。传统的育苗技术虽然在一定程度上满足了基础需求, 但随着林业工程规模的扩大和生态环境保护要求的提高, 传统方法逐渐暴露出育苗周期长、成本高、成活率低等问题。本文旨在探讨高效育苗技术的推

广路径、应用实例以及技术成效, 为相关领域的研究与实践提供参考。

2 高效育苗技术的概述

2.1 高效育苗技术的定义与特点

高效育苗技术通过优化育苗环境、提升育苗设施、选用优质种苗等手段, 旨在提高苗木繁育的效率和质量。与传统育苗方式相比, 这种技术在多个方面展现出显著优势。首先, 育苗周期显著缩短, 通过温控设施、无土栽培、液体培养等现代化技术手段, 苗木生长过程得到加速。其次, 苗木的质量得以提升, 通过精确控制育苗环境中的温湿度、土壤养分、水分等因素, 能够最大限度地促进苗木的健康成长和根系发育。此外, 高效育苗技术的最大优势在于成活率的提高, 利用自动化设备和精准管理系统, 能够减少人为干预带

【作者简介】徐维生(1969-), 男, 中国山东沂水人, 本科, 高级工程师, 从事林业技术推广研究。

来的误差,确保苗木在最佳生长条件下发育,显著提高苗木的存活率。这些特点使得高效育苗技术在林业工程、生态恢复等领域具有广泛的应用前景。

2.2 高效育苗技术的分类

高效育苗技术根据不同的育苗方式和技术手段,可以分为几大类,其中每一类都有其独特的优势和应用场景。

温室育苗技术:温室育苗技术通过建立温控设施,创造一个稳定、可控的温湿度环境,能够有效地加速苗木的生长过程。这一技术特别适合温带和亚热带地区,能够为苗木提供最佳的生长条件。

无土栽培技术:此技术通过采用无土栽培系统,解决了传统育苗土壤质量不佳的问题,尤其适用于土壤污染或土壤贫瘠地区。无土栽培能够有效提高苗木根系的发育和生长速度。

液体培养技术:液体培养技术通过使用液体培养基替代传统的土壤,提供更多的养分,促进苗木的快速生长。这一技术尤其适用于快速生长的植物,如一些经济作物或快速恢复的生态物种。

机械化育苗技术:机械化育苗通过引入现代自动化设备,减少人工劳动,提高了育苗过程的效率。该技术适合大规模林业项目,尤其在苗木生产的初期阶段,能够降低人力成本和时间成本。

2.3 高效育苗技术的应用领域

高效育苗技术广泛应用于多个领域,尤其在大规模的林业工程建设中具有重要意义。这些技术的应用不仅限于普通的林木培育,还包括林业生态恢复、森林防护林建设、珍稀濒危物种的繁育等重要领域。随着技术的不断发展,越来越多的林业工程开始采纳这些高效育苗技术,以应对日益增长的育苗需求和生态恢复压力。例如,在森林防护林的建设中,利用高效育苗技术能够加快林木的生长过程,提高成活率,从而实现更快的生态恢复。此外,随着生态环境保护的加强,许多珍稀濒危物种的繁育也开始依赖于这些先进的育苗技术,确保种群的稳定性和基因多样性。随着科技的进步和需求的扩大,高效育苗技术的应用将为各类林业项目的顺利开展提供坚实的技术支持。

3 高效育苗技术的推广路径

3.1 苗木成活率的提升

高效育苗技术在多个林业工程中应用后,苗木的成活率普遍得到显著提升,提升幅度通常在20%至30%之间。在恶劣环境条件下,特别是干旱和高寒地区,这一技术的优势尤为突出。传统育苗技术由于受限于环境条件,苗木的成活率常常受到较大影响,尤其在水源匮乏或气候寒冷的地区,苗木存活难度较大。而高效育苗技术通过优化育苗环境、精准调控温湿度、加强水分管理等手段,显著提升了苗木的适应能力。这些技术手段通过模拟适宜的生长环境,有效降

低了由于气候变化、土壤问题等带来的苗木死亡率。此外,温室育苗、无土栽培等创新方法也为苗木提供了更为理想的生长空间,减少了恶劣环境对苗木的负面影响,从而提高了成活率。通过这些技术的应用,林业工程中苗木的生存率得到了有效保障。

3.2 育苗周期的缩短

传统育苗方法通常需要两到三年的时间来完成苗木的育苗和栽植,然而通过高效育苗技术的应用,育苗周期可以缩短至一年左右。温室育苗、无土栽培、液体培养等现代化技术手段能够精确控制育苗过程中的温湿度、光照及养分供给,使苗木在最适宜的条件下快速生长。与传统育苗方法相比,这些技术不仅提高了育苗效率,还缩短了苗木生长的时间。这一缩短的周期为林业工程提供了更多的苗木,显著提高了育苗效率。尤其在大规模林业项目中,能够减少每年育苗的时间成本,提供更为充足的苗木供应,从而加速林业工程的进度。减少的时间还可用于进行更多的苗木培养,为长远的林业工程和生态恢复提供持续的支持。

3.3 成本的降低

高效育苗技术通过提升苗木生长速度和成活率,显著降低了育苗成本。传统育苗技术中,由于苗木成活率低,往往需要多次补种或重新育苗,导致大量的资源浪费,且需要较高的人力和物力投入。而高效育苗技术通过优化育苗环境、精细化管理等手段,不仅提高了苗木的成活率,还减少了育苗过程中的水、肥、土等资源消耗。精准的环境控制系统能够根据苗木生长的不同阶段调整环境因素,避免了资源的过度消耗,并减少了不必要的人工干预。此外,通过集约化管理,苗木的培育和管理成本大大降低,这为林业企业和农户提供了更为经济的选择。综上所述,推广高效育苗技术不仅在提升苗木质量上取得了成果,也为林业工程的可持续发展提供了有力的经济支持。

4 高效育苗技术的成效分析

4.1 苗木成活率的提升

高效育苗技术在多个林业工程中应用后,苗木的成活率普遍得到显著提升,提升幅度通常在20%至30%之间。在恶劣环境条件下,特别是干旱和高寒地区,这一技术的优势尤为突出。传统育苗技术由于受限于环境条件,苗木的成活率常常受到较大影响,尤其在水源匮乏或气候寒冷的地区,苗木存活难度较大。而高效育苗技术通过优化育苗环境、精准调控温湿度、加强水分管理等手段,显著提升了苗木的适应能力。这些技术手段通过模拟适宜的生长环境,有效降低了由于气候变化、土壤问题等带来的苗木死亡率。此外,温室育苗、无土栽培等创新方法也为苗木提供了更为理想的生长空间,减少了恶劣环境对苗木的负面影响,从而提高了成活率。通过这些技术的应用,林业工程中苗木的生存率得到了有效保障。

4.2 育苗周期的缩短

传统育苗方法通常需要两到三年的时间来完成苗木的育苗和栽植，然而通过高效育苗技术的应用，育苗周期可以缩短至一年左右。温室育苗、无土栽培、液体培养等现代化技术手段能够精确控制育苗过程中的温湿度、光照及养分供给，使苗木在最适宜的条件下快速生长。与传统育苗方法相比，这些技术不仅提高了育苗效率，还缩短了苗木生长的时间。这一缩短的周期为林业工程提供了更多的苗木，显著提高了育苗效率。尤其在大规模林业项目中，能够减少每年育苗的时间成本，提供更为充足的苗木供应，从而加速林业工程的进度。减少的时间还可用于进行更多的苗木培养，为长远的林业工程和生态恢复提供持续的支持。

4.3 成本的降低

高效育苗技术通过提升苗木生长速度和成活率，显著降低了育苗成本。传统育苗技术中，由于苗木成活率低，往往需要多次补种或重新育苗，导致大量的资源浪费，且需要较高的人力和物力投入。而高效育苗技术通过优化育苗环境、精细化管理等手段，不仅提高了苗木的成活率，还减少了育苗过程中的水、肥、土等资源消耗。精准的环境控制系统能够根据苗木生长的不同阶段调整环境因素，避免了资源的过度消耗，并减少了不必要的人工干预。此外，通过集约化管理，苗木的培育和管理成本大大降低，这为林业企业和农户提供了更为经济的选择。综上所述，推广高效育苗技术不仅在提升苗木质量上取得了成果，也为林业工程的可持续发展提供了有力的经济支持。

5 高效育苗技术推广中的挑战与解决方案

5.1 技术普及度低

尽管高效育苗技术在部分地区已取得显著成效，但技术普及度依然有限。特别是在一些偏远地区，基层林业单位和农民面临较高的技术门槛，导致技术难以广泛应用。一方面是由于技术要求较高，需要具备一定的专业知识和操作技能；另一方面，技术应用中所需的设备和管理手段，许多基层单位缺乏足够的条件和资源。因此，要提高高效育苗技术的普及率，首先必须加大培训力度，特别是对基层技术人员和农民的培训，使其能够理解和掌握相关技术要点。此外，政府与科研机构应建立长期合作机制，定期组织技术推广活动，通过示范点、培训班等形式，加强技术的宣传与应用。同时，政府应出台相关政策，提供资金支持，帮助基层单位降低技术应用的门槛，确保技术能够深入基层，推动林业现代化的全面发展。

5.2 设施投资高

高效育苗技术通常需要依赖温室、自动化设备等先进设施，这使得初期投资较大，特别是在中小规模的林业企业

和农户中，往往难以承受这一资金压力。高效育苗设施不仅包含建设温室和自动化控制系统，还需要定期维护和更新，这进一步增加了成本。因此，如何降低投资门槛，成为推广该技术的关键问题之一。对此，政府可以出台相关财政支持政策，包括补贴、低息贷款、税收减免等，以减轻企业和农户的负担。同时，企业和科研机构应加大技术创新，研发适应不同规模和环境的低成本、易操作的育苗设备，降低设施投入的同时提高其使用效率，确保更多基层单位能够承担起高效育苗技术的投资。

5.3 技术适应性问题

高效育苗技术的推广不仅要考虑其技术本身的成熟性，还需要考虑不同地区、不同气候条件下的适应性问题。不同地区的生态环境、气候条件和土壤类型各异，这些因素对育苗技术的应用效果有着重要影响。例如，在干旱地区，传统的育苗方法难以应对水分不足的挑战，而在寒冷地区，低温可能影响苗木的生长。为了确保高效育苗技术在不同区域的适用性，科研机构需要开展针对性研究，根据当地的自然条件，定制化开发相应的育苗技术。通过区域化技术研发，不仅可以提高技术的适应性，还能最大限度地发挥其在当地林业工程中的作用。

6 结语

高效育苗技术在林业工程建设中的推广应用已经取得了显著成效，尤其在提升苗木成活率、缩短育苗周期、降低成本等方面表现突出。然而，技术推广仍面临诸如技术普及度低、设施投资高以及适应性问题等挑战。随着科技进步和政策的不断支持，高效育苗技术有望在更多地区推广，进一步推动林业生态恢复、森林资源保护等领域的深入发展。未来，林业工程建设应更加注重技术创新与绿色发展，通过加大科技研发投入、完善技术培训体系、出台更为细致的政策扶持措施，推动高效育苗技术在全国范围内的广泛应用。这不仅将提升林业工程的整体质量与效益，还将为实现生态文明建设目标提供重要支持，助力生态环境的可持续发展与保护。

参考文献

- [1] 刘尊曦.基于“双碳”目标的林业工程苗木培育技术[J].中国林业产业,2025,(05):83-84.
- [2] 苏继祥,夏永香.林业工程中高效育苗技术及其经济效益分析[J].新农村,2024,(34):96-98.
- [3] 赵军,沈振,蒋莹.林业工程苗木培育及移植造林技术研究[J].园艺与种苗,2023,43(02):51-52+59.
- [4] 马桂花.提高林业育苗技术及加强苗期管理的对策探究[J].南方农业,2020,14(23):74-75.
- [5] 林道雪.林业工程建设中林木育苗技术要点[J].乡村科技,2019,(18):60-61.

Field Practical Techniques for S2024R70 Hybrid Corn Seed Production in Xujiashai

Yanmei Zuo

Mile Seed Management Station, Mile, Yunnan, 652300, China

Abstract

Based on 30 years of hybrid corn seed production practice and long-term supervision and guidance service experience in Xujiashai, this paper systematically summarizes the standardized field technology process that is suitable for the regional characteristics of Xujiashai, including site selection planning, fine land preparation and mulching, scientific sowing layout, field management throughout the growth period, precise cutting of the male parent, and timely harvesting and selection of ears.

Keywords

Xujiashai; Hybrid corn; S2024R70 variety; Seed production; technology

徐家寨 S2024R70 杂交玉米制种田间实操技术

作艳梅

弥勒市种子管理站, 中国·云南弥勒 652300

摘要

结合徐家寨30年杂交玉米制种实践及长期监督指导服务经验,从基地选址规划、精细整地覆膜、科学播种布局、全生育期田间管理、父本精准砍除、适时收获选穗等关键环节,系统总结适配徐家寨地域特点的标准化田间技术流程。本技术要点聚焦实操性与规范性,兼顾品种特性与自然条件,为种植农户及技术管理人员提供易懂、易掌握、好操作的技术指导,旨在强化徐家寨杂交玉米制种规范化生产管理,全面提升制种质量与产量,推动当地制种产业持续稳定健康发展,助力乡村特色产业提质增效^[1]。

关键词

徐家寨; 杂交玉米; S2024R70品种; 制种; 技术

1 引言

徐家寨隶属于弥勒市福城街道中以则社区的一个居民小组,凭借独特的地理区位优势、适宜的气候条件和肥沃的土壤资源,杂交玉米制种历史已达30年,成为当地乡村特色产业的核心支柱。自1995年起步发展制种产业,1998年与中国种子集团达成订单合作意向,初期制种规模约200亩,按收购合同每公斤籽粒4.5元计算,每亩经济收益达2500余元,显著带动农户增收。2014年成立弥勒市兴粒玉米种植专业合作社,发展“公司+合作社+农户”的订单发展模式^[2]。

【作者简介】作艳梅(1975-),女,彝族,中国云南人,本科,高级农艺师,从事玉米新品种生产、农作物品种实验、选育与推广等。

2 基地选择

2.1 隔离区域规划

结合徐家寨制种基地四周情况及S2024R70品种生育期,隔离范围内严禁种植其他玉米品种,杜绝外来花粉污染。空间隔离上基地四周与其他玉米种植区空间距离不少于300m;若空间隔离条件受限,可采用时间隔离补充,确保制种玉米与周边其他玉米花期错开不少于60t,通过调整播种时间,让两者开花授粉期完全不重叠,从源头避免串粉风险。

2.2 精准筛选制种基地

徐家寨地处弥勒市副城街道中以则社区,属太平水库和雨补水库沟渠覆盖的农业灌溉区域。制种地块需满足杂交玉米生长全周期需求,优先选择在农业灌溉区域内光照充足、土壤疏松肥沃、通风条件与排灌良好的地块。

3 整地与底肥

3.1 精细整地操作

整地需在播种前15~20t完成,具体应在3月底前完成。

核心是改善土壤结构、清除杂草和杀灭害虫。首先对制种地块进行深耕翻犁，深耕深度控制在25~30cm，打破土壤板结层，增加土壤透气性和保水能力；翻犁后进行晒土，晒土时间不少于7t，通过阳光照射杀灭土壤中地下害虫卵、幼虫及部分病原菌；晒土后将地块耙细耙匀，清除田间碎石、杂草根茎等杂物，为后续播种和覆膜创造良好条件。

3.2 科学施用底肥

底肥是保障玉米苗期生长和后期发育的重要养分来源，需遵循“有机肥为主、化肥为辅，氮磷钾均衡”原则。结合徐家寨土壤肥力状况，每亩施用充分腐熟的有机肥1000-2000 kg，如牛羊粪、猪粪等，有机肥能改善土壤结构，提升土壤保肥能力，持续为玉米生长提供养分；搭配施用氮磷钾复合肥（N:P:K=15:15:15）30-40 kg / 亩，补充土壤中氮、磷、钾等速效养分，满足玉米苗期对养分的迫切需求。

4 播种

播种质量直接影响玉米出苗率和群体结构，需从播种时间、亲本用种量、播种方式、行比密度等方面精准把控，适配S2024R70品种特性和徐家寨气候条件。

4.1 确定播种时间

玉米种子发芽的适宜地温为15℃以上，且需避免连续降温天气导致烂种。结合徐家寨气候特点，4月中旬地温稳定在15℃以上，且无明显倒春寒天气，为方便管理及集中统一收购，同一片基地的需在1t内播种结束。因此4月19日确定为S2024R70品种的最优播种时间^[3]。

4.2 亲本用种量

S2024R70品种亲本用种量经过2年的实践总结，实现用量精准适配当地种植密度和发芽率。父本亩用种量0.4 kg，母本亩用种量2.3 kg。播种前需对亲本种子进行筛选，挑选颗粒饱满、无破损、无病虫害的种子，提高发芽率；同时对种子进行晒种处理，晒种2~3t，提升种子活力，促进发芽整齐。

4.3 播种方式

为确保父本和母本花期相遇，提高授粉率，S2024R70品种采用父本错期播种方式，即“0+3”错期模式：第一期父本与母本同期播种，第二期父本在母本播种后第3t播种。错期播种能延长父本花期，确保母本吐丝期与父本散粉期高度契合，提升授粉成功率，减少空穗率。

4.4 合理设置行比与密度

行比和密度直接影响群体通风透光条件和授粉效率，是保障制种产量的关键。

4.4.1 行比设置

S2024R70品种父本与母本行比严格控制为1:6，即1行父本搭配6行母本，该比例能保证父本花粉量充足，满足母本授粉需求，同时最大化利用土地资源，提高母本种植面积，增加制种产量。

4.4.2 母本密度

行距60cm，株距20cm，播种深度5~6cm，采用一单一双交替播种模式，遵循1-2-1-2规律，即第一塘播1粒种子，第二塘播2粒种子，第三塘播1粒种子，第四塘播2粒种子，依次循环。每亩播种4764塘，出苗后及时间苗，每亩保留健壮苗4288株，确保群体结构合理，通风透光良好。

4.4.3 父本密度

因采用“0+3”错期播种，父本采用隔塘分期播种方式，与母本间行距60cm，父本株距（塘距）25cm，双粒播种，出苗后每塘留1株健壮苗。具体操作：一期父本与母本同期播种，塘距50cm；二期父本在母本播种后第3天播种，在一期父本塘距之间正中处播种，形成连续花粉带。每亩播种1270塘，最终保留健壮父本苗635株，确保父本花粉持续供应。

4.5 地下害虫综合防治

徐家寨杂交玉米制种常见地下害虫有金针虫、土蚕（地老虎）、蝼蛄、蛴螬等，此类害虫咬食种子和幼苗根系，导致缺苗断垄，需重点预防。

4.5.1 预防措施

播种时采用辛硫磷颗粒与种子穴施方式，每亩用辛硫磷颗粒1~1.5 kg，与种子分开穴施，两者距离不少于5cm，防止农药烧种，通过药剂挥发杀灭土壤中害虫；同时结合整地晒土，减少害虫虫卵数量。

4.5.2 防治措施

若播种时未做预防，苗期发现地下害虫危害，及时采用毒死蜱乳油或辛硫磷乳油灌根，按药剂说明书稀释后，每塘灌药液50~100ml，针对性杀灭根部害虫，确保幼苗健康生长。

5 覆膜

覆膜为了保水保墒，减少土壤水分蒸发；提高地温，促进种子早发芽、早出苗，确保出苗整齐；抑制杂草生长；防止土壤板结，提升土壤透气性，利于玉米根系生长。

5.1 覆膜遵循原则

覆膜需严格遵循平、正、严、实四大原则：平即地膜与地面紧贴，无明显凸起或凹陷；正即地膜铺设方向一致，与种植行对齐；严即地膜边缘压实，无空隙；实即地膜覆盖后用土压实，防止风吹破损。

5.2 覆膜技术

将地膜平铺在种植沟上，地膜宽度选择60cm，覆盖两行玉米为宜；地膜边缘用土压实，每隔2~3m压一道土埂，防止地膜被风吹起；覆膜后及时检查，发现破损处用土修补，确保覆膜质量。

6 灌水

播种结束后立即灌头水，头水必须灌透，确保土壤含水量达到田间持水量的70~80%，满足种子发芽所需水分，

促进种子快速发芽出苗。

7 生育期管理：全程精细管控，保障生长质量

玉米生育期长，需分阶段做好苗期、穗期管理，涵盖插牌追踪、放苗补苗、间定苗、病虫害防治等环节，确保植株健壮生长，提升制种纯度和产量。

7.1 苗期管理（出苗至拔节期）

苗期管理核心是保苗齐、保苗壮、控旺长，为后期生长奠定基础。

7.1.1 插牌追踪管理

为便于技术指导和监督，每块制种地块必须插牌标记。选用5×7cm色彩鲜明的PVC防水标签，用1m长竹杆插入地块靠近主道的角落，标签内容清晰填写村组、种植户姓名、联系电话、制种面积，用铅笔填写确保信息在全生育期不褪色。

7.1.2 及时放苗补苗

徐家寨4月中下旬气温较高，播种后4~5t即可出苗，出苗期需每天巡查地块，发现幼苗顶膜时及时放苗（掏苗），用小刀或手将地膜划开小口，放出幼苗，然后用土压实膜口，防止高温烧苗和水分蒸发。

7.1.3 科学间定苗

间定苗是优化群体结构的关键，当幼苗长至3~4片真叶时进行间苗，去掉病苗、弱苗、幼苗、丛生苗、畸形苗，每塘保留2株健壮苗；长至5~6片真叶时进行定苗，按上文本母本播种模式，每塘最终保留1株健壮苗，确保亩保苗4288株。

7.1.4 苗期病虫害防治

苗期主要病虫害有草地贪夜蛾、蚜虫、锈病等，需实时监控、及时防治。

草地贪夜蛾：全生育期均可发生，苗期危害严重，会啃食叶片形成孔洞，3龄前是最佳防治期。推荐使用虱螨脲乳油或氨基甲酸酯类杀虫剂，按药剂说明书稀释后喷雾防治，每隔7t喷一次，连续防治2~3次，确保全覆盖无死角。

蚜虫：群集在叶片背面吸食汁液，导致叶片发黄卷曲，传播病毒病。可用吡虫啉可湿性粉剂或啶虫脒乳油喷雾防治，重点喷洒叶片背面。

锈病：初期叶片出现黄色锈点，后期扩大为锈斑，影响光合作用。可用三唑酮乳油或戊唑醇悬浮剂喷雾防治，发病初期开始用药，每隔10t喷一次，连续防治2次。

7.1.5 中耕除草培土

在整个生育期中需进行3次中耕除草。结合培土，提升土壤透气性，防止倒伏。第一次在V6期（6片可见叶）前，浅耕5~8cm，清除田间杂草，避免杂草与幼苗争夺养分；第二次在拔节期，深耕10~12cm，疏松土壤，促进根系生长；第三次在去雄前，结合培土进行，将土壤培至植株基部，高

度5~10cm，增强植株抗倒伏能力。

7.2 穗期管理（拔节至灌浆期）

穗期是玉米营养生长和生殖生长并进期，管理核心是保穗数、促穗大、提纯度，关键做好去杂和母本去雄工作。

7.2.1 严格去杂保纯

去杂是保障杂交玉米制种纯度的核心措施，需从苗期到抽穗期组织3~5次严格去杂，做到“早、准、净”。第一次在苗期结合间定苗，根据幼苗叶色、叶形、生长势等特征，去除与亲本特征不符的杂苗；第二次在拔节期，根据植株高度、茎秆粗细、叶片大小等特征，去除变异株、高大株；第三次在抽穗前，重点去除父本杂株，父本杂株会影响花粉纯度，需彻底拔除，同时去除母本中的变异株、疑似杂株；抽穗期进行第四次、第五次去杂，确保田间无杂株，保障种子纯度。

7.2.2 母本去雄

母本去雄是杂交玉米制种的关键技术，直接影响种子纯度和产量，去雄一定要及时、彻底。S2024R70品种母本旗叶散粉，且散粉较快，一定要做到提前摸苞去雄，绝对不能露头。去雄时间选择在母本雄穗未抽出时，提前带2~3片顶叶去雄，带叶去雄能提高去雄效率，减少雄穗残留，同时促进雌穗发育。

7.2.3 穗期水肥精准管理

穗期需肥量大，需精准追肥，满足植株生长和穗粒发育需求。第一次追肥在V6期（提苗肥），以氮肥为主，每亩施尿素8~10kg，促进幼苗健壮生长；第二次追肥在第一次去雄结束后（穗肥），每亩施氮磷钾复合肥（N:P:K=15:15:15）30~40kg，搭配少量尿素5~8kg，补充养分，促进雌穗发育和籽粒形成。追肥采用“穴施”方式，在植株两侧10~15cm处挖浅穴，施入肥料后覆土压实，避免肥料流失，提高利用率。

8 父本砍除

母本授粉结束后，父本已无利用价值。在母本授粉结束后5t内及时砍除父本，以提升制种产量和品质。砍除父本的核心作用：一是改善田间通风透光条件，减少父本与母本争夺光照、水分和养分，促进母本光合作用，提升籽粒饱满度和千粒重；二是降低病虫害发生风险，父本易成为病虫害宿主；三是便于后期田间管理和收获；四是避免混杂，防止收获时父本鲜穗混入母本鲜穗中，保障种子纯度。

9 收获

适时采收，收获期判断以果穗乳线位置为关键依据，当乳线降至果穗籽粒1/2以下时，标志进入最佳收获期（蜡熟期）。此时及时收获。

10 穗选

穗选是收获后保障种子纯度的最后一道关键环节，需

在收购时严格执行，剔除不合格果穗，确保种子质量。具体操作：收购时安排6人专业人员在称好鲜穗向运输车输送的输送带两边各3人负责穗选。严格按照穗选标准：剔除杂穗、霉烂穗、虫蛀穗、畸形穗，同时清除果穗上的杂物、杂质及未脱落的花丝。对果穗大小、颜色、穗型与S2024R70品种特征不符的杂穗，彻底剔除，确保留存果穗均为纯合母本果穗。

11 结语

徐家寨杂交玉米制种产业历经30年发展，已形成稳定的“公司+合作社+农户”的发展模式。通过严格执行基

地隔离、精细整地、优化播种方式、覆膜、灌水、全生育期精准管理、及时砍除父本、适时收获穗选等技术措施，能有效提升制种纯度和产量，增加农户经济收益。

参考文献

- [1] 侯世明,蒙琼,胡潇文,等.文山市州杂交玉米制种产业发展现状及高质量振兴策略[J].农村实用技术, 2025(7):45-46.
- [2] 王凤莲.杂交玉米制种花期预测及调节的重要性的方法[J].种业导刊, 2025(6):25-27.
- [3] 孙渤.玉米杂交制种产量与种子质量提升的集成技术路径探析[J].中外食品工业, 2025(14):100-101.

Why Rural Primary Schools Are Losing Students: A Case Study from Hebei Province and Strategies for Response

Xinyang Gao

Cangzhou Xinhua Experimental Middle School, Cangzhou, Hebei, 061000, China

Abstract

With the ongoing implementation of the 14th Five-Year Plan, China's compulsory education is advancing towards greater balance, comprehensiveness, and equity. In this context, rural primary schools face significant challenges, including the prominent issue of student attrition. Rapid economic development has spurred rural-urban migration, widening the development gap—particularly in the distribution of educational resources—and leading to a decline in student enrollment in many village schools. As rural development is crucial, with education being a vital component, this study examines a primary school in C City, Hebei Province, as a case to investigate the causes of student attrition in rural areas. It analyzes and summarizes the contributing factors, proposing potential solutions and approaches. This research aims to provide a reference for improving rural education and supporting revitalization in Hebei, while contributing to the transition from basic to high-quality in compulsory education.

Keywords

Rural Education; Student Attrition; Urban-Rural Gap; Educational Governance; Rural Revitalization

农村小学生源流失动因与应对策略——基于河北省C市某小学的个案研究

高鑫杨

沧州市新华实验中学，中国·河北 沧州 061000

摘要

随着十四五规划的进一步实施，义务教育阶段发展的趋势是均衡、全面、公平。中国农村的小学，在发展的过程中，也面临着巨大的挑战，一些问题也随之出现。经济的高速腾飞，农村人口出现了迁移，随之而来的城乡发展的差距逐渐增大，尤其是教育资源的差异。农村的小学在各种因素的影响下也出现了生源流失的现象。农村的发展至关重要，教育又是发展的重要一环。以河北省C市某小学为个案，研究河北省农村小学生源流失问题，分析并归纳原因，并这一问题提供一些解决思路以及解决方案。笔者相信这对促进河北的农村教育、乡村振兴有一定参考价值，并为促进义务教育的均衡发展尽绵薄之力，从基本均衡走向优质均衡。

关键词

农村教育；生源流失；城乡差距；教育治理；乡村振兴

1 引言

农村是中国重要的组成部分，是国家安全、生态屏障和文化根基的核心载体，也是乡村振兴战略的主战场。为中国提供了50%以上的劳动力。国内外的学者都在致力于对农村发展过程中的问题进行研究。农村的教育是研究中的重要一环。小学教育是义务教育重要的组成部分^[1]，农村小学又是小学教育中不可或缺的一部分。

在十四五规划中提出教育要均衡、全面的发展。不是单单只发展某个地区，更是要面向全国。因此更要大力推进

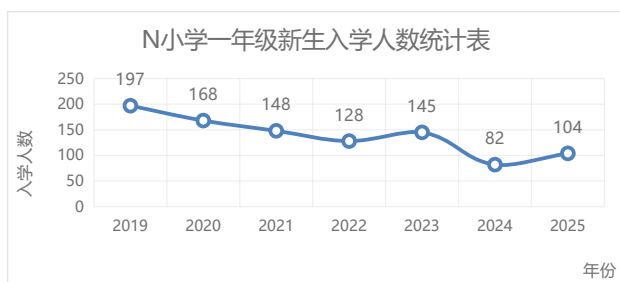
教育公平。促进教育公平的手段之一就是减少城乡教育的不均衡。查阅大量文献资料发现，不光是河北省，全国各地都出现了农村生源开始锐减的这一现象。河北省又是一个农业大省，2024年最新统计的数据表明，河北省内常住人口7393万人，农村人口占全省人口的31.23%。所以，面对农村人口这个庞大的群体，农村的教育问题值得发人深思。我为了能更加直观的研究农村生源减少的问题，从实际情况出发，深入调查了C市有代表性的某小学。其作为研究对象，能使我充分了解到生源减少的原因，并根据原因做出针对性的分析，从而给予一定建议。对促进河北的农村教育、乡村振兴有一定参考价值。

【作者简介】高鑫杨（1998-），女，回族，中国河北沧州人，本科，中小学二级教师，从事农村发展研究。

2 农村小学生源流失现状

中国目前也有一些关于农村学校生源流失的问题的讨论。王秋铮^[2]表示随着经济的发展城镇化进程的推进,城乡教育的差距也日渐明显,农村中小学教育模式受到了一定的冲击,农村生源流失的问题,制约着农村小学的发展。周清松^[3]以云南省农村村级完小及其附属小学教学点作为研究样本,发现学生外流情况较普遍,外流比例最高的已经达到73.4%。江芳^[4]以长丰县为例也对安徽农村小学生源流失现象做出过调查,从1998年的442400人到2008年的349033人,减少了93367人,下降约26.75%。根据这些直观的数据表明,农村小学生源的减少不是个别现象,而是一个在各个地区都出现的普遍规律。

我调查对象为河北省C市某小学,主要的生源来源是对应的周边邻近的四个村庄的适龄儿童以及附近输油管理处工作人员的适龄子女。下列图表是近七年一年级新生入学人数的统计。



根据图表可以直观地观察到,从2019年开始,一年级入学的新生人数开始出现明显的下降,但是在2023年出现了增高的趋势,通过与负责招生工作的教师进行沟通,得知是教育部门采取了干预手段,将市区内超出额定学位以外的学生进行调剂的结果。在短暂的升高后,于2024年出现了断崖式的下降,相较去年人数,减少了将近三分之一。经过访谈得知,2024年末招收调剂学生,在2025年重新接收调剂后入学人数又有了短暂小幅度回升。综合上述情况来看,对于某小学来说,生源减少是近七年来的总体趋势。

3 农村小学生源流失原因

农村小学生源的流失,它一定是多种外力共同造就的结果。而这些原因就形成了如今的现状。我们从如下几个方面,对河北省农村小学生源流失的现象进行分析。

3.1 地理位置因素

河北省C市某小学是一所位于C市东部的乡属农村小学。2006年正式投入使用。服务于周边的四个村庄以及临近附近输油管理处的适龄儿童。学校地处田地附近,外侧基本被田地包围,只有一条与外界相通的土路。对应片区适龄儿童,上学的路不好走,路程也远,父母接送时间成本较高。村边有和市区相连的公交车,但是村村与学校之间没有,所以基本没人选择乘坐公共交通上学。该校对应的周围的片

区,去市区上学的通勤时间与本校用时成本接近,公共交通也较为发达。所以,相较于农村小学,家长更倾向与市区小学。这就造成了一部分生源的流失。

3.2 家庭因素

某小学所对应的几个村庄,学生家庭成员分工相似。祖父母一般在家务农,为提高收入,父母则选择外出务工。常年在市区、其他省市工作的父母在有能力的情况下,会带走一部分适龄儿童跟随其父母一同生活,父母相较于老人来说更有陪伴优势。学生学习的地点自然会选择居住地点附近的城区学校,又造成一部分农村小学的生源流失。

3.3 社会因素

在1982年开始,中国开始实施计划生育这项政策,一直到2021年才接近尾声。在这几十年间,大量的新生儿减少,也就带来了生源的直接减少。第二,一些在此期间出生的人,成为父母后,其观念也发生了转变:从多生转变为少生、优生。多孩儿家庭已经成为历史。第三,文化素质的提升后,人们的学历开始升高,较高学历的人群,会造成生育年龄的滞后。第四,网络开始发达,人们接收信息的渠道从单一的纸质媒体以及电视广播转化为了移动媒体。大量的信息内容开始充斥人们的生活。一些关于“丁克”等话题进入大众视野,潜移默化的改变人们对于生孩子的观念。

“养儿防老”已经不是唯一的选择,一些公共化的资源,比如“养老院”等这些老年经济也随之发展完善。在人们的认知里,生育后代已经不是必要的选择,养老的方式出现了多样化的选择,人们对于一定要生孩子也就不再有执念。没有后代的情况下,也并不影响高质量的晚年生活,生源减少一定是必然的结果,是如今这个时代以及观念的产物。

3.4 教育资源因素

某小学相对于其他老牌乡属农村小学成立较晚,并且在上级部门大力扶持下,大多数多媒体设施与城区学校没有明显差距。但是早年间教师队伍的师资学历、教学水平确实不高。所以,人们对于农村学校不太认可。尽管近年的教师招聘制度使一些高学历的年轻教师进入队伍,给整个教师队伍注入了活力,并且政策的大力支持下教师培训力度加大,整体教师队伍的学历以及能力都有了明显大幅度的提升,但是家长对于农村学校落后的刻板印象依旧存在。不否认农村的环境对发展有一定的限制,一些校本课程以及实践课程的开发很难达到市区学校的教学水平。一些紧跟前沿的教学仪器、教学设备依旧不能及时更新到位。对一些接触到外界事物的家长来说,他们在提升一些经济水平后进行综合分析,市区学校显然更有优势。农村生源的流失,是必然的结果。

生源流失造成的后果,是教师队伍的人心惶惶。教师职业心理发展的历程是分三个阶段的,分别是:关注生存阶段、关注情景阶段、关注学生阶段。这三个阶段是一个教师从职业初期到逐渐成熟的过程。但是大量农村生源的流失,会给教师们带来心理上的巨大压力,认为其自身职业存在不

稳定性,随时面临失业的可能。所以,就造成了教师的流动性。教师队伍不稳定,对教学质量就有了影响,从而反作用于生源的数量。

4 河北省 C 市某小学生源流失应对对策

综上所述,要想减少农村生源的流失,需要制定一系列具有针对性的方法。可以借鉴一些其他地域成熟的措施,在这基础上进行改良,因地制宜,打造一个属于本地区的特色手段。经济发展带来的趋势必然是生源的减少,改变才是农村小学唯一出路。我有如下几条建议。

4.1 减少地理因素带来的影响

针对于河北省 C 市某小学与外界交通较为不便这一地理特点,可以与当地村委会、政府联系,提供一部分资金,对学校附近道路进行修缮。打通将主要通勤路线与与学校之间的联系,降低学生通勤时间及通勤的便捷程度。

各村庄之间距离较远,无法乘坐公共交通这一问题,可以借鉴一些幼儿园的做法,学校提供班车,定时定点接送学生。学生上学困难的问题就迎刃而解了。

4.2 发展经济,减少人口迁移

农村不能为年轻人提供足够多的就业机会,外出务工就成为必然的选择了。目前政府在大力扶持农村经济的发展,借此机会,农村应乘着这股东风调整产业结构,完成收入方式的转型。使农村经济收入的来源,从单一的农业种植转向多元化。可以将农业种植与自媒体相结合,利用自媒体的手段,将传统的农业种植焕发新的活力。C 市的一些特产比如金丝小枣、旱碱麦等与直播带货相结合,增加就业机会,农产品销量增加,收入增加,适龄青年不在选择外出打工,对应片区的农村学校成为了孩子们上学的首选。

除此之外,给予一些新型产业扶持的政策,也会吸引一部分的适宜生育年龄的青年,这些青年是生育的主力军,农村学校的生源问题随之就解决了。

河北省 C 市教育相关部门,在政策上也做出了一定调整。强制性调剂一部分的在城区报名的适龄儿童,在学位满员的情况下,使超出学位数量的学生到乡村学校中去,弥补农村生源不足的这个现象。

4.3 政策的变革,改善农村小学生源流失现状

随着“二胎”、“三胎”政策的出台,育儿成本开始增加,一些年轻人嚷嚷“没钱生”,国家给予了解决方案:“育儿补贴”。直接发钱,让青年们减少生育带来的经济焦虑,有国家做最坚实有力的后盾,农村小学生源的流失在不久的将来

来一定会有所缓解。用网络媒体这一途径,对育儿补贴正义政策大力宣传,让适龄适育青年享受到实惠。

4.4 加大教育投入,提高办学水平

加大教育的投入不只是硬件上的支出,软实力的提升也是必不可少的一部分。作为软实力的教师队伍整体素质的提高,对教学质量有着最直接的影响。让专业的人干专业的事儿,加强专业化教师队伍的建设,发挥学科教师的最大优势。已经进入教师队伍的教师,更要加强专业化的培训,从各方面的技能入手,不单单是指学科知识,还要贴合科学技术的发展,从 AI 到人工智能等等。

其次,宣传也是必不可少的一部分。结合不同地域农村的特点,有针对性地开办一系列校本课程,发挥地域特色,农村特点,培养一批热爱家乡,不忘本的少年。网络、自媒体发达的时代,更要把属于农村特色校的招牌打出去,让更多的人了解农村学校,摆脱传统狭隘的偏见,让人们意识到,农村学校依旧有其独特的魅力,有不输于城区学校的办学水平以及师资力量,还有城区学校没有特色课程,让越来越多的人加入农村小学的大家庭。

最后,提高教师福利待遇^[5],以及教师的社会地位。只有给予足够的生活的保障,使失业不再成为威胁教师的最大隐患,教师就会从关注生存到关注如何更好的教授学生。教师队伍的稳定性就会得以提高,从而就会保证教学质量的提高。

5 结语

本研究以河北省 C 市某小学为案例,系统分析了农村小学生源流失问题。研究发现,交通不便、人口外流、观念变迁及教育资源不均衡是主要原因。对此,提出改善交通、发展乡村经济、优化教育政策及强化师资建设等针对性对策,为缓解生源流失、促进乡村教育振兴提供参考。

参考文献

- [1] 吕南南.乡村旅游助推乡村振兴模式及策略研究[J].成都工业学院学报,2022,25(04):84-88.
- [2] 王秋铮.河南省农村中小学生源流失原因及对策研究[J].科技风,2019,(06):219.
- [3] 周清松,何乔平,陆玉发,等.乡村振兴背景下云南省农村学校生源流失现状及对策研究[J].普洱学院学报,2022,38(04):137-140.
- [4] 江芳.安徽农村小学生源流失现象的调查——以长丰县为例[J].贵州师范学院学报,2013,29(08):59-61.
- [5] 李瑾.《义务教育法》教师待遇条款执行的实证研究[D].广西大学,2025.

Research on the High-quality Development Path of Sericulture Industry in Huaping County

Dingzhou Fu

Forestry and Grassland Bureau, Huaping County, Lijiang, Yunnan, 674800, China

Abstract

This study, based on field research and literature analysis, systematically examines the development history, current characteristics, and core challenges of the sericulture industry in Huaping County, Yunnan Province over the past four decades. The research reveals that Huaping's sericulture sector has established a spatial layout of "one core with multiple hubs" centered in Chuanfang Township, with coordinated development across multiple sites. The industry is currently undergoing a critical transformation from traditional farming to a diversified "sericulture+" integration model. Notable advantages include superior natural endowments, strengthened technological support represented by the "Li Zhengang Expert Grassroots Research Station," and innovative organizational models combining "Party branches + enterprises + production bases + farmers." However, the industry still faces deep-seated constraints such as limited production scale and concentration, short industrial chains with low added value, structural shortages of technical and managerial professionals, and dual risks from market and natural factors.

Keywords

sericulture industry; high-quality development; industrial integration; Huaping County

华坪县蚕桑产业高质量发展路径研究

付定舟

云南省丽江市华坪县林业和草原局, 中国·云南 丽江 674800

摘要

本研究基于实地调研与文献分析,系统梳理了云南省华坪县蚕桑产业四十余年的发展历程、现状特征与核心挑战。研究表明,华坪蚕桑产业已形成以船房乡为核心、多点联动的“一核多点”空间布局,产业形态正处于从传统种养向“蚕桑+”多元融合模式转型升级的关键阶段。产业在优越的自然禀赋、以“李镇刚专家基层科研工作站”为标志的强化科技支撑,以及“党支部+公司+基地+农户”的组织模式创新方面优势显著。然而,产业仍面临生产规模与集中度有限、产业链条短且附加值偏低、专业技术与管理人才结构性短缺、市场与自然双重风险交织等深层次制约。

关键词

蚕桑产业; 高质量发展; 产业融合; 华坪县

1 引言

蚕桑产业是我国传承数千年的传统特色农业,不仅为丝绸工业提供核心原料,更在促进农民增收、优化农业结构、维护生态平衡及传承农耕文化等方面发挥着不可替代的作用。进入新世纪以来,随着国家“东桑西移”战略的持续推进,产业空间布局深刻调整,中西部地区成为新的发展重心。

华坪县地处云南省西北部金沙江中段北岸,属于典型的南亚热带低热河谷气候,光照充足、热量丰富、雨热同期,得天独厚的自然条件为桑树生长和蚕茧生产提供了理想环境。自上世纪80年代初起步,华坪蚕桑产业历经四十余载,已从零星试种发展为覆盖多个乡镇、惠及数千农户的县域支柱产业,尤其是在船房乡等核心产区,蚕桑已成为乡村经济

与社会发展的稳定器。然而,与云南陆良、陇川等传统优势产区相比,华坪蚕桑产业在总体规模、产业链完整性、品牌知名度及抗风险能力等方面仍存在明显差距。

本研究旨在立足华坪县实际,通过综合运用实地调研、数据分析与案例研究等方法,全面评估其蚕桑产业的发展基础与阶段性特征,深刻剖析制约产业升级的关键因素。

2 华坪县蚕桑产业发展现状与特征

2.1 产业规模、结构与空间布局

经过多年积淀,华坪县蚕桑产业已形成稳固的基础规模。截至2024年底,全县桑园总面积稳定在3.8万亩,较“十三五”末的3.4万亩增长11.8%。产业综合产值突破7600万元,显示出良好的增长势头。从产值构成分析,产业正从单一的“茧丝经济”向“茧丝+桑果+文旅”的多元经济结构转型,桑果产值迅猛增长至2400万元,成为新

【作者简介】付定舟(1971-),男,工程师八级。

的重要增长极，有效平抑了茧丝市场的价格波动风险。

在空间布局上，产业呈现出显著的“一核驱动、多点协同”的集聚扩散式格局。船房乡作为无可争议的核心产区，桑园面积达1.6万亩，占全县的42.1%，年产值3200万元，带动795户农户发展，形成了以华荣村为代表的高度专业化村落。永兴乡习好村、石头乡四华村等地作为重要节点，分别形成了4000亩和120亩的种植规模，实现了产业的区域平衡与风险分散。这种“核心-节点”式布局，既有利于在核心区集中资源进行技术示范和精深加工，也通过多点布局增强了整个产业体系的韧性和稳定性。

2.2 产业发展历程与阶段演进

华坪蚕桑产业的发展轨迹，清晰地映射出我国中西部地区特色农业的典型演进路径：

起步探索期（1982-2000年）：以民间自发引种和技术学习为特征，从华荣村起源，逐步辐射，奠定了产业发展的社会基础。

稳步发展期（2001-2010年）：乘“东桑西移”政策东风，产业规模有序扩张，优良品种和标准化技术开始引入，从家庭副业向专业化农业迈进。

快速扩张与产业链雏形期（2011-2020年）：社会资本开始进入，华果天宝等龙头企业成立，桑果加工等项目启动，标志着产业开始向加工环节延伸，一二产联动意识萌芽。

转型升级与融合创新期（2021年至今）：这是当前也是未来的关键阶段。其特征是科技创新引领（专家工作站成立）、发展模式重构（“蚕桑+”融合）、价值追求升级（从重产量到重品质、重品牌、重效益）。产业发展的逻辑正从“生产导向”转变为“市场与价值导向”。

2.3 支撑产业发展的核心优势

1. 得天独厚的自然生态优势：南亚热带河谷气候保障了桑树长时期长、叶片肥厚、营养丰富，所产蚕茧具有解舒好、净度高的内在品质潜力，为生产高端生丝提供了原料基础。

2. 不断强化的科技创新优势：“李镇刚专家基层科研工作站”的建立是里程碑事件。它不仅是技术推广站，更是产学研用紧密结合的创新平台。其推广的“小蚕共育”、“桑园高效管理”等技术，已产生显著经济效益（存活率提升17个百分点，产叶量增30%），证明了科技是产业升级的第一动力。

3. 行之有效的组织制度优势：“党支部+公司+基地+农户”的模式，将基层党组织的引领作用、企业的市场开拓能力、基地的示范效应和农户的生产积极性有机结合，构建了相对稳固的“风险共担、利益共享”联结机制，降低了小农户对接大市场的交易成本和风险。

4. 初显成效的融合发展优势：“采桑泼水节”等文旅活动的成功举办，不仅直接带动消费，更重要的是提高了“华坪蚕桑”的知名度，探索了生产、生态、生活“三生共赢”的可能性，为产业打开了更广阔的增值空间。

3 面临的主要挑战与制约因素

在肯定成绩的同时，必须清醒认识制约华坪蚕桑产业迈向更高层次的深层矛盾：

1. 产业体量与集聚度瓶颈。3.8万亩的桑园规模在云南省内占比仅约3.6%，产业集中度虽有核心区，但全县层面的规模化、标准化水平有待提高。体量小导致在原料采购、产品销售议价、品牌市场投入等方面难以形成规模效应和竞争优势。

2. 产业链纵向深度不足。当前产业价值重心仍停留在种养及初级加工环节。桑果加工虽已起步，但产品同质化较高，科技含量和品牌溢价低。蚕茧加工更是短板，基本以出售干茧为主，本地缫丝、织绸乃至丝绸终端产品制造几乎空白，产业链条的“微笑曲线”两端（研发、品牌营销）尤为薄弱。

3. 人力资源的结构性短缺。劳动力老龄化问题日益凸显，掌握现代农技的“新农人”严重不足。更为紧缺的是兼具蚕桑专业技术、企业管理、市场运营和电商营销能力的复合型人才，这直接制约了新业态、新模式的开拓与管理。

4. 复杂交织的内外部风险。市场风险：茧丝价格受国际市场需求、汇率、化纤替代品等影响波动频繁，尽管有保底收购，但农户的长期稳定收益预期仍不牢固。自然与生物风险，山区气候多变，干旱、冰雹等灾害性天气对桑园和蚕室威胁大。蚕病、桑树病虫害的防控压力持续存在，一旦爆发可能造成区域性损失。

5. 科技支撑体系的可持续性深化问题。专家工作站解决了“有没有”的问题，但在“深不深”、“广不广”上仍有提升空间。如何建立专家长期服务与本土技术骨干“自我造血”相结合的长效机制？如何将前沿实验室成果更精准、更快速地转化为田间地头的实用技术？这些都需要更系统的设计。

4 华坪县蚕桑产业高质量发展的战略路径

为实现从“传统产业”到“现代产业体系”的跃迁，华坪必须实施创新驱动、融合发展的整体战略，其核心框架与实施路径如下：

4.1 顶层设计：“一核三区五链”的总体格局

强化“一核”：将船房乡打造为集科技研发、标准制定、精深加工、品牌孵化、文化展示于一体的“蚕桑产业综合示范与创新核心区”，强化其辐射带动引擎功能。

优化“三区”：根据资源禀赋和基础，科学划分并建设优质高产茧丝原料生产区（保障原料品质与规模）、特色鲜食与加工专用桑果种植区（满足多元化市场需求）、蚕桑生态文化与休闲体验区（承载文旅融合功能），实现差异化、专业化发展。

贯通“五链”：着力构建覆盖全产业链的现代种业链（育繁推一体化）、绿色生产链（标准化、智能化）、高值加工

链(食品、保健品、化妆品、新材料)、品牌营销链(区域公用品牌+企业产品品牌)、融合业态链(文旅、康养、研学),推动产业链整体升级。

4.2 关键战略行动与实施路径

4.2.1 实施“科技强芯”工程,抢占产业制高点

深化科研合作机制。推动“李镇刚工作站”从周期性指导向长期性、嵌入式合作转变。设立产业关键技术攻关“揭榜挂帅”项目,联合研发抗病高产新品种、省力化智能化装备、蚕桑功能性成分提取技术等。

建设智慧蚕桑示范基地。在核心区率先应用物联网、大数据技术,实现桑园水肥精准管理、蚕室环境智能调控、生产全过程数字化追溯,以“数字革命”提升生产效率与品质管控水平。

构建“金字塔”式人才体系。顶端依托工作站引进和培养高层次科研人才;中部大规模培训新型职业农民和乡村技术员;底部通过职业教育“订单班”培养产业后备军。

4.2.2 实施“链式拓展”工程,全面提升产业附加值

纵向延伸加工深度。鼓励和支持龙头企业向生物科技领域延伸。重点开发:桑果系列(发酵饮品、功能性果脯、花青素提取物);桑叶系列(特膳食品、降糖降压保健品、动物饲料添加剂);蚕丝系列(高端医用敷料、化妆品肽、绿色纺织材料);桑枝、蚕沙系列(食用菌基质、有机肥、生物质能源)。

横向拓展融合业态。系统设计“蚕桑+文旅康养”产品体系。建设蚕桑文化博览园,展示古今蚕桑科技与丝绸文化;开发沉浸式研学课程,涵盖从栽桑养蚕到丝绸手工的全流程体验;打造生态康养项目,如桑葚主题食疗、蚕沙养生枕、桑园生态度假民宿等,实现从“卖产品”到“卖体验、卖健康、卖文化”的转变。

4.2.3 实施“品牌赋能”工程,增强市场核心竞争力

创建与运营区域公用品牌。倾力打造“华坪金桑”或“金沙江丝语”等区域公用品牌,制定涵盖品种、种植、加工、品控的全套团体标准,实行严格的授权使用与监管制度。

创新全渠道营销模式。线下进驻高端商超、开设品牌体验店;线上深耕社交电商和内容电商,通过短视频、直播讲述华坪蚕桑的生态故事、匠心工艺和健康价值。积极拥抱“新国潮”,与知名设计师或品牌跨界联名,提升品牌时尚感与知名度。

4.2.4 实施“风险防控”工程,筑牢产业安全屏障

完善综合预警网络。整合气象、农业、市场数据,建立产业风险大数据平台,实现对自然灾害、病虫害、价格波动的智能化预警。

创新金融保险工具。在普及政策性农业保险基础上,大力推广“蚕茧/桑果目标价格保险”,试点“保险+期货”模式,锁定农户基本收益。设立产业发展风险基金,用于灾后恢复和应急救助。

推广生态循环模式。将“桑-蚕-菌-肥”等循环模式

作为标准化生产的一部分,降低外部投入品依赖,提升系统内部物质能量循环效率,构建内源性抗风险能力。

4.2.5 政策支持与综合保障体系

战略的有效落地,离不开一套精准、协同、有力的政策保障体系

1. 组织与规划保障。成立由县级主要领导负责的“蚕桑产业高质量发展领导小组”,建立跨部门联席会议制度。编制《华坪县蚕桑产业高质量发展规划(2026-2030年)》,将目标任务分解到年度、落实到部门、纳入绩效考核。

2. 财政与金融保障。设立县级蚕桑产业发展基金,重点支持科技创新、品牌建设、冷链物流等关键环节。创新农村金融产品,推出“蚕桑贷”、“品牌贷”,给予贴息支持。引导政府性融资担保机构为产业链上的新型经营主体提供增信服务。

3. 土地与人才保障。在国土空间规划中预留产业发展用地指标,保障加工园区、文旅设施建设用地需求。实施更加开放的“柔性引才”政策,吸引周末工程师、假期专家。将本土技术骨干和产业带头人纳入县级人才库,给予相应荣誉和补贴。

4. 基础设施与服务保障。统筹农业、交通、水利等项目资金,优先改善核心产区和重点基地的道路、水利、电力及通讯设施。支持建设区域性蚕桑综合服务中心,提供技术咨询、质量检测、电子商务、物流集散等一站式服务。

5 结论与展望

综上所述,华坪县蚕桑产业正站在一个历史性的发展关口。其过去四十年的积累,为转型升级奠定了坚实的产业基础、组织基础和群众基础。

本文提出的以“一核三区五链”为骨架、以“四大工程”为抓手的战略路径,本质上是推动华坪蚕桑产业完成一场深刻的系统性再造:从依赖自然资源到倚重科技创新,从生产初级产品到运营高端品牌,从单一农业生产到三产融合生态,从分散农户应对市场到有组织地防控风险。

展望未来,到2030年,通过坚定不移地执行上述战略,华坪县有望实现桑园面积稳步优化至5万亩,产业综合产值冲击2亿元大关,建成一批在全省乃至全国有影响力的科技示范基地、特色加工园区和文旅融合标杆。更重要的是,蚕桑产业将真正成为华坪乡村振兴的支柱产业、绿色发展的生态产业、富民增收的幸福产业,为西南山区特色农业的现代化转型提供一个鲜活而成功的“华坪样本”。

参考文献

- [1] 王丽.乡村全面振兴背景下智慧农业发展路径分析[J].农业工程技术,2025(08)
- [2] 郑笑春;廖武放.加快推进鹿寨县蚕桑产业提质增效的对策及建议[J].农业工程技术,2025(02)
- [3] 华坪县统计局.华坪县国民经济和社会发展统计公报(2020-2024年)[R].华坪:华坪县统计局,2021-2025.

Research on the Breeding and Application of New Corn Varieties in the Fodan Series

Wenju Wang

Mile Seed Management Station, Mile, Yunnan, 652399, China

Abstract

The Fodan series of corn varieties is a series of hybrid corn varieties independently selected by the Seed Management Station of Mile City, Yunnan Province (formerly Mile County Seed Company) for the special ecological conditions in Yunnan Province. This series of varieties combines traditional hybrid breeding with new aerospace breeding technologies to cultivate multiple high-yield, stress resistant, and high-quality corn varieties suitable for planting in Yunnan's 1000-2000 meter altitude areas, playing an important role in Yunnan's corn production.

Keywords

Buddha Single Series; Corn breeding; Aerospace breeding; Variety characteristics; Hybrid corn

佛单系列玉米新品种选育与应用研究

王文菊

弥勒市种子管理站, 中国·云南弥勒 652399

摘要

佛单系列玉米品种是云南省弥勒市种子管理站(原弥勒县种子分公司)针对云南特殊生态条件自主选育的杂交玉米品种系列。该系列品种通过传统杂交育种与航天育种新技术相结合, 培育出了多款适应云南海拔1000-2000米地区种植的高产、抗逆、优质玉米品种, 在云南玉米生产中发挥了重要作用。

关键词

佛单系列; 玉米育种; 航天育种; 品种特性; 杂交玉米

1 引言

玉米作为中国重要的粮食作物, 在保障国家粮食安全和促进农业经济发展中发挥着关键作用。云南省地处中国西南边陲, 地形复杂, 气候多样, 垂直气候特征明显, 对玉米品种的区域适应性和抗逆性提出了特殊要求。然而, 长期以来, 云南玉米生产面临着品种适应性不足、抗病抗逆性弱以及产量潜力有限等问题。为解决这些生产实际问题, 弥勒市种子管理站自20世纪90年代末开始, 针对云南生态特点, 系统开展了玉米新品种选育工作, 成功培育出佛单系列玉米杂交种^[1]。

佛单系列玉米品种的选育秉承“适应本地生态、解决生产问题”的育种理念, 通过持续的技术创新与品种改良, 形成了涵盖不同地期、适应不同海拔的品种体系^[2]。特别是近年来, 随着航天育种等新技术的引入, 佛单系列在育种方法和品种特性上均实现了新的突破。

【作者简介】王文菊(1972-), 女, 中国云南人, 本科, 高级农艺师, 从事玉米新品种选育、生产与推广等研究。

2 佛单系列玉米品种的选育历程与技术体系

2.1 育种背景与目标设定

佛单系列玉米的育种工作始于20世纪90年代末, 由弥勒市种子管理站(原弥勒县种子分公司)主导开展。针对云南玉米生产区海拔差异大、气候类型多、病害种类复杂的特点, 明确育种目标: 选育适应性广、抗逆性强、产量稳定的玉米杂交种。特别关注品种对云南主要玉米病害(如大斑病、灰斑病、穗腐病)的抗性, 以及对干旱、贫瘠土壤的耐受能力。

充分利用云南丰富的玉米种质资源, 通过广泛收集、鉴定和筛选, 建立了具有地方特色的基础种质库。在此基础上, 采用系谱法与混合选择法相结合的方式, 对自交系进行多代纯化与改良, 为杂交组配奠定了材料基础。

2.2 传统杂交育种技术的应用

佛单系列早期品种(如佛单1号、2号、3号、5号、7号)主要采用传统杂交育种技术选育而成。技术路线主要包括以下几个环节:

自交系选育: 通过连续多代自交与选择, 从优良杂交种或地方品种中分离纯化出自交系。如佛单5号的亲本佛

224 和佛 223, 均经过 6 代以上的自交纯化, 性状稳定后方用于杂交组配。

配合力测定: 采用不完全双列杂交或顶交法, 对自交系的一般配合力和特殊配合力进行系统测定, 筛选出配合力高、杂种优势强的亲本组合。

杂交组配与品种比较试验: 将选育出的优良自交系按特定组合进行杂交, 获得杂交种, 随后在多点进行品种比较试验, 综合评价其农艺性状、抗病性和产量表现。

区域试验与生产试验: 通过省级区域试验和生产试验, 验证新品种在不同生态区的适应性和稳定性, 为品种审定和推广提供科学依据。

2.3 航天育种技术的创新应用

随着中国航天技术的发展, 航天育种成为佛单系列玉米品种改良的新途径。2022 年, 佛单 9 号种子搭载神舟十五号载人飞船进入太空, 开启了佛单系列航天育种的新篇章^[3]。

航天育种又称空间诱变育种, 是利用太空特殊环境(宇宙射线、微重力、高真空等)诱发种子遗传物质变异, 再返回地面选育新品种的育种方法。与传统辐射诱变相比, 航天诱变具有变异频率高、变异幅度大、有益突变多等特点。

佛单 9 号太空诱变后, 育种团队开展以下研究工作:

1. SP1 代种植观察: 种植太空返回的种子, 观察其表型变异, 筛选明显变异单株;

2. SP2 代分离筛选: 种植 SP1 代收获的种子, 分离有益变异, 筛选目标性状突出的单株;

3. 高代稳定与品系鉴定: 通过多代自交, 使优良性状稳定, 形成新品系;

4. 配合力测定与杂交组配: 将优良突变自交系与现有自交系进行杂交组配, 培育新一代杂交种。

航天育种技术的应用, 为佛单系列玉米品种的遗传改良开辟了新途径, 有望获得抗逆性更强、产量潜力更大的突破性品种。

3 主要佛单系列玉米品种特性分析

3.1 佛单 9 号

佛单 9 号是佛单系列中采用航天育种技术的代表性品种, 于 2009 年以自育系佛 230 和佛 238 组配而成, 2015 年通过云南省品种审定。

农艺性状: 全生育期约 137 天, 属中晚熟品种。株型紧凑, 株高适中, 穗位较低, 抗倒伏能力强。果穗筒形, 籽粒黄色, 半硬粒型, 商品品质优良。

抗逆特性: 经多年多点试验表明, 佛单 9 号对云南主要玉米病害如大斑病、灰斑病表现出较强抗性, 同时具有较好的耐旱性和耐瘠薄能力。

产量表现: 在云南省区域试验中, 平均亩产达 650-750 公斤, 比对照品种增产 8-15%。尤其在烟后玉米种植模式下,

表现出显著优势。

适应区域: 适宜云南省海拔 1900 米以下玉米产区种植, 特别适合作为烟后作物在滇中、滇南地区推广。

3.2 佛单 55

佛单 55 是佛单系列中成熟期较早的品种, 于 2007 年以自交系 1731 和 S6731 组配, 2019 年通过审定。

农艺性状: 全生育期约 128 天, 属中早熟品种。植株清秀, 叶片上冲, 光合效率高。果穗均匀, 籽粒橙黄色, 半马齿型。

抗病特性: 区域试验鉴定表明, 佛单 55 对大斑病和穗腐病抗性突出, 但对纹枯病抗性一般, 生产中需注意防治。

产量表现: 在云南省区域试验中, 平均亩产 742.9 公斤, 高产田块可达 800 公斤以上, 产量稳定性好。

适应区域: 适宜云南海拔 1000-2000 米玉米产区种植, 适应范围广, 尤其适合在滇中海拔适中地区推广。

3.3 佛单 5 号

佛单 5 号是针对云南玉米粒小、质差等问题选育的优质品种, 以佛 224 和佛 223 组配而成。

农艺性状: 籽粒大而均匀, 粒色金黄, 商品外观优良。植株健壮, 抗倒伏, 穗部性状整齐一致。

品质特性: 籽粒容重高, 淀粉含量适中, 蛋白质含量较高, 食用和饲用品质均优。

产量表现: 区域试验中产量表现突出, 比当地主栽品种增产显著, 且稳定性好。

适应区域: 适应性广, 在云南省不同生态区均表现出良好适应性和稳定产量。

3.4 其他佛单系列品种

佛单 7 号: 2007 年以佛 204 × 佛 225 组配, 2012 年审定。红河州生育期 123 天, 文山州 118 天。抗大斑病、灰斑病等叶部病害, 品质优良。区域试验中比对照增产 5.7-12.1%。

佛单 3 号: 2001 年组配, 属中熟品种。生育期 105-132 天(因海拔而异)。区域试验中单产高, 综合性状好, 适应性较强。

佛单 1 号与 2 号: 佛单系列早期品种, 分别于 2004 年前后审定, 为佛单系列的发展奠定了品种基础和技术积累。

4 佛单系列玉米栽培技术体系

4.1 适宜种植区域规划

佛单系列玉米品种主要适应云南省海拔 1000-2000 米的玉米种植区, 部分品种适应范围有所差异。根据品种特性与生态条件, 可进行以下区域规划:

滇中地区(海拔 1600-2000 米): 适宜种植佛单 55、佛单 5 号等中早熟品种, 可充分利用光热资源, 实现高产稳产。

滇南地区(海拔 1000-1600 米): 适宜种植佛单 9 号、佛单 7 号等中晚熟品种, 特别适合在烟草收获后接茬种植。

滇东北及相似生态区: 可选择佛单 3 号等适应性强的

品种，注意根据当地病害发生情况调整品种布局。

4.2 关键栽培技术措施

播种时间与密度：根据各地气候条件和前茬作物，确定适宜播种期。一般春播在4月上旬至5月中旬，夏播在5月下旬至6月中旬。种植密度因品种而异，紧凑型品种（如佛单9号）每亩3800-4200株，半紧凑型品种每亩3500-3800株。

施肥管理：实行“重施底肥、巧施追肥”的原则。底肥以有机肥为主，配合氮、磷、钾复合肥；追肥分两次进行，拔节期追施氮肥促进营养生长，大喇叭口期追施穗肥促进籽粒发育。

水分管理：云南玉米生产常受季节性干旱影响，需根据降水情况和土壤墒情及时灌溉。重点保证拔节期、大喇叭口期和灌浆期的水分供应。

病虫害防治：贯彻“预防为主，综合防治”的原则。针对纹枯病、灰斑病等云南主要玉米病害，选择抗病品种为基础，结合农业防治和化学防治。注意轮作倒茬，减少病害初侵染源。

4.3 特殊栽培模式应用

烟-玉轮作模式：在滇中、滇南烟区，推广烟草-玉米轮作模式。烟草收获后及时整地，抢墒播种佛单系列玉米品种，如佛单9号、佛单7号等，充分利用土地资源和光热条件。

玉米与豆科作物间作：在土壤瘠薄地区，推广玉米与大豆、花生等豆科作物间作，提高土地利用率，改善土壤肥力，增加种植效益。

5 佛单系列玉米品种的应用效果与推广价值

5.1 产量效益分析

多年多点试验示范表明，佛单系列玉米品种在适宜区域表现出显著的增产效果和稳定性。与当地主栽品种相比，佛单系列品种平均增产8-15%，在优化栽培条件下，增产幅度可达20%以上。

经济效益分析显示，种植佛单系列玉米每亩可增加收入150-300元，主要来自产量增加和品质提升。在云南玉米主产区，佛单系列品种的推广应用，对提高玉米种植效益、增加农民收入发挥了积极作用。

5.2 生态与社会效益

减少化学投入：佛单系列品种抗病性的提高，减少了农药使用量，降低了环境污染风险，促进了绿色生产。

促进粮食安全：佛单系列品种的推广应用，提高了云南玉米生产能力，对保障区域粮食安全具有重要意义。

推动科技进步：佛单系列品种的成功选育，特别是航天育种技术的应用，推动了云南玉米育种技术的进步，为相似生态区作物育种提供了技术借鉴。

5.3 推广模式与经验

佛单系列玉米品种的推广采用了“试验示范带动、技

术培训支撑、企业合作推进”的模式：

多点试验示范：在全省不同生态区建立试验示范基地，展示品种特性和栽培技术，让农民眼见为实。

技术培训指导：结合农时季节，开展多层次技术培训，提高农户科学种田水平。

企业合作推广：与种子企业合作，建立稳定的种子生产供应体系，保证种子质量和市场供应。

6 问题与展望

6.1 存在问题

尽管佛单系列玉米品种选育与推广取得了显著成效，但仍面临一些挑战：

品种遗传基础相对狭窄：部分品种亲缘关系较近，遗传多样性不足，可能限制品种进一步改良的潜力。

病虫害变化带来的挑战：随着气候变暖和种植制度变化，新的病虫害问题不断出现，需要持续提高品种抗性。

市场竞争日益激烈：随着国内外玉米品种大量进入云南市场，佛单系列品种面临更加激烈的市场竞争。

6.2 发展展望

面对新形势和新挑战，佛单系列玉米品种选育应关注以下方向：

拓宽遗传基础：加强种质资源收集与创新，引进优良外来种质，丰富育种材料的遗传多样性。

加强抗逆育种：针对气候变化和新型病害，加强品种抗逆性改良，提高气候适应性和抗病稳定性。

结合生物技术：将分子标记辅助选择、基因编辑等现代生物技术与传统育种方法相结合，提高育种效率和精准度。

深化航天育种研究：系统开展佛单9号太空诱变后代鉴定与筛选，建立航天诱变育种技术体系，培育突破性新品种。

完善品种配套技术：研发与品种特性配套的高产高效栽培技术，充分发挥品种产量潜力。

加强产业化开发：完善品种推广体系，加强种子质量控制，打造佛单系列品牌，提高市场竞争力。

7 结论

佛单系列玉米品种是云南省针对本地生态条件自主选育的杂交玉米品种系列，通过传统杂交育种与航天育种新技术相结合，培育出了多款适应云南不同生态区的高产、抗逆、优质玉米品种。该系列品种在云南省玉米生产中发挥了重要作用，表现出良好的适应性、抗逆性和丰产性。

佛单系列的成功选育与应用，体现了地方育种机构针对区域生产问题开展针对性育种的重要性，也为相似生态区玉米育种提供了有益借鉴。随着航天育种等新技术的深入应用，佛单系列玉米品种有望在遗传改良和创新上取得新突破，为云南乃至西南地区玉米生产发展做出更大贡献^[4]。

未来,进一步加强佛单系列品种的遗传改良、配套技术研究和推广体系建设,促进品种更新换代和产业升级,更好地服务于区域农业可持续发展和粮食安全保障。

参考文献

- [1] 弥勒市种子管理站. 佛单系列玉米品种选育报告[R]. 内部资料, 2015-2022.
- [2] 云南省农业科学院. 云南省玉米品种区域试验总结[C]. 昆明: 云南农业出版社, 2019.
- [3] 中国载人航天工程办公室. 航天育种实验进展报告[R]. 北京: 中国航天出版社, 2022.
- [4] 王建军, 李海涛. 西南地区玉米育种研究进展[J]. 作物杂志, 2020(4): 12-18.

Construction of Multi-functional Forest Management System in State-owned Forest Farm

Weixi Zou Jichao Li

Tropical Forestry Experiment Center, Chinese Academy of Forestry Sciences, Chongzuo, Guangxi, 532200, China

Abstract

State-owned forest farms serve as vital carriers of China's forest resources, fulfilling multiple functions including ecological conservation, economic development, and social services. Under the green development philosophy, the traditional resource-based logging management model can no longer meet society's demand for diversified values from forest farms. This study, grounded in multifunctional forest management theory, systematically analyzes the current status and challenges of state-owned forest farm management. It proposes a development path focusing on ecological, economic, and social objectives: strengthening ecological protection, optimizing production and operational allocation, expanding science education and social welfare functions, and achieving coordinated development. The research highlights that improving organizational structures, enhancing policy support and technical safeguards are crucial, while emphasizing stakeholder engagement to boost management efficiency and social recognition. The implementation of this system holds significant importance for enhancing forest ecological stability, improving forestry benefits, meeting public demands, and promoting high-quality development in the forestry sector.

Keywords

state-owned forest farms; multifunctional forest management; ecological conservation; economic benefits; social services

国有林场多功能森林管理体系构建

邹位锡 李继超

中国林业科学研究院热带林业实验中心, 中国·广西 崇左 532200

摘要

国有林场是我国森林资源重要载体, 兼具生态保护、经济发展与社会服务等多重功能。绿色发展理念下, 传统以资源采伐为主的管理模式难以满足社会对林场多元价值的需求。本研究以多功能森林管理理论为基础, 系统剖析国有林场管理现状与挑战, 围绕生态、经济和社会目标提出构建路径, 即强化生态保护、合理配置生产经营、拓展科普教育与社会福利功能, 实现协调发展。研究指出, 健全组织架构、完善政策支持与技术保障是关键, 同时要注重利益相关方参与互动, 提升管理效率与社会认同。该体系实施对增强森林生态稳定性、提高林业效益、满足公众需求及推动林业高质量发展意义重大。

关键词

国有林场; 多功能森林管理; 生态保护; 经济效益; 社会服务

1 引言

国有林场属于中国森林资源重要组成成分, 承担保护生态环境、推动绿色产业发展、提高人民生活质量这些不可替代多种责任。根据国家林业和草原局统计数字显示, 到2023年底结束时候, 全国国有林场总共拥有森林面积接近两亿公顷, 占据全国森林总面积三分之一以上, 发挥生态保护屏障作用变得越来越突出。伴随着中华人民共和国森林法以及配套政策不断完善调整, 林场经营理念已经从过去单纯采伐木材方式转变成为实现多种目标综合管理方式, 争取达到保护生态环境和发展地方经济两者保持平衡状态。国有林

场完成各种责任任务时候仍然面对管理制度不够健全、生产经营方式比较单一、保护生态环境压力持续加大这些很多困难。国内外专家对多用途森林经营开展了深入研究, 推出了多目标统筹管理、相关方合作以及生态产业整合等思路, 然而在国有林场具体实践中仍然存在缺口。本文以建立科学完善的多功能森林管理框架为中心, 仔细分析当前情况, 融合生态、经济和社会三大目标, 努力为国有林场管理方式革新与持续发展提供理论支撑与操作路径。

2 国有林场的多功能定位与发展需求

2.1 国有林场的生态经济社会功能概述

国有林场身为我国森林资源管理和保护的主要单元, 于生态、经济和社会三方面履行着特殊作用。生态功能方面, 国有林场肩负着保障生态系统稳定性、供给生物多样性栖息

【作者简介】邹位锡(1993-), 男, 中国湖南龙山人, 本科, 从事森林经营研究。

地和涵养水源等等重要任务，为推动生态文明与达成碳中和目标的主要依托。于经济功能方面，林场借助合理经营森林资源，给木材和非木质林产品的生产提供了重要支持。发展森林旅游、林下经济等多元产业，同样给区域经济带来了活力。于社会功能的体现上，国有林场供应科普教育、生态服务和就业机会，提升了区域居民的生活质量，而且提高了公众的环保意识。国有林场的生态、经济和社会功能相互支持，形成了坚实的森林管理与服务体系，适应多元化需求，为促进经济、环境与社会和谐发展给予了保证。

2.2 多功能森林管理的发展背景与现实驱动

多功能森林管理出现原因来自全世界特别关注生态能不能长期保持下去和资源能不能高效使用同时国内绿色发展思想得到全面推动。国际上因为气候变暖生物种类减少等严重环境问题导致林业管理方式发生改变从只关注资源采伐转向同时提供多种生态服务。国有林场属于重要公共资源需要承担更多任务包括保护生态提供经济收益保障社会需要。实际推动力量包括人们对更好生态产品和服务需求一直增加加上过去林业开发方法带来环境破坏和资源短缺问题。以上各种因素一起推动多功能森林管理思想开始在国有林场里面真正实践并且逐步得到推广。

2.3 社会多元需求对林场管理模式的影响

社会对国有林场的需要逐步呈现出多元化，涵盖生态保护、经济发展、休闲娱乐以及教育功能，这类多元化需要驱动林场管理模式的转型。于达成生态保护需要的林场必须挖掘经济潜力，达成资源的可持续利用并且提升管理效率。科普教育和社会服务变成至关重要的组成部分，推进林场在公众中塑造优秀形象，并且增进社会认同。整合这些需要，管理模式应当拥有灵活性和适应性，来适应持续变迁的社会期望。

3 当前国有林场管理体系面临的主要问题

3.1 传统管理模式的局限性

国有林场的传统管理方式一直把砍伐森林资源作为核心目标，特别看重林木的生产数量和带来的经济收入，却没有重视保护生态环境和为社会提供其他服务的作用。这样的管理方式存在明显问题，原因是长时间只关注森林资源的单一用途，没有办法很好地兼顾生态环境、经济收入和社会需求的平衡，结果使得森林的生态系统变得不稳定。采用这种管理方式时，保护生态带来的好处经常被短期的经济利益所掩盖，森林资源长期使用的能力也面临很大困难。传统管理方式没有对林场的多种功能进行全面的规划和统一安排，无法满足人们不断变化的期望以及社会发展中多方面的需要。过于依赖单一经济数据的管理思路阻碍了国有林场的全方位进步，现在急需改变思路，采用多功能森林管理方式，以便更好地实现资源的整体效益最大化和长远的可持续发展目标。

3.2 管理主体与利益相关方沟通障碍

国有林场管理主体跟利益相关方之间存在沟通障碍属于当前管理体系面临主要问题之一。沟通障碍主要表现形式包括信息传递不畅通、利益诉求存在矛盾以及协作机制不够健全。信息传递不畅通直接限制政策高效执行以及资源合理配置。利益相关方需求不同加上利益冲突容易导致林场决策难以统一协调。协作机制不够健全进一步加大各方沟通复杂程度，阻碍管理效率提升。利益相关方参与程度不足造成决策过程缺乏透明性跟公信力。沟通障碍存在既削弱林场管理整体效果，也阻碍生态保护跟社会服务功能同步发展。解决沟通障碍需要建立通畅沟通渠道以及利益协调机制，促进多方共同参与并且积极互动，从而实现国有林场多功能管理目标。

3.3 资源利用与生态保护的矛盾

国有林场在资源利用与生态保护之间显现明显矛盾。资源采伐为经济收益的主要来源，有助于林业经济增长，过量采伐对生态环境造成不利影响，引发生物多样性下降和生态系统紊乱。当前管理政策通常侧重于资源利用，忽略生态保护战略的切实实施。完善协调资源开发与生态维护的策略为实现长久可持续管理的核心，应兼顾经济利益、生态质量与社会责任。

4 多功能森林管理体系的构建路径

4.1 构建分层协同管理架构

多功能森林管理体系的搭建必须借助分层协同管理架构的建立以达成，用以提升国有林场的管理效能。于宏观层面，强化政府政策的引领作用，保证国家政策高效贯彻落实到地方。中层管理进而应当融合各个利益相关方，塑造密切协作的网络体系，统一统筹生态保护、资源利用和社会服务等功能。基层管理突出适应性和操作性，应当依据具体林场条件，执行个性化管理策略。在此前提下，搭建信息化管理平台，依托数据互通和即时监控，增强管理的精确度和反馈速度。如此的分层协同架构不但可以提升森林资源的全面利用，并且能改善生态系统的稳定性和社会服务功能，推动管理体系的全局效率和长效发展。

4.2 完善政策支持与技术保障体系

为完善政策支持与技术保障体系，需从政策法规、技术研发及推广三方面着手。政策层面，应推进制定完善的森林法规制度，确保国有林场在多功能管理实现中的合法性与规范性。财政激励政策的导入和资金支持尤为重要，以鼓励林场在生态、经济和社会服务领域的创新实践。技术保障方面，构建以先进信息技术为基础的数据管理平台，提高资源监测与生态评估的精准度。强化科研机构与林场的合作，推动森林经营管理技术的研发与应用，为多功能管理需求提供技术支持。通过政策与技术融合，增强国有林场的综合竞争力与持续发展能力。

4.3 推动社会服务与生态教育功能融合

促进社会服务与生态教育功能的融合为国有林场多功能管理体系构建的重要路径其一。借助融合资源，强化林场的科普和教育功能，提高公众的生态保护意识。倡导林场开设环境教育项目，组织自然体验活动，给社会知名团体供给生态服务合作机会。构建教育和社会服务相融合的活动平台，招引学校、社区加入。加快信息技术运用，用互动的方式传递生态知识。此举不只高效增加公众参与度，并且能增进国有林场的社会价值和影响力，达成生态与社会效益的共赢。

5 体系实施与高质量发展的保障机制

5.1 利益相关方参与机制的优化

利益相关方的广泛参与是为构造国有林场多功能森林管理体系的关键组成部分，也是达成高水平发展的核心保障。改进利益相关方参与机制，必需清晰各方角色与职责，设立公正、公开的参与渠道。借助健全协商机制，招引地方政府、企业、社区居民、非政府组织及科研机构等多方主体参与决策，促进塑造协商共创共用的管理模式。应当重视信息公开与资源共用，加强各方的沟通与信任，为利益相关方给予技术指导与政策支持，提高其参与意愿与能力。加大对公众在环境教育方面的培养和意识方面的指导工作，高度重视生态保护以及社会责任的重要意义，让所有相关人员都能深刻理解多功能森林管理的实际作用。改进参与机制的方式方法，可以提高管理决策的科学性和合理性，也能有效协调好生态保护和资源利用之间的利益平衡，构建出政府、企业和社会都能互利合作的管理局面。

5.2 林场功能协调发展的组织保障

林场功能协调发展组织保障里面，建设完整组织结构成为中心。通过优化管理层次以及责任分配，实现生态保护经济发展社会服务这些目标一起兼顾并且互相配合。需要加强不同部门之间协作还有信息互相交流，快速整合各种资源，提高决定正确程度以及执行力量。使用先进管理方式，提升员工整体水平，增强管理团队专业能力。建立有弹性的组织制度，能够灵活应对市场变动以及政策改变，确保多功

能森林管理制度顺利运行。完善内部监督以及考核制度，推动持续改进还有创新发展，促进林场功能协调发展以及高质量建设。

5.3 森林生态系统稳定性与经济效益提升途径

提高森林生态系统稳定性和经济效益必须重视综合管理措施的推行。借助合理规划与精确施策，改善森林资源的空间分布，增强森林生态系统的抗逆性和适应性。强化林木品种的改善筛选与结构调控，增加单位面积森林生产力。普及低冲击采伐及生态修复技术，达成永续利用与生态平衡并进。加速绿色产业链的壮大，促进森林资源的多重利用模式，达成经济价值的极致化。加深生态补偿政策，长期指引和激发市场主体参与生态保护和绿色生产活动，终究达成生态、经济双重目标的协同增进与持久发展。

6 结语

文章聚焦国有林场多功能森林管理系统构建，归纳了现有管理状况与突出难题，阐述了生态保护、经济增长、社会效益协调推进的重要意义。研究提出完善组织结构、政策保障、技术支持及利益群体共同参与等举措，表明多功能管理系统能增强林场生态稳定性与林业经济收益，推动林业高水平发展。不过，研究在地区自然环境、利益平衡、效果定量评估等方面深度与范围不足。未来可融合遥感监测等新技术验证改进，加强政策促进与生态公益价值评估，平衡区域差异，完善多元功能推进模式，既为国有林场管理实践提供参考，也为林业可持续发展开拓研究空间。

参考文献

- [1] 陈斌. 国有林场森林资源保护管理体系建设探索[J]. 新农村, 2021, (06): 96-96.
- [2] 雷湘龄, 薛杨, 王小燕, 林之盼, 宿少锋. 林场级森林多功能经营类型设计[J]. 热带林业, 2022, 50(01): 15-19.
- [3] 雷湘龄, 薛杨, 王耀山, 王小燕, 林之盼, 宿少锋. 岛东林场多功能森林作业法研究及应用[J]. 现代农业科技, 2023, (20): 84-89.
- [4] 薛杨, 王耀山, 雷湘龄, 林之盼, 王小燕. 岛东林场多功能森林作业法初探[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 自然科学, 2022, (05).
- [5] 黎礼能. 国有林场森林资源生态服务价值与碳汇功能分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 农业科学, 2023, (04): 89-91.

Deepen meteorological services and empower modern agriculture

Sicheng Ye

Meteorological Bureau of the 7th Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Kuitun, Xinjiang, 833200, China

Abstract

With the intensification of global climate change, the frequent occurrence of extreme weather and climate events poses severe challenges to the stability and security of agricultural production. As a crucial support for agricultural production, the precision, timeliness, and targeted nature of meteorological services are directly related to the enhancement of agricultural quality and efficiency, as well as disaster prevention and mitigation. This paper takes the Seventh Division Reclamation Area of the Xinjiang Production and Construction Corps as the study region. It provides an in-depth analysis of the characteristics of agricultural climate resources and the main types of meteorological disasters in this area. Furthermore, it systematically reviews the current status and main existing issues of meteorological services for agriculture. Specific countermeasures and suggestions for optimizing and enhancing modern agricultural meteorological services in the Seventh Division are proposed. These include constructing a smart agricultural meteorological service system, deepening specialized services for characteristic crops, establishing integrated and collaborative service mechanisms, strengthening the development and utilization of agricultural climate resources, and improving the scientific literacy of farm employees. The aim is to provide a scientific basis for ensuring regional food and cotton security and supporting the revitalization of the farms.

Keywords

Meteorological services; Agricultural production; Seventh Division Reclamation Area; Disaster prevention and mitigation

深化气象服务，赋能现代农业

叶思成

新疆生产建设兵团第七师气象局，中国·新疆 奎屯 833200

摘要

随着全球气候变化加剧，极端天气气候事件频发，对农业生产的稳定性和安全性构成了严峻挑战。气象服务作为农业生产的重要支撑，其精准性、时效性和针对性直接关系到农业的提质增效与防灾减灾。本文以兵团第七师垦区为研究区域，深入分析了七师垦区农业气候资源特征及主要气象灾害类型，系统梳理了当前气象为农服务的现状与存在的主要问题，并从构建智慧农业气象服务体系、深化特色作物专项服务、建立联动融合服务机制、加强农业气候资源开发利用以及提升团场职工科学素养等方面，提出了优化与提升七师现代农业气象服务的具体对策与建议，旨在为保障区域粮棉食安全、助力团场振兴提供科学依据。

关键词

气象服务；农业生产；七师垦区；防灾减灾

1 引言

农业作为七师垦区的传统支柱产业，依托位于北疆沿天山中段的区位优势 and 气候资源优势，在兵团、自治区实施优质粮、棉基地建设和推动区域经济发展中，占有重要的地位，并在现代农业中得到了长足的发展，成为带动垦区经济和促进职工增收的重要产业^[1]。

随着全球气候变暖的影响，农业作为发展的基础，对

自然环境和气候变化十分敏感，在现代农业进程中，气象是一个非常重要的基础，也是一个非常重要的变量^[1]。气象服务在保障公共安全体系、防灾减灾能力、优化生态环境、振兴农业经济、推进一带一路建设等都发挥着不可替代的专业化保障作用。

发展现代农业，促进农业发展、职工增收，迫切要求开展全方位、精细化的现代农业气象服务^[2]。当前，垦区农业正处在由传统农业向高产、优质、高效、生态、安全的现代农业转变的关键时期，针对现代农业的科学化、集约化、商品化和产业化以及特色农业、设施农业、创汇农业、都市观光农业等新兴农业产业的发展，构建适应农业气象防灾减灾

【作者简介】叶思成（1996-），男，中国山东聊城人，本科，助理工程师，从事农业气象研究。

灾、农业气候资源开发利用、国家粮食安全保障、应对气候变化等现代农业发展需求,建立适宜农业气象信息化服务体系,符合七师垦区农业发展的方向,也是推动垦区气象为农服务工作,促进“三农”建设的重要任务^[9]。

本文立足于七师气象局的工作实践,旨在探索一条符合本地实际、服务高效、农民满意的气象为农服务新路径,为同类地区提供可借鉴的经验。依据七师垦区区域特点、气候背景和气象为农服务的角度,以适应现代农业发展需求,加强农业气象服务能力建设为目的,建立和完善现代农业气象业务服务体系,实现农业生产全过程、多时效、量化的农业气象信息服务。

2 七师垦区农业气候资源及主要气象灾害分析

2.1 农业气候资源优势

1. 光能资源丰富,昼夜温差大:七师垦区属于典型的温带大陆性气候,太阳辐射强,日照时间长。年太阳总辐射量约 5200MJ/m²,年均日照时数超过 2590.6h,占可照时数 58%,在农作物生长的 4-9 月日照时数达到 1700.1h 以上,占全年日照总时数的 66%。非常有利于棉花的纤维生长、玉米的籽粒灌浆以及葡萄、苹果等瓜果的糖分积累。较大的昼夜温差减少了作物夜间呼吸消耗,有效提高了农产品的品质和产量。

2. 降水较少,灌溉农业特征明显:七师垦区降水主要受大西洋和北冰洋冷湿气流的控制。年降水量的多少主要取决于大气环流特征,取决于暖湿气流的强弱和进退速度。垦区年降水日数(≥0.1mm)平均 75 天,年降水量 193.2mm,有 65% 的降水出现在春夏季,4-9 月作物生长季降水量平均 128.0mm,占年降水量 66%。年均降水量较少,农业生产完全依赖天山冰雪融水和地下水进行灌溉。这一特点使得农业用水对气象预报,特别是春季融雪期水量预测和夏季高温期的蒸散量预报提出了极高要求。

2.2 主要气象灾害及对农业的影响

2.2.1 干旱

是七师最主要的气象灾害之一。按照干旱出现时段划分为,春旱一般发生在 4-5 月,春旱此阶段是农作物播种关键期,春旱的特点往往表现在气温回升快,降水少,使土壤失墒严重,不利于种子发芽和出苗。苗期干旱还使幼苗脱水枯萎。夏旱 6-8 月,期间正值农作物需水的关键期,由于高温过程多,蒸发旺盛使空气干燥,作物体内蒸腾加剧,需水量大,对灌溉用水计划的制定构成持续压力。秋旱 9-10 月对作物影响较小,会对冬小麦播种、出苗不利^[9]。

2.2.2 大风

大风能加速农作物叶片表面水分散失,特别在干热条件下,使农作物耗水过多,根系吸水不足,影响农作物生长,严重时甚至枯死。春季大风(6级以上)就可使已播作物的地膜和滴灌带被揭起,使农作物幼苗折断,导致棉花、玉米等作物苗期死亡。在开花期遇上大风会影响授粉,在成熟前

遇上大风,会引起农作物植株倒伏、折断、吹掉果实。在春季和初夏,长时间的大风,会使农田土壤水分大量蒸发,草场也因大风加重干旱。

2.2.3 冰雹

是七师垦区春夏季主要灾害性天气之一,出现时常伴随强降水、大风、剧烈降温和强雷电现象。七师垦区冰雹具有以下基本特征 1、季节性:七师垦区年平均出现冰雹 3.6 次,出现季节主要在 5-8 月。冰雹出现最早出现在 4 月,最晚在 10 月结束。2、时间性:冰雹一天中任何时间都可以出现,但白天多于夜间,下午多于上午。一天中冰雹最易发生和最集中的时间是 17 时左右。3、局地性:冰雹是随冰雹云而移动,一般影响的宽度范围只有几公里,有“雹打一条线”特点。强对流天气过程虽然局地性强、历时短,但破坏力极强,可在几分钟内使即将丰收的棉花、玉米、瓜果等作物毁于一旦,造成毁灭性损失。

2.2.4 霜冻

是七师垦区春末和初秋,由于强冷空气的入侵,使温度骤降到农作物生长所需要的最低温度以下的农业气象灾害。霜冻通常以最低气温和地面最低温度下降到规定的界限温度为依据,分为霜冻和轻霜冻。当最低气温降低到 0℃时,大部分作物都开始受冻害,称为霜冻。当地面最低温度降低到 0℃时为轻霜冻,发生时对苗期作物有一定危害。春秋两季的低温霜冻是林果和春播作物的重大威胁。春季晚霜冻会冻死果树的花芽和刚出土的幼苗,秋季早霜冻则会影响秋粮的后期成熟和品质。

3 七师垦区气象为农服务现状与存在的问题

多年来,七师气象局在为农服务方面进行了积极探索,建立了基本的服务体系,但仍面临一些新的挑战。

3.1 目前气象服务内容与形式

1. 常规天气预报产品:通过电视、短信、微信公众号等渠道,向公众和农场职工发布未来 24 小时、48 小时、3-5 天天气预报,包括气温、降水、大风等要素。发布一周、旬、月及等中长期天气预报。

2. 灾害性天气预警:针对大风、冰雹、暴雨、霜冻、寒潮等天气,及时发布预警信息,提醒广大农牧场干部职工提前采取防范措施。

3. 专题农业气象服务产品:不定期发布《春季农作物播种期气象服务专报》、《夏秋季农作物热量分析气象服务专报》、《重要农事季节气候预测》等,提供有一定针对性的农事建议。

4. 人工影响天气作业:根据多年天气资料分析总结七师垦区冰雹云走向一般由西向东或由西北向东南运动。七师与乌苏市成立人工影响天气联防指挥部,根据冰雹云的发生规律,对七师垦区所有防雷增雨作业点实施了统一布局,建立了师市联合防雷增雨“三道防线”。第一道防线布设流动火箭在垦区上游团场及乌苏乡镇,对尚未进入农田保护区的

冰雹云实施早期催化作业,促使冰雹云提前产生降水,达到化雹为雨的目的;第二道防线布设流动火箭在中游团场及乌苏乡镇,对经第一道防线实施作业后减弱而进入农田保护区后又重新加强的冰雹云或新生成的冰雹云进行作业,最大限度地抑制雹云发展和加强,减轻冰雹灾害;第三道防线布设流动火箭垦区下游团场及乌苏乡镇,对尚未完全消亡的冰雹云或新生冰雹云实施补充作业,进一步提高防雷效果。经过多年开展防雷作业,形成了一套较为完整的人工影响天气作业体系,在很大程度上减轻了冰雹灾害对垦区造成的损失。

3.2 存在的主要问题

1. 服务产品精细化程度不足,信息传播渠道有待拓宽:目前的预报服务产品多以市、团部为范围,而七师辖区团场连队的微气候环境存在差异。缺乏针对特定连队、甚至特定地块的“一对一”精细化预报,农场职工难以直接应用,预报产品信息传播渠道较过去多收取速度快,但仍然存在信息接受死角和滞后现象^[6]。

2. 与农事活动的结合不够紧密:服务产品多为常规气象信息,未能深度融入具体的活动各个环节。诸如,灌溉预报、施肥喷药适宜度预报、病虫害发生发展气象服务等专业化、定制化产品有待开发。

3. 跨部门协同机制有待加强:气象局、农业农村局、水利局、保险公司等部门间的数据共享、会商研判和应急联动机制尚不健全,存在“信息孤岛”现象,未能完全形成防灾减灾合力。

4. 对农业气候资源优势挖掘不深:目前服务多聚焦于防灾,对于如何利用独特的光热资源进行农业结构优化、品种引进、打造特色农产品品牌等方面的决策服务支撑相对薄弱。

4 提升七师垦区现代农业气象服务的对策与建议

针对上述问题,七师气象服务必须向更加智慧、精准、融合的方向转型升级。

4.1 构建“天-地-空”一体化的智慧农业气象监测预警体系

加密监测站网布局,在现有气象站的基础上,在主要团场连队增布农田小气候观测站、作物实景监控站等,获取更精细的田间数据。融合遥感技术,综合利用多源卫星和无人机遥感数据,反演大面积作物长势、植被覆盖度、土壤墒情、叶面温度等信息,实现从“点”到“面”的监测,为大面积农情监测和灾害评估提供依据。

4.2 开展基于“一品一策”的特色作物全生育期专项服务

聚焦七师垦区主导产业(如棉花、玉米、冬小麦、葡萄等),为其量身定制气象服务方案。重点提供主要农作物播种期地温预报、作物个生育期灾害性天气预报,结合预报,给出精准的播种、化控、灌溉、采收建议。开发“农作为专

项天气预报”服务产品,发布未来三天是否适宜播种、施肥、喷药、灌溉、采收的等级预报,直接指导农事活动。

4.3 建立“多方联动、融合共享”的服务机制

深化多部门合作,与水利部门共享雨情、水情、墒情信息,协同制定水资源调度方案;与保险公司推动“天气指数保险”落地,将气象预警与保险理赔触发机制相结合,简化流程,快速理赔。构建“智慧农业气象服务平台”:整合气象、农业、水利等数据,打造一个面向政府决策部门、新型农业经营主体和广大农户的综合性服务平台。平台应具备数据可视化查询、灾害风险地图、个性化预警订阅、在线专家咨询等功能。

4.4 创新服务传播方式,提升职工科学素养

拓宽传播渠道,除了传统方式,应充分利用短视频(如抖音、快手)、连队广播、微信群等农民喜闻乐见的形式,传递气象信息。开展常态化科普宣传,结合“3·23”世界气象日、科技活动周气象科普基地等,组织技术人员下连队,深入田间地头,普及气象灾害防御知识,教会职工看云识天、科学用水用肥,提升其利用气象信息进行生产决策的能力。

5 结论与展望

气象服务是现代农业发展中不可或缺的公共服务。对于七师垦区而言,面对丰富的农业气候资源和严峻的气象灾害风险并存的局面,必须加快推进气象为农服务的数字化转型和智慧化升级。

未来,七师气象部门要坚持以需求为导向,以数据为核心,以技术为驱动,着力解决服务产品不够“细”、与农事结合不够“紧”、信息落地不够“实”等关键问题。通过构建智慧精准的监测预报体系、提供特色鲜明的专项服务产品、建立高效协同的联动机制,最终实现从提供单纯的气象信息向提供基于气象影响的综合性农业生产解决方案转变,真正让气象服务成为垦区农业高质高效发展的“护航员”和“增效器”,为保障国家粮食安全和重要农产品供给、全面推进团场振兴贡献更大的气象力量。

参考文献

- [1] 姚佳,李威,王慧.气象大数据应用场景与气象服务技术预见研究——面向重庆农业领域[J].中国农学通报,2024,40(4):124-132.
- [2] 刘茜,李涛.基于现代信息技术的农业气象服务提升策略[J].农业工程技术,2023,43(16):78-79.
- [3] 张俊,王华.WRDPS-Dopler自动遥测定位系统在第七师天气导变中的应用研究[J].新疆农垦科技,2020,43(4):44-46.
- [4] 王拥政.奎屯河流域冰雹灾害分析与防御对策[J].陕西气象,2012(3):29-31.
- [5] 王建忠,马艳.农七师干旱气候变化特征及有效应对措施[J].新疆农垦科技,2015,38(7):56-58.
- [6] 吴门新,侯英雨,张蕾等.中国农业气象服务供需分析及效益评估研究[J].中国农业气象,2022,43(10):787-799.

Application and Promotion Strategies of Yak Synchronous Estrus + Artificial Insemination Technology in Production

Nijiati Abulimiti

Bazhou Hejing County Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Hejing, Xinjiang, 831300, China

Abstract

As one of the most important livestock species in alpine pastoral areas, yaks have long been limited in production efficiency due to their characteristics such as low reproductive performance, strong seasonality, and inconspicuous estrus. The estrus synchronization technology can concentrate the estrus time of yaks, providing conditions for the large-scale implementation of artificial insemination; artificial insemination helps to expand the utilization of excellent bull genes, improve the conception rate and optimize the population structure, thus becoming an important means to promote the modernization of the yak industry. With the ecological changes in pastoral areas and the increasing trend of intensive breeding, the combined application of these two technologies has become more necessary. However, in practice, problems such as improper drug selection, non-standard operating procedures, insufficient health management, and weak technical awareness of herders still affect the technical effects. This paper studies the technical mechanism, application mode, existing problems and promotion strategies, so as to provide references for improving yak reproductive efficiency and promoting industrial development.

Keywords

yak; estrus synchronization; artificial insemination; reproductive management; technology promotion

牦牛同期发情 + 人工授精技术在生产中的应用与推广对策

尼加提·阿不力米提

新疆巴州和静县农业农村局, 中国·新疆 和静 831300

摘要

牦牛作为高寒牧区最重要的畜种之一, 因繁殖性能低、季节性强和发情不明显等特点, 使生产效率长期受限。同期发情技术能够集中牦牛发情时间, 为人工授精的大规模实施提供条件; 人工授精则有助于扩大优良公牛基因利用, 提高受胎率并优化种群结构, 成为推动牦牛产业现代化的重要手段。随着牧区生态变化和养殖集约化趋势增强, 两项技术的联合应用愈加必要。然而在实践中, 药物选择不当、操作流程不规范、健康管理不足以及牧民技术认知薄弱等问题仍影响技术效果。本文围绕技术机理、应用模式、存在问题与推广策略展开研究, 为提升牦牛繁殖效率和促进产业发展提供参考。

关键词

牦牛; 同期发情; 人工授精; 繁殖管理; 技术推广

1 引言

牦牛是青藏高原与高寒牧区最具代表性的畜种, 其乳肉毛皮等产品在当地经济结构中具有重要地位。然而牦牛具有明显的季节性繁殖特征, 发情多集中在夏秋季, 发情表现不明显且群体同步性差, 使自然交配效率较低。再加上高寒地带气候严酷、放牧管理粗放等因素, 牦牛繁殖率长期处于较低水平, 严重制约了产业规模化与标准化发展。在现代畜牧业向高效生产转型背景下, 通过生物技术手段调控繁殖行为, 已成为牦牛产业提质增效的关键途径。同期发情技术利用激素制剂干预卵巢周期, 使牦牛间的发情时间集中, 便于

统一组织人工授精, 提高受胎效果。人工授精则能够突破牦牛自然交配的条件限制, 在生产性能改良、遗传资源扩散和疾病阻断等方面具有明显优势。构建适宜牦牛生态特点的技术模式, 对推动高寒牧区畜牧现代化具有深远意义。

2 牦牛同期发情技术的生理基础与应用现状

2.1 牦牛繁殖特性对同期发情技术的适应性分析

牦牛受高寒生态环境长期影响, 其繁殖具有明显季节性, 性周期波动大且发情表现不突出, 使自然发情识别难度较大。同期发情技术通过调控体内激素水平, 使卵泡发育阶段趋于一致, 从而改善群体发情时间分散的问题, 提高繁殖管理的可控性。从生理机制看, 孕激素制剂通过模拟黄体功能, 可抑制动情的提前出现, 使所有处理牦牛在撤药后进入同一生理阶段。此过程不仅改善发情识别条件, 也有助于提

【作者简介】尼加提·阿不力米提(1987-), 维吾尔族, 男, 中国新疆人, 本科, 中级畜牧师, 从事畜牧兽医研究。

高人工授精的准确性。牦牛对激素调控的敏感性总体良好，但在高海拔环境下个体差异明显，因此在实施过程中需要结合牦牛体况、产后恢复情况、营养水平等因素综合评估，以确保整体发情同步效果。

2.2 主要同期发情技术模式与效果比较

牦牛同期发情常用技术包括孕激素阴道栓剂法、PG 类药物诱导法以及多激素组合程序等。孕激素阴道栓剂法操作性强，适合大群体放牧条件，撤药后 48 ~ 72 小时普遍出现发情；PG 类药物对存在正常黄体的牦牛效果较好，可缩短黄体寿命并促进发情，但对卵巢静止个体作用有限。多激素组合程序通过孕激素、促排卵药物及 PG 的联合使用，可显著扩大适用范围，提高发情一致性。实际生产表明，多激素组合方案的同步率较高，但成本略高，适合集中育肥场与规模化繁育基地，而传统牧区更倾向于选择成本较低、使用简便的孕激素方案。不同模式对于受胎率提升均具有积极作用，但必须在专业技术人员指导下严格执行操作流程。

2.3 同期发情实施中的关键控制因素

同期发情效果受多重因素影响，包括牦牛体况、营养水平、年龄结构、产后恢复时间等。高寒牧区草场季节性显著，体况偏低的牦牛对药物响应较弱，发情不集中甚至不发情，直接影响后续人工授精效果。药物使用剂量、给药时间、栓剂固定方式、撤药时机等亦需严格控制，以避免因操作不当导致效果下降。此外，在发情检测中需结合行为观察与直肠检查，以提高识别精度。整体来看，只有在营养供给、健康状态与科学管理共同支撑下，同期发情技术才能取得理想效果。

3 人工授精技术在牦牛繁殖中的应用价值与操作关键点

3.1 人工授精对牦牛种群改良与资源利用的意义

牦牛自然交配受环境限制显著，优良公牛资源利用率低，而人工授精能够突破地理阻隔，实现遗传资源快速扩散，提高种公牛利用效率，有助于构建现代牦牛育种体系。人工授精还能减少自然交配带来的疾病传播风险，提高母牛受胎率与繁殖效率，使牦牛群体结构趋于均衡。此外，人工授精可在统一时间内开展受胎监测与产程管理，降低牧区管理成本。对于高寒地区牧户而言，人工授精技术的应用可显著提升繁殖稳定性，为产业发展提供可预期的生产能力。

3.2 牦牛人工授精流程与技术要点

牦牛人工授精的流程包括发情鉴定、授精时机判断、精液解冻复温、授精操作及术后管理。授精时机是影响成功率的核心，一般在发情后 12 ~ 18 小时授精效果最佳。解冻精液时需严格控制温度与时间，确保精子活力不受损害。授精器械的卫生消毒与路径定位需由专业人员完成，以避免生殖道感染及操作失误。在授精后，应对牦牛进行适度隔离与管理，避免剧烈运动与环境刺激，促进受胎率提升。由于牦

牛性情较为敏感，在操作过程需保持安静环境，并采用温和约束方式，以保证技术实施顺利进行。

3.3 人工授精成效评价与繁殖管理衔接

人工授精效果需通过妊娠检查、产仔率统计和犊牛成活率等指标综合评估。妊娠检查多在授精后 40 ~ 60 天进行，可借助 B 超检测提高判断准确性。若出现空怀，需要结合发情记录、操作日志与营养情况分析原因并调整技术方案。繁殖管理的衔接包括产前营养补给、产后恢复管理以及育肥阶段的组织安排，使整个繁殖链条实现连续、稳定、高效运行。评估结果还可为后续种公牛精液筛选、母牛群体分级管理提供参考。

4 牦牛同期发情与人工授精联合应用的生产效益分析

4.1 对繁殖效率提升的综合作用

牦牛同期发情与人工授精的联合应用能够在繁殖效率提升方面产生显著的协同效应。高寒牧区牦牛繁殖季节短、发情不明显且自然交配效率低，使传统方式难以满足规模化生产对繁殖节律的要求。同期发情技术通过调控母牛发情周期，使群体在较短时间内集中进入发情阶段，为人工授精的实施提供统一时机，使繁殖流程更加紧凑与可控。研究表明，在管理体系较完善的牧场，联合技术可使受胎率提升 15% ~ 25%，集中产犊率与产犊时间一致性显著改善。可见，该联合技术能够有效解决传统繁殖方式效率低、周期长的局限，为牦牛生产稳定性与规模化发展提供重要支撑。

4.2 对种群遗传结构优化与产业竞争力提升的作用

牦牛种群长期受自然放牧条件限制，优良基因扩散速度缓慢，遗传结构分散、改良周期长的问题较为突出。人工授精为突破地理限制提供了可能，通过使用遗传性能优良的种公牛冻精，可以在短时间内将高品质遗传物质传播到广泛区域，提高牦牛群体在体型、生长速度、乳产量与抗逆性等方面的整体水平。同期发情技术则通过提高人工授精的实施规模与效率，使冻精利用率显著提升，扩大遗传改良的覆盖范围。此外，种群改良带来的标准化提升，为地方品牌建设、产品质量提升和市场竞争力增强奠定基础。随着牦牛产业逐步向规范化、集约化方向发展，遗传改良能力将成为区域畜牧业竞争力的重要标志，而同期发情结合人工授精技术正是推动这一进程的关键技术路径。

4.3 对牧区生产组织方式的推动作用

同期发情与人工授精不仅改变繁殖技术本身，也对牧区生产组织体系产生深远影响。传统牧区依赖自然交配，繁殖时间分散，难以形成统一的繁殖管理节奏，影响草场利用与劳力安排。在采用联合技术后，牦牛繁殖时间高度集中，使牧户能够围绕繁殖季节制定更加科学的生产计划，实现繁殖、育肥与放牧节律的协调统一。联合技术的实施要求牧区建立繁殖档案、分群管理制度、定期健康检查制度等基础管

理体系,从而推动牧区生产方式向制度化与规范化方向发展。在这一过程中,牧民需提升记录能力与繁殖管理意识,这对牧区整体管理水平具有促进作用。技术推广还带动饲草储备体系、兽医服务体系和冻精供应体系的完善,使牧区形成更为完整的产业支撑网络。随着繁殖组织的规范化,牧区在草场配置、牧群调度和劳力安排方面可实现精细化管理,为牦牛产业链延伸与牧区经济发展提供更稳固的基础。

5 牦牛同期发情与人工授精推广过程中存在的问题与对策

5.1 牧区技术认知不足与培训体系不完善

在高寒牧区传统放牧体系中,牧民长期依赖自然交配完成牦牛繁殖,对生殖调控技术的原理、应用条件及潜在收益缺乏系统认知,使同期发情与人工授精难以形成规模化推广基础。部分牧民对激素制剂的安全性仍存在误解,认为其可能影响牦牛健康或产后性能,致使技术接受度受到限制。此外,由于牧区地广人稀、居住分散,技术培训形式单一,缺乏连续性,牧民难以通过短期培训掌握标准化操作流程,进一步削弱技术应用效果。为改进这一状况,应构建长效化、分层分类的培训体系,通过牧区固定培训点、流动技术服务车与线上教学平台相结合的方式扩大覆盖面。培训内容需围绕繁殖生理基础、药物安全性、操作规范与经济效益分析开展,使牧民能够在理解技术机制基础上形成应用信心。同时,建设区域示范牧场,通过可视化成果呈现技术效益,增强牧户的认知转化能力,在实践中逐步提升技术采纳率。

5.2 高寒环境下营养条件不足影响繁殖质量

牦牛在高寒地区长期依赖天然草场,其营养摄入受季节性波动影响显著,尤其在越冬阶段体重损失普遍,体况下降直接影响卵巢功能恢复与同期发情技术的响应率。营养不足会降低牦牛体内激素水平,使部分个体出现卵巢静止或弱发情,导致同期发情一致性不理想,并在人工授精阶段表现为受胎率偏低。此外,矿物质缺乏与微量元素不足亦会干扰生殖内分泌系统,使母牛对激素调控刺激的敏感性下降。因此,在技术应用前应加强营养干预,通过建立区域饲草储备体系、推广青贮和营养补饲模式,改善冬春季营养供应水平。合理补充蛋白饲料、微量元素和维生素,可有效促进卵母细胞发育,提高对同期发情方案的响应程度。建立季节性营养管理制度,使体况恢复与繁殖技术安排形成衔接机制,是确保发情同步和人工授精成功率的重要前提。

5.3 技术服务体系薄弱导致操作不规范

同期发情与人工授精均属于对操作细节依赖度较高的生殖技术,其关键环节涵盖药物使用、发情监测、授精时机判断与卫生防控,任何一环出现偏差均可能造成受胎率显著下降。然而在许多牧区,专业技术人员数量不足,技术力量分布不均,导致操作过程难以做到标准化、规范化。此外,牧区交通条件差、点位分散,使技术人员难以对所有牧户提供持续服务,从而影响技术的稳定性。器械不足、冷链不完善及药物使用不规范等问题亦在部分牧区存在,使技术全过程质量控制受到限制。为提升技术实施水平,应在区域内建立分层级的技术服务体系,通过中心站点、流动工作组与乡镇技术员协作模式,实现服务网络化布局。同时,加强授精器械、药物和耗材的规范化供应,完善操作流程指南与质量控制标准,并依托远程视频指导和数据记录系统提高服务覆盖率与操作一致性。只有在服务体系完善的条件下,牦牛繁殖技术才能真正实现规模化推广与稳定应用。

6 结语

牦牛同期发情与人工授精技术的联合应用,是提升高寒牧区牦牛繁殖效率、优化种群结构与推动产业现代化的关键技术路径。该技术体系能够突破传统繁殖模式的局限,从繁殖周期、遗传资源利用与生产组织方式等多个方面促进牦牛产业升级。然而牧区在技术认知、营养保障、专业队伍建设与配套服务方面仍存在较大差距,需通过政策扶持、培训推广与管理优化等途径逐步完善。未来,应结合牦牛生态特征构建区域化繁殖模式,推进数字化牧场与智能繁殖技术应用,使牦牛繁殖管理进入更加科学、高效与可持续发展阶段,为高寒地区畜牧业振兴提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 梁辰庚,王滕辉,谢璐瑶,等.中国牦牛同期发情与人工授精技术应用进展[J].青海畜牧兽医杂志,2025,55(06):49-52.
- [2] 徐晶晶,柳炜,吴静静,等.同期发情与人工授精技术在新疆天山牦牛种间杂交中的应用[J].新疆畜牧业,2025,41(05):37-40.
- [3] 汪炜,莫延新,李梦怡,等.营养调控对不带犊母牦牛同期发情效果影响的研究[J].畜禽业,2025,36(10):14-16.
- [4] 许春喜,莫延新,谢秀梅,等.影响牦牛人工授精受胎率的因素及对策[J].畜牧业环境,2025,(05):5-6.
- [5] 王燕文,李小伟,何小强,等.麦注牦牛程序化人工授精技术操作规程[J].现代畜牧科技,2024,(02):86-88.

Research on the Industrial Development Model of Integrating Technology-Assisted Agriculture and E-commerce Sales under the Background of Rural Revitalization: A Case Study of the “Caiyun Coffee Dream” Project in Dehong, Yunnan Province

Siyi Zhang Qiao Yin

Xi'an Institute of Translation and Interpretation, Xi'an, Shaanxi, 710105, China

Abstract

The deepening implementation of the rural revitalization strategy has brought new opportunities for the development of agricultural characteristic industries. Technology empowerment and e-commerce innovation have become the core paths to solve the problems of agricultural product development. This paper takes the small coffee industry in Dehong, Yunnan Province as the research object, combines the practical experience of the “Caiyun Coffee Dream” entrepreneurship project, analyzes the existing pain points in the planting, processing and sales links of the coffee industry, explores the integration path of the “211” core technology system and the full-chain e-commerce sales model, analyzes the comprehensive benefits of this model in economic, social and environmental aspects, and proposes optimization strategies for the sustainable development of the industry. The research shows that the deep integration of technology-assisted agriculture and e-commerce sales can effectively improve the quality of agricultural products and the added value of the industry, promote the upgrading of agricultural industrial structure, and provide a replicable and promotable practical model for the development of characteristic agriculture under the background of rural revitalization.

Keywords

Rural revitalization; Technology-assisted agriculture; E-commerce sales; Coffee industry; Industrial integration

乡村振兴背景下科技助农与电商销售融合的产业发展模式研究——以云南德宏小粒咖啡产业“彩云咖梦”项目为例

张思怡 殷桥

西安翻译学院, 中国·陕西 西安 710105

摘要

乡村振兴战略的深入推进为农业特色产业发展带来新机遇,而科技赋能与电商创新成为破解农产品产业发展困境的核心路径。本文以云南德宏小粒咖啡产业为研究对象,结合“彩云咖梦”创业项目实践,剖析咖啡产业种植、加工、销售环节的现存痛点,探究“211”核心技术体系与全产业链电商销售模式的融合路径,分析该模式在经济、社会、环境层面的综合效益,并提出产业可持续发展的优化策略。研究表明,科技助农与电商销售的深度融合能够有效提升农产品品质与产业附加值,推动农业产业结构升级,为乡村振兴背景下特色农业产业发展提供可复制、可推广的实践范式。

关键词

乡村振兴; 科技助农; 电商销售; 咖啡产业; 产业融合

1 引言

乡村振兴战略强调推动乡村产业融合,农业特色产业是其关键支撑。云南作为我国咖啡核心产区(种植面积占全国98%以上),小粒咖啡品质优良,但存在种植技术落后、精深加工不足、市场渠道单一等困境。数字经济背景下,“彩云咖梦”项目聚焦德宏小粒咖啡,构建“科技助农+电商销售”

模式破解痛点,本文以该项目为样本,为特色农业高质量发展提供参考借鉴。

2 云南德宏小粒咖啡产业发展的现实痛点

云南咖啡种植历史逾百年,德宏州凭借海拔800-1800米的高原地理、昼夜温差大且光照充足的气候优势,成为小粒咖啡优质种植区,保山小粒咖啡获“潞江一号”美称,被誉为“全国咖啡之冠”。但受技术、模式、市场等多重因素制约,德宏小粒咖啡产业发展仍存在诸多深层次痛点,集中体现在种植、加工、销售三大核心环节。

【作者简介】张思怡(2005-),女,中国云南德宏人,本科,从事财务管理研究。

2.1 种植环节：技术落后导致土壤退化，产量与品质双低

咖啡树化感自毒作用使德宏种植区土壤酚酸大量积累，造成土壤微生物失衡、酶活性降低、肥力下降，成为制约产量与品质的核心问题。当地咖农多采用传统种植技术，缺乏科学的土壤管理与养护知识，既无法解决土壤退化，还存在施肥不科学、病虫害防治落后等问题。同时，咖啡采摘、授粉周期短，优质豆筛选标准缺失，大量小果粒被废弃，资源浪费严重，导致优质豆供给不足，难以满足精品咖啡市场需求。

2.2 加工环节：精深加工水平低，产业附加值亟待提升

德宏小粒咖啡产业长期处于“原料输出”初级阶段，加工以简单初加工为主，精深加工企业少、设备简陋、工艺落后，深加工率远低于全国平均水平。大部分咖啡豆以生豆形式出口或销往外地，本地仅能生产少量速溶咖啡、咖啡豆等初级产品，破壁粉、精品烘焙等高附加值产品占比极低。加工滞后不仅压缩产业利润，还使品质优势无法转化为产品与品牌优势，核心竞争力薄弱。

2.3 销售环节：渠道单一且市场话语权弱，品牌影响力不足

传统模式下，德宏小粒咖啡主要依赖线下收购商、批发市场，销售层级多、效率低，农户与市场信息不对称，缺乏定价话语权，收益被大幅压缩。电商渠道布局滞后，缺乏专业运营团队与推广策略，未能借助数字平台拓展市场。同时，品牌建设滞后，区域公共品牌辨识度低，缺乏有市场影响力的企业品牌，与国内外知名品牌相比，认知度、认可度不足，难以立足精品咖啡市场。

3 “彩云咖梦”项目的科技助农与电商销售融合模式构建

针对德宏小粒咖啡产业痛点，“彩云咖梦”以大学生创业团队为主体、依托高校资源，构建“科技赋能种植、全链优化加工、电商创新销售”新模式，通过“211”技术体系与多元电商体系融合实现全产业链升级，核心涵盖三大创新维度。

3.1 核心技术创新：“211”技术体系破解种植痛点，实现科技赋能生产

项目创新推出“211”技术体系（PER土壤修复剂+土壤监测平台），填补咖啡土壤修复空白。修复剂以德宏废弃杏鲍菇菌渣（≥58.7%）结合复合微生物菌制成，可降解土壤酚酸、改善微生物环境；监测平台在芒市咖啡庄园设点，实时监测土壤与植株指标并提供科学指导。

试验显示，该技术使咖啡亩均产量从0.08吨提升至0.14吨（增产75%），土壤修复周期缩短1-2年；同时回收废弃小果粒，减少浪费9.9吨、创造价值75万元，提升优质豆

供给能力。

3.2 商业模式创新：多方协同的全产业链模式，推动产业融合发展

项目构建政府+高校+合作社+农户+企业多方共赢模式：政府将其纳入乡村振兴重点工作，提供每亩25元补贴及政策支持；高校提供技术研发与人才培养；合作社组织农户标准化种植并开展培训；农户以土地、劳动力入股增收；拟注册芒市华韵科技公司负责精深加工与销售。

该模式破解产业主体分散、利益联结松散问题，形成“风险共担、利益共享”共同体，推动产业向“种植+加工+服务+文旅”融合升级。

3.3 销售模式创新：全渠道电商销售体系，实现市场渠道与品牌双升级

项目构建线上线下融合、直播电商为主的销售体系：线上依托主流电商平台开店，采用“直播带货+内容营销+私域运营”模式（直播带货占总产量57%，降本78%），借助AI生成方言直播内容、打造文化IP提升品牌知名度；线下与终端渠道合作铺货，并打造咖啡农旅融合新业态，推动产业向品牌化、精品化转型。

4 “彩云咖梦”模式的综合效益分析

“彩云咖梦”的“科技助农+电商销售”融合模式，有效破解产业痛点，推动高质量发展，在经济、社会、环境层面产生显著效益，实现产业发展与乡村振兴深度融合。

4.1 经济效益：提升产业附加值，实现农户与企业双增收

产业层面，通过科技赋能与全产业链建设，推动产业向精深加工、品牌销售转型，提升附加值。1536亩种植基地应用“211”技术后，增产92.16吨，直接创造收益超500万元；精深加工产品售价达4.8万元/吨，远高于初级产品。财务预测显示，未来四年销售收入可达1500万元，净利润率20%。农户层面，136户农户增收883.8万元，原贫困户郭桂兰家年收入从1.2万元增至5.04万元，236家贫困户预计户均年收入达10.25万元。企业层面，形成“加工费+技术服务费+销售费”多元盈利模式，保障可持续发展。

4.2 社会效益：带动就业与人才培养，助力乡村振兴与脱贫攻坚衔接

一是带动就业301人，其中农村剩余劳动力占比超80%，实现就地就近就业。二是培训新型职业农民569人次，通过多形式传授专业知识，提升咖农技术与管理能力，培育农村专业人才。三是助力脱贫攻坚与乡村振兴衔接，通过土地入股、就业帮扶等方式，推动贫困户稳定脱贫、农村集体经济发展，夯实乡村振兴基础。

4.3 环境效益：推动资源循环利用，实现绿色农业发展

项目坚持绿色理念，实现低碳发展。一是化废为宝，

利用废弃杏鲍菇菌渣制作修复剂,解决环境二次污染,实现菌业与咖啡业资源循环。二是减少化肥使用 61.44 吨,降低农业面源污染,保护土壤生态。三是优化加工工艺,减少碳排放 33.792 吨,推动农业低碳发展,实现生态与经济效益统一。

5 乡村振兴背景下特色农业产业科技与电商融合发展的优化策略

“彩云咖梦”项目提供了实践范式,但仍面临研发投入不足、品牌滞后、人才短缺等问题。结合德宏实践,提出以下优化策略,推动特色农业高质量发展。

5.1 加大技术研发投入,构建产学研深度融合的技术创新体系

政府加大财政补贴,设立专项基金,支持高校、科研机构与企业合作,聚焦土壤修复、品种改良、精深加工等关键领域突破技术瓶颈。企业作为创新主体,加大研发投入,与本地高校共建合作基地,推动技术成果转化,加强技术培训,实现科技赋能全覆盖。

5.2 强化品牌建设,打造区域公共品牌与企业品牌协同发展的品牌体系

构建“区域公共品牌+企业品牌+产品品牌”协同体系。政府整合资源,打造云南小粒咖啡公共品牌,制定统一标准,加强监管保护。企业打造特色企业品牌,注重品质与文化建设,通过多渠道提升影响力。针对不同消费群体,打造差异化产品品牌,满足多元市场需求。

5.3 培育专业队伍,为科技与电商融合发展提供人才保障

培育兼具农业知识、研发能力、电商技能的复合型人才。加强本土人才培养,开展农业技术、电商运营等培训,提升专业能力。出台优惠政策,吸引大学生、返乡青年创业就业。企业与高校共建人才培养基地,定向培育专业人才,完善激励机制,留住优秀人才。

5.4 完善政策支持体系,优化特色农业产业发展的营商环境

政府完善政策体系,从财政、金融、土地等方面提供保障。加大专项补贴,支持研发、品牌建设与电商搭建;鼓励金融机构推出低息贷款,引导社会资本参与,解决资金瓶颈;优化土地流转机制,保障土地需求。同时加强市场监管,规范市场秩序,营造公平营商环境。

5.5 推动产业深度融合,构建“农业+文旅+电商”的多元化业态

推动农村一二三产业融合,构建“农业+文旅+电商”多元化业态。结合旅游资源,打造咖啡农旅融合项目,实现“体验+销售+文化传播”融合。推动咖啡产业与文创、电商融合,开发文创、定制化产品,提升附加值,拓展农民

增收空间,推动乡村全面振兴。

6 结论与展望

乡村振兴为特色农业发展带来机遇,科技赋能与电商创新是破解产业困境的核心路径。本文以“彩云咖梦”项目为研究对象,发现“211”技术体系可解决种植痛点,多方协同模式实现产业联动,全渠道电商提升品牌影响力,该模式实现了经济、社会、环境效益统一,为特色农业发展提供可复制、可推广的范式。

未来,随着数字经济与农业现代化深度融合,科技与电商融合将向更深层次发展。特色农业需加大研发投入、强化品牌建设、培育专业人才、完善政策支持、推动产业融合,实现高质量发展。同时,发挥大学生创业团队与高校优势,推动大学生创业与乡村振兴结合,注入发展动力,实现农业强、农村美、农民富的乡村振兴总目标。

参考文献

- [1] 习近平.决胜全面建成小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[M].北京:人民出版社,2017:32-33.
- [2] 张颖,李崇光.乡村振兴背景下特色农业产业发展模式与路径研究——以云南咖啡产业为例[J].农业经济问题,2022(05):67-76.
- [3] 李艳红,杨建荣.云南小粒咖啡产业发展现状、问题及对策[J].西南农业学报,2021,34(08):1796-1802.
- [4] 王鹏,张丽娜.咖啡种植土壤酚酸降解技术研究进展[J].土壤通报,2023,54(02):501-508.
- [5] 刘佳,黄松涛.我国农产品精深加工产业发展现状与升级路径[J].农业现代化研究,2022,43(03):412-421.
- [6] 陈静,李丽.数字经济背景下农产品电商销售模式创新研究[J].商业经济研究,2021(18):131-134.
- [7] 杨明华,何俊芳.农业科技赋能乡村振兴的机制与路径——基于西南地区特色农业的实践[J].中国农村经济,2023(01):89-102.
- [8] 黄祖辉,俞宁.乡村振兴背景下农业全产业链发展模式与对策[J].农业经济问题,2020(01):18-26.
- [9] 张兵,李翠莲.电商助农的作用机制与实践路径优化[J].中国农村金融,2022(10):45-47.
- [10] 王建华,刘苗.新型职业农民培育与乡村人才振兴的协同发展研究[J].教育发展研究,2021,41(18):7-13.
- [11] 李谷成,周晓时.绿色农业发展与乡村生态振兴的耦合机制研究[J].中国人口·资源与环境,2022,32(06):12-20.
- [12] 云南省农业农村厅.云南省咖啡产业发展规划(2021-2025年)[Z].2021.
- [13] 德宏州人民政府.德宏州乡村振兴重点产业发展实施方案(2024-2026年)[Z].2024.
- [14] 中国咖啡流通协会.2023中国咖啡产业发展白皮书[R].2023.
- [15] 昆明海关.2024年云南省农产品进出口贸易分析报告[R].2024.

Discussion on the Application of High-yield and High-quality Corn Cultivation Technology and Pest Control

Yongfeng Ren

Alxa Left Banner Agricultural Technology Extension Center, Alxa, Inner Mongolia, 750300, China

Abstract

The focus of corn yield enhancement has shifted from individual ear and kernel counts to coordinated improvements in population structure, nutrient balance, and yield stability with stress resistance. Common challenges in production include the combined effects of planting density, fertilization capacity, uniformity of seedlings, and pest pressures during critical growth stages, leading to lodging, premature aging, and insufficient grain filling. In recent years, major production areas have developed a technical package centered on rational planting density, staged fertilization, and field management during critical periods, with proven replicability in demonstration projects. This paper summarizes three key implementation points of new cultivation technologies based on practical promotion, and proposes phased control measures for fall armyworm, corn borer, and large spot disease, tailored for different ecological regions. It emphasizes the importance of adapting to local conditions and maintaining cost control.

Keywords

corn; high-yield and high-quality cultivation; new technology; promotion and application; pest and disease control; discussion

玉米高产优质种植新技术推广应用与病虫害防控探讨

任永峰

阿拉善左旗农业技术推广中心，中国·内蒙古阿拉善 750300

摘要

玉米增产提质已从单看穗粒数转向群体结构、养分匹配与稳产抗逆的协同提升。生产一线常见问题是密度、供肥能力、苗齐度与病虫害压力在关键期叠加，引起倒伏早衰与灌浆不足。近年来主产区围绕单产提升与绿色防控，形成以合理密植、分期追肥和关键期田间调控为核心的技术包，并在示范中验证可复制性。本文结合推广实践，提炼三项栽培新技术的落地要点，并针对草地贪夜蛾、玉米螟和大斑病提出分阶段防控措施，供不同生态区应用，并强调因地制宜与成本可控。

关键词

玉米；高产优质种植；新技术；推广应用；病虫害防控；探讨

1 引言

玉米是中国重要的粮食和饲料作物，在农业生产中占据着不可替代的地位。当前，玉米生产正面临产量和品质提升的双重挑战^[1]。受玉米产区生态差异显著，旱作区水分波动、黄淮海倒伏与虫害并发、东北区积温限制，使同一做法在不同地块效果不同。推广中应把关键环节细化为可执行的时间窗口与量化参数，用田间对照把经验做法固化成标准化操作。依据单产提升技术手册与绿色防控原则，本文从群体构建、养分管理与稳产调控提出推广要点，并给出主要病虫害的综合治理路径。

2 玉米高产优质种植新技术推广应用

2.1 密植配套群体整齐度提升

玉米高产优质种植中要提升密植条件下的群体整齐度，推广工作应把密度、行距株距与抗倒配套作为同一套可执行参数来落地。第一，技术员结合当地积温、有效降雨时段与品种株型，先给出目标密度带并允许随地力微调，例如 7.5 万至 9 万株/公顷，折合每亩约 5000 至 6000 株，同时把常用机具行距 0.50 米条件下的株距范围细化为 0.20 至 0.22 米，地力强地块取上限、瘠薄地块取下限，在示范田设置密度与行距梯度，并统一施肥与播期，对比穗位高低、倒伏率、空秆率和结实率，用数据把本地可实现组合写入操作卡。第二，播前以出苗一致性为硬指标，要求种子纯度与发芽率达标并做包衣检查，机播前对排种器和开沟器进行校准，做到同机同档位连续作业不随意提速，播深稳定在 4 至 6cm 且覆土镇压均匀，播后检查漏播重播点并补镇压，力争出苗集中在

【作者简介】任永峰（1978-），男，中国内蒙古阿拉善人，本科，高级农艺师，从事农业技术推广研究。

48小时内,缺苗率控制在5%以内,墒情不足时先造墒或等雨再播,并通过整地碎土平地减少深浅不一。第三,三叶至拔节期把整齐度作为田间诊断主线,推广流程先查缺苗断垄与过密堆苗再谈追肥,行内出现连续0.5米以上缺株应在时限内带土补栽或补播并配合少量磷肥促根,过密处适当间苗保留壮苗,结合中耕培土破除板结并培土10cm左右固根,旺长地块在拔节前提前控旺,缩小株高与叶龄差,使叶层分布更均匀。第四,大喇叭口前组织农户做倒伏风险预判与现场核查,重点盯紧风口地块、黏重土和氮肥偏施引起的节间拉长与茎秆空心,指导把后期追氮由一次性冲施改为分次稳健用量并适当下调10%至15%,同时补钾与控水控旺,配合培土固根与适度降低群体郁闭度,确保吐丝灌浆期仍维持通风透光与稳定站秆。

2.2 水肥一体化技术应用

在进行玉米种植过程中,可以采取水分调控为主线、以养分精准供给为支撑,构建起可行性强、可复制的水肥一体化技术应用体系,以实现玉米群体产量以及籽粒品质稳定性的同步提高。首先,对于具备机井或地表水源条件的地块,尽可能采用滴灌或微喷带配套施肥装置,并做好铺设管网、压力测试以及清洁过滤器等工作,随后方可实施播种。在此过程中工作人员还需要结合整地将基肥控制为全季用氮量的20%~30%、磷钾肥一次性作底肥或条施入土,防止在前期施加过量肥料而导致徒长与后期脱肥。其次,在出苗至拔节期,需将工作重点放在促根壮苗上,遵循“小水勤灌”原则来进行灌注,控制湿润层在0~40cm左右,且随水追施速效氮肥与少量钾肥,单次施肥浓度宜低、次数宜多,以减少渗漏损失并维持根际供肥连续性。再者,对于大喇叭口至抽雄吐丝期等需水需肥峰值时期,工作人员需要结合土壤性质来灵活调整灌溉定额与频次。对于砂性土可要将其频率适当提高,对于黏重土则需要合理延长时间间隔,并维持该阶段的氮肥施用量在全季的40%~50%,并配合硫、锌等中微量元素随水少量多次补给,以降低缺素导致的授粉不良与穗粒数波动。灌浆期应以稳粒重与控贪青为重点,保持0~60cm土层相对稳定湿度,追肥以钾肥为主、氮肥适度下调并提前停止大水大肥,防止倒伏与籽粒含水率偏高;采收前10~15d应根据土壤墒情逐步减灌或停灌,促进籽粒成熟与田间机械作业条件形成。全过程管理应坚持“先水后肥、肥后清水冲管”的操作顺序,定期反冲洗过滤器并在生育关键期检查滴头均匀度,发现堵塞及时酸洗或更换,确保水肥分配一致性与田间长势整齐度。

2.3 精准种植技术与智能化管理

为把高产优质目标落实到田间作业环节,精准种植与智能化管理应当以数据采集、参数处方和过程校准为主线组织实施。生产上首先开展地块网格化踏查与基础测绘,结合地形坡度、土壤质地与历年产量记录划分管理小区,并在播前完成种子批次纯度、发芽率与千粒重复核,按小区选配适

宜熟期与抗逆性的品种。播种环节采用北斗导航与行距监控实现直线作业与缺株漏播报警,依据小区处方设置播深、株距与下种量参数,配套镇压强度与覆土厚度同步调节,确保出苗整齐度与田间一致性。田间管理阶段可采用简易传感与人工测报相结合的方式开展智能化监测,按苗期、拔节期、抽雄吐丝期设定关键观测点,对出苗整齐度、叶色等级、病虫害监测诱捕量与倒伏风险进行定量记录,并将异常阈值与处置措施写入田间作业单,确保防治与补救在窗口期内完成。收获前可通过籽粒灌浆进程与穗部含水率抽测确定适收区间,配套联合收割机割台高度、风量与筛片开度的现场调参,减少落穗与破碎率,同时将产量与含水率数据回填地块档案,为下一季参数优化提供依据。

3 玉米高产优质种植的病虫害防控措施

3.1 草地贪夜蛾分段监测与应急压低虫口

玉米高产优质种植中应将田间监测、阈值判定与快速处置固化为同一流程,才能在低龄期把虫口压到不成灾。第一,出苗至大喇叭口期实行分段普查,乡镇植保员按地块设5至10个固定点位,每点连续查20株,记录心叶穿孔、虫粪和卵块位置,每7天复查并在迁入期加密到3至4天,同时结合性诱或灯诱统计蛾量并随株高调整高度,田间以卵块数、1至3龄占比和被害株率作触发量,苗期被害株率达5%左右或百株幼虫密度明显上升即启动点治,喇叭口期达到15%至20%时转入统防。第二,播前压基数以田边与残茬为主线,清除杂草、自生苗和堆边秸秆,前茬残留集中清运或堆沤,连作地块将残株深翻20cm以上并封闭田埂裂缝,播后7天内补齐缺苗断垄,雨后及时疏沟控湿并适度稀植,保持行间通风和光照,使初孵幼虫不易在心叶聚集成团。第三,药剂处置锁定卵期至3龄窗口,优先选择登记制剂并按标签足量兑水,喷雾要定向送入喇叭口并兼顾叶背与雄穗基部,亩用水量可参照30至45kg,清晨或傍晚作业以提高附着,首次施药后5至7天复查,遇降雨或新叶抽生后重点查残虫和新孔,必要时二次点施或补喷以切断再暴发。第四,抗性与残留控制同步执行,技术员按作用机理轮换用药,生物制剂与化学制剂错峰衔接,同一成分在同一代次不连续使用且全季不超过2次,严格执行安全间隔与个人防护,混配增效先在小区试验2至3天观察,出现叶尖灼伤或授粉期药害风险即停用并改用更温和方案。

3.2 玉米螟以虫源压减为核心的综合治理

在高产优质栽培背景下,玉米螟治理宜以压低虫源为主线,把田间清洁、监测预警、控卵与适期控幼连成同一套操作链并在同一连片区同步推进。第一,冬春控源要做到地块闭环,收获后先粉碎秸秆并做到不留长茬,秸秆可离田利用或集中堆沤腐熟,若翻埋还田应配合旋耕加深翻,耕深宜不小于28cm并压实覆土,条件允许可结合冬灌或镇压,进一步降低越冬成活率,避免幼虫在浅层越冬,同时清运沟渠、

田埂和地头堆放的残秆及穗轴,减少越冬幼虫残存与来年首代基数。第二,成虫期以性诱监测兼诱杀,集中连片可按约1套诱捕器每亩布设,诱捕器挂于行间通风处,诱虫口距地面约1.0至1.5m并随株高及时上调,调查人员宜每3至5天清理虫体并记录诱捕量变化,诱芯通常可维持2至3个月但需按持效期及时更换,同时开展卵块调查,按对角线5点各查20株统计百株卵量,当心叶期百株累计卵量接近12至20块时即锁定统一防治窗口^[4]。第三,控卵优先用赤眼蜂,依据诱捕与卵量在产卵初期至盛期分两次统一放蜂,间隔约7天,每亩放蜂量1.5万至2万头,设置2至5个释放点均匀覆盖全田,蜂卡宜夹放在中上部叶背并使卵粒朝下,操作选择微风阴天或傍晚,放蜂前后5天尽量不使用广谱菊酯类药剂以免伤蜂。第四,化学防治卡在孵化初期与低龄幼虫,心叶期或穗位形成前选用对鳞翅目幼虫较敏感的药剂定向喷施,喷头对准心叶、叶背及叶鞘形成细雾覆盖,施药量按植株冠层足量配水,重发生田7至10天复查并对新叶再补治,同时轮换不同作用机制药剂,防止抗性累积与天敌受扰。

3.3 玉米大斑病以栽培调控为主的减病稳产

在稳产提质目标下,玉米大斑病应把栽培调控作为主线,把菌源、群体小气候与穗期功能叶保护同时落到田间。第一,品种与轮作先把菌源压低,示范区优先选用当地鉴定的抗病或耐病杂交种,同一地块尽量不连续多年种玉米,在轮作压力大处与大豆、小麦等倒茬1至2季,并清理田边自生玉米与带病杂草以减少“绿桥”菌源,收获后对带病秸秆实行粉碎后充分腐熟再还田或深翻压埋,避免残体带菌越冬形成来年初侵染。第二,田间管护围绕降温透光组织,按地力与品种株型把保苗控制在每亩5000—6000株左右的区间,行距可适度加宽以形成通风带,拔节后分次剥除下部重病叶并将病残体带出田外处理,灌水避免傍晚大水漫灌以免晨露加重,追肥做到氮磷钾配套并在拔节至大喇叭口期分次追施,避免偏施氮肥造成叶片徒长和行间郁闭。第三,病害

初见要形成可执行的喷防节奏,田间从7至8叶期起每3至5天巡查一次,当约10%叶片出现长梭形病斑或底叶病斑向上蔓延时,于大喇叭口末期至抽雄前后选用登记三唑类或甲氧基丙烯酸酯类等药剂轮换喷雾,喷液量保证中上部叶片正反面均匀着药并重点护住穗叶和倒二叶,连续阴雨或晨露重时将间隔缩短至7天并复查病斑扩展速度^[5]。第四,穗期常与螟虫、黏虫等并发,实行一次施药兼顾时坚持先对症再混配,优先选择可相容的杀菌剂与杀虫剂组合并小区试喷观察24小时,喷后若出现卷叶或灼斑应立即停用该组合并改为单剂或分次施用,无药害后再扩大面积,同时严格执行推荐剂量和安全间隔,避免因混配失当诱发叶片灼伤而削弱灌浆期功能叶。

4 结语

玉米高产优质的落地应以群体构建、养分稳供与关键期水分调控为主线,把密度、追肥时点和田间处置窗口细化到可操作的参数,并与农户现有机具、用工和投入水平相匹配。病虫害防控要坚持预防为主、抓早治小和措施组合,围绕草地贪夜蛾、玉米螟与大斑病建立踏查预警、农业压基数、生物或药剂精准处置的分段流程,从而在不同生态区稳定兑现产量与品质。

参考文献

- [1] 吴春生.玉米高产种植技术及常见病虫害防控措施[J].农村科学实验, 2025(5):65-67.
- [2] 吴迪.玉米高产种植技术及病虫害绿色防控关键技术分析[J].河北农业, 2024(1):58-60.
- [3] 张庆波,徐林霞.高产玉米种植技术和病虫害防治措施[J].中文科技期刊数据库(全文版)农业科学, 2023.
- [4] 李玉红,田文龙.玉米高产种植与病虫害防治综合技术研究[J].中外食品工业, 2025(13):165-167.
- [5] 张伟,董爱民.玉米高产栽培技术与病虫害防治措施[J].中外食品工业, 2025(15):113-115.

The Situation and Challenges of Plant Quarantine after the Closure of Hainan Free Trade Port

Xiaoying Wu

Hainan South Breeding Administration, Sanya, Hainan, 572000, China

Abstract

On December 18, 2025, the Hainan Free Trade Port officially commenced customs clearance operations, ushering in a new era of significant opportunities for the seed industry's development. This milestone has facilitated smoother flow of production factors, enhanced efficiency in introducing germplasm resources, and strengthened the seed industry's supply chain. However, it is undeniable that the customs clearance has also introduced new risks, including germplasm resource loss and the invasion of plant quarantine pests. Meanwhile, plant quarantine itself faces a severe challenge due to multiple risk sources, weak risk awareness, and limited prevention and control capabilities. Therefore, this article systematically and prudently discusses the facilitation policies, challenges, and countermeasures for plant quarantine in the post-customs clearance era of the Hainan Free Trade Port, aiming to provide concrete recommendations for the development and security of Hainan's seed industry.

Keywords

Facilitation policy; Challenges; Response measures

海南自贸港封关后植物检疫面临的形势和挑战

吴晓颖

海南省南繁管理局, 中国·海南 三亚 572000

摘要

2025年12月18日海南自由贸易港正式启动封关运作, 海南自由贸易港种业发展迎来了新的重大机遇, 种业生产要素流动更便利, 种质资源引进更高效, 种业产业链条更完整, 但是毋庸讳言, 封关之后也带来了种质资源流失、植物检疫性病害入侵等新的风险, 而植物检疫本身又处在风险来源多元、风险意识薄弱、防控能力有限的十分严峻的形势下。故本文从海南自由贸易港封关后植物检疫的便利化政策、面临的挑战、应对对策诸方面系统、审慎地展开讨论, 切实为海南种业发展及安全提供建议。

关键词

便利化政策; 挑战; 对策建议

1 引言

植物检疫是农业生产监管最核心的环节, 肩负防范检疫性有害生物入侵, 保护种业安全与生物安全的职责。海南自贸港封关前后出台了若干植物检疫便利化政策, 旨在优化植物检疫监管流程, 营造自由化、便利化的种业营商环境, 助力海南自由贸易港种业发展。封关之后进出境植物及其产品贸易规模扩大、通关流程优化、引种渠道多元化, 导致植物检疫工作的内涵、外延都发生了重大变化, 既带来了制度创新提效增能的新机遇, 也面临风险防控难度增大、监管能力尚待适配的新挑战。当前海南自贸港正在大力推进全球动植物种质资源引进中转基地和南繁硅谷建设, 封关之后的植物检疫工作已经不仅关系海南本土生态安全、农业产业安

全, 更关系国家生物安全大局。本文对封关后植物检疫便利化措施予以系统梳理, 厘清现存问题, 提出针对性的对策建议, 对完善植物检疫监管体系、提升防控能力、实现“管得住、放得开”的监管目标具有重要的现实意义。

2 海南自由贸易港封关后植物检疫的便利化政策

2.1 进境植物繁殖材料隔离检疫圃考核互认

为推行进境植物繁殖材料隔离检疫圃考核互认政策, 经海关总署批准, 海口海关、海南省农业农村厅、海南省林业局于2020年11月19日联合发布公告。引种单位可凭农业农村或林业部门考核合格材料, 可在海关与农林部门间免于重复现场考核。该项便利化政策实现全省农业农村、林业、海关考核认可的隔离苗圃三家互认, 真正做到资源互补、执法互助。2023年11月22日, 三亚崖州湾科技城某企业进口的向日葵种子在三亚海关的指导下, 启动了考核互认机

【作者简介】吴晓颖(1991—), 女, 中国海南海口人, 硕士, 助理农艺师, 从事植物保护研究。

制,有效简化企业申请手续,完成首单进境植物繁殖材料隔离检疫圃考核互认业务。

2.2 进境农业植物品种隔离检疫与 DUS 测试同步开展

为构建自由化便利化的种业营商环境,发挥海南自贸港贸易便利优势,海南省农业农村厅、海口海关、中国热带农业科学院于2022年11月11日联合印发《进境农业植物品种隔离检疫与DUS测试同步开展试点方案》,推行进境植物品种隔离检疫与DUS测试同步进行,缩短进境植物品种审定(登记、认定)进程,加快植物新品种审查授权,提高进境农业植物品种的利用效率,促进进境植物品种产业化快速发展。该项便利化政策的应用有望将DUS测试报告出具时间从7~8个月缩短至3~4个月,显著提升了企业运行效率,助力新品种尽快推向市场。

2.3 进境种苗有条件实施免于口岸检疫采样

为了保证生物安全,提升进境种苗(包括植物种子及其他繁殖材料)通关便利化水平,经海关总署批准,海口海关于2025年3月18日出台进境种苗便利化政策。对自贸港内符合条件的实验单位,自境外运往自贸港的种苗,从有进境种苗指定监管场地的口岸进境,仅用于种子质量检测等特定用途,不用于种植或收集子代等其他目的,经现场检查未见异常的,可免于口岸检疫采样,运至自贸港内符合监管要求的实验单位使用。使用后,全部作无害化处理。出台新政策后,进境种苗可“无损通关”直达实验室,有效促进了国际种子检测业务等新业态的发展^[1]。

2.4 进境种苗跨关区附条件提高

为保证生物安全,提高进境种苗(含植物种子及各类繁殖材料)通关便利化水平,经海关总署正式批准,海口海关于2025年3月19日发布了公告,推出了针对注册地在自贸港内、符合条件的进口单位实施进境种苗跨关区附条件提高。境外种苗从北京、上海、广州和昆明海关等关区内设有指定监管场地的口岸进境,经海关现场检查无异常并完成取样送检后,进口单位可在实验室结果出具前申请提离,运往自贸港内符合监管要求的场所存放。结果出具之后正式办理通关手续。该便利化政策将口岸停留时间从7~10天大幅缩短至3天,种苗鲜活度、存活率都得到极好地保证,有效促进了种业行业优势要素向海南自贸港集聚,助力形成产业集聚效应^[2]。

2.5 田间产地检疫线上预约平台

植物检疫是种业安全最有力、最直接的防线,而传统植物检疫存在线下预约耗时、信息易漏、统计繁琐诸种痛点,因此,三亚市农业农村局指导崖州区依托南繁服务平台开发了“田间检疫”线上预约端口。用户端设有专门窗口,可借助微信小程序轻松完成信息填报、基地定位、进度查询等操作,审核端实现订单智能筛选、状态地图可视化,检疫人员通过手机接单审核、一键导航赴现场,真正打通堵点、解决难点,工作效率有了质的提高。“减少漏报、压缩时限”

的实招也吸引了海棠区、天涯区等区域南繁单位主动申请接入,提升了平台使用热度。

2.6 南繁“码上通”线上系统

每年来自全国进入海南的育种企业达上千家,植物检疫业务量剧增,有害生物呈现多样化。需要加强进出南繁基地种子种苗的信息记录及追溯,信息化管理手段势在必行。南繁“码上通”系统依托植保植检信息管理系统,赋予检疫单证通关码。通关码载明作物种子种类、调运方式、货物重量、发货方、联系电话等信息,可使种子种苗快速出入关,提升植物检疫监管效率,顺畅安全进出岛。

3 海南自由贸易港封关后植物检疫面临的挑战

3.1 风险来源多样

海南自贸港封关后,“一线”放开使境外植物疫情及外来入侵物种传入渠道从传统贸易扩散至跨境电商、旅客携带物等非传统隐蔽渠道,检疫拦截难度陡增。2025年2月,乐东县首次发现新德里番茄曲叶病毒,该病毒侵染茄科、葫芦科等多科植物,由烟粉虱传播,导致作物叶片卷曲、结果异常,威胁生产安全;三亚市首次发现大豆疫霉病菌,危害大豆等豆科植物,全生育期均可发病,造成种子腐烂、植株萎蔫死亡,新发疫情的防控处置成为首要挑战。

全球气候变暖改变有害生物适生区,使其向高纬度扩张、繁殖代数增加,物候期提前,复合侵染风险上升,防控难度加大;降水异常也加剧风险,干旱促进有害生物取食,洪涝利于喜湿性病虫害滋生。此外,全球约30%的植物病害通过贸易物流传入海南,封关后货物流通更频繁,种子种苗、包装、运输载体等均可能成为传播媒介,现代物流快速、高频、隐蔽等特点,进一步加剧了有害生物传播风险^[3]。

3.2 风险意识不强

公众对植物检疫的重要性、外来有害生物的危害认识不足,生物安全意识薄弱。部分企业为追求通关效率和经济效益,存在无证调运、违规申报等行为,规避检疫监管。部分公众在携带、邮寄植物种子、苗木等物品时,不了解相关检疫规定,无意中携带检疫性有害生物。部分检疫机构发现检疫性有害生物时,未能及时指导督促进行种子种苗消杀处理,造成疫情扩散。同时,植物检疫的社会共治体系尚未形成,行业协会、企业、公众等参与检疫防控的积极性不高,缺乏有效的激励机制和监督机制,难以形成“政府主导、企业主体、社会参与”的防控格局。

3.3 防控能力不足

3.3.1 防控力量不足

全省南繁市县从事植物检疫的人员约30人,非南繁市县从事植物检疫的力量更薄弱,多兼职测报、防治、农药调查等多项工作,无法集中力量开展疫情普查和扑灭,导致疫情发现滞后。大部分市县未将检疫工作经费列入财政预算,疫情监测、检测、扑灭缺乏经费,一旦出现新发疫情,无法

做到及时有效处置。

3.3.2 防控手段落后

由于封关以后对检疫监管的精准性、时效性都提出了更高要求,但目前海南自由贸易港植物检疫的智能化监管水平偏低。智能鉴定、远程监管诸种应用尚未充分推广,口岸查验仍以人工经验为主,因此不能满足大规模、高频率的检疫监管需求。种质资源引进中转基地月亮岛专区的监管及配套设施尚不完善,苗圃场地管理仍沿用传统方式,各环节都依靠纸质表单记录,无法灵活地响应不同种质资源的隔离需求。

3.3.3 防控机制不畅

目前跨部门协作与信息共享机制存在短板,农业农村、林草、生态环境、海关等部门“审批互认互信、监管互助联动、资源共建共享、信息互联互通”的衔接机制还没有建立。各部门有单独的检疫审批系统,数据未能实时互通,企业办理引种业务需单独到各部门提交相关材料,办事效率低且信息壁垒。同时,在植物产品的产地检疫、口岸检疫、后续监管等环节,部门之间的职责划分模糊,难以形成监管合力。

3.4 法律法规滞后

现行的《植物检疫条例》于1983年发布实施,1992修订发布,时隔30余年未修订。近年来,随着国内外农业种子种苗及产品流通日益频繁,检疫性有害生物传播风险加大,生态安全风险加剧,《中华人民共和国生物安全法》《中华人民共和国粮食安全保障法》相继实施,要求加强粮食作物病虫害防治和植物检疫工作。当前植物检疫工作面临新问题、新要求和新挑战,《植物检疫条例》对植物检疫对象和范围、植物检疫程序、疫情处置制度机制、法律责任等内容都需要进一步完善,否则难以适应和满足新形势下植物检疫工作需要。

4 海南自由贸易港封关后植物检疫对策建议

4.1 加强警示教育

通过多种渠道开展植物检疫知识、生物安全知识的宣传教育,增强公众和企业的生物安全意识,引导企业依法履行检疫义务,规范申报行为,引导公众自觉遵守检疫规定,不违规携带、邮寄植物及其产品。建立健全激励机制和监督机制,鼓励行业协会、企业、公众参与植物检疫防控工作,形成“政府主导、企业主体、社会参与”的社会共治格局,提升植物检疫工作的社会化水平。

4.2 加大防控力度

为了更好地满足贸易便利化的需要,需要加快推进植物检疫智能化建设。以大数据、人工智能、物联网诸种技术为支撑,完善智能查验、远程鉴定、风险预警各系统,扩大智

能监测设备的覆盖范围,提高检疫监管的精准性、时效性。加强检疫人力资源建设,对基层检疫人员开展专业培训,提升其有害生物识别、风险评估、应急处置诸种技能,合理配置人员,缓解人力不足。强化技术支撑与检疫技术研发,集中攻关新型有害生物检测技术、快速鉴定技术,完善标准体系,做到对新型、罕见有害生物能精准识别、快速检测。依托月亮岛综合实验室平台,联合科研院校、企业开展深度合作,加快成果转化,推进检疫技术的现代化升级。健全监测预警体系,扩大监测范围,优化监测点位布局,强化风险研判,做到“早发现、早预警、早处置”。健全协同机制,形成防控合力。建立农业农村、林业、生态环境、海关等部门协同监管的机制,破除部门壁垒,厘清各部门职责,理顺产地检疫、口岸检疫、后续监管各环节的执法衔接,组织开展高效有序的联合执法行动,严厉查处违规进出口行为。

4.3 完善法律法规

进一步细化完善植物检疫监管法律法规,结合封关后植物检疫工作的新形势、新问题,重点规范跨境电商、邮寄快递等新型贸易业态的检疫监管流程,完善种质资源的全流程监管制度。加强与国际通行规则的衔接,借鉴国际先进的检疫标准和监管经验,优化检疫审批流程,提升贸易便利化水平,有效应对技术性贸易壁垒。

5 结语

海南自由贸易港封关运作是我国对外开放的重大战略举措,标志着海南正式进入“零关税、低税率、简税制”的全面开放新阶段。植物检疫作为维护国门生物安全、保障农业生产安全、保护生态环境的关键防线,在封关之后将面临贸易便利化与风险防控并存的双重压力。而现实中又存在诸多问题。故此海南自贸港宜从自身战略定位出发,以制度创新为根本,以技术升级为支撑,以协同共治为保障,系统、有层次地提升植物检疫监管能力,完善检疫制度体系,健全协同防控机制,真正形成社会共治格局。今后要主动、及时地跟踪封关后植物检疫工作的新变化、新问题,动态化监管措施,让植物检疫工作与海南自贸港建设同频共振、互为促进。

参考文献

- [1] 张思春. 海南自贸港封关后植物检疫监管模式创新研究[J]. 中国植保导刊, 2025(05): 78-83.
- [2] 敖必强. 筑牢海南自贸港口岸生物安全防线 助力全球动植物种质资源引进中转基地建设[J]. 海南大学学报(人文社会科学版), 2025(03): 1-7.
- [3] 国家林业和草原局生物灾害防控中心. 海南省“二线口岸”林业植物检疫监管实践与探索[J]. 林业科学, 2025(12): 156-162.

Exploration of the Promoting Role of Forestry Science and Technology Promotion in Ecological Forestry Construction

Liping Wang

Riverside Town Convenience Service Center, Mianning County, Sichuan Province, Mianning, Sichuan, 615602, China

Abstract

Against the backdrop of the continuous and severe global climate change, traditional forestry is transforming into ecological forestry. Ecological forestry means that on the basis of completing basic forest production, it effectively protects biodiversity and achieves good soil and water conservation goals. This paper starts from the promoting role of forestry science and technology promotion in ecological forestry construction, and analyzes the main problems faced by forestry science and technology promotion. Based on this, it proposes key measures to strengthen forestry science and technology promotion in multiple aspects and promote ecological forestry construction. The specific content is elaborated as follows.

Keywords

Forestry science and technology promotion; Ecological forestry construction; Promoting role

林业科技推广对生态林业建设的推动作用探究

王丽萍

四川省冕宁县河边镇便民服务中心, 中国·四川冕宁 615602

摘要

基于全球气候持续变化的严峻背景下,传统林业转变为生态林业。生态林业表示在完成基础林木生产的基础上,有效保护生物多样性,进而达成良好水土保持目标。本文从林业科技推广对生态林业建设的推动作用入手,分析了林业科技推广面临的主要问题。以此为基础,提出了多方面强化林业科技推广、促进生态林业建设的关键举措,具体内容阐述如下。

关键词

林业科技推广;生态林业建设;推动作用

1 引言

现阶段,全球极端天气事件频频发生、气候变暖、生态系统退化等问题,给人类生存、发展产生了一定威胁。在此环境下,我国将生态文明建设归纳到国家发展战略中,提出了“绿水青山就是金山银山”的理念。强调以生态林业建设,保护生态安全,切实提升生态环境质量。我国属于世界上最大的发展中国家,在促进城市化、工业化进程中,面临环境污染、资源短缺、生态变化等多方面的挑战。基于此,强化生态林业建设,则是促进可持续发展战略实施的核心要求,也属于顺利达成人与自然和谐共生目标的核心。

2 林业科技推广对生态林业建设的推动作用

2.1 提升生态保护成效

在实际生态修复、维护生物多样性方面,林业科技推广发挥着至关重要的作用。以引进先进的智能化管理手段、生态修复技术,林业科技推广明显提高生态保护的核心质量与效率。如在进行退化林地的实际修复进程中,以科学管理手段、现代化设备,促进林木生长速度、质量切实提升,使

得生态系统恢复进程加快^[1]。科技推广也通过持续优化种植技术、引入适生的树种,有效改善森林生态系统的基本功能、结构,给维护生物多样性打下了良好基础。林业科技推广,可以有效的改善生态环境,并且整合多项技术手段,创造较高的生态效益。以推广智能化监测系统的形式,对野生动植物种群进行动态化实时监控,制定与促进保护方案顺利实施,达到显著的生态保护效果。

2.2 促进林木资源可持续管理

在林木种植、培育、采伐等各个环节中,合理利用林业科技推广技术,能为林木资源可持续管理打下稳固基础。在实际种植环节,以推广现代化种植技术、优良品种选育的方式,使得林木的实际成活率与生长速度明显提高^[2]。如利用容器苗造林技术、精准施肥技术,使得资源浪费情况明显改善,提升造林效果。在培育的过程中,利用智能化管理系统、无人机技术的合理利用,能使得林业从业者高效进行林木管理、病虫害防治工作,使得生产成本明显降低,使得资源使用效率显著提高。同时,在采伐环节,科技推广则是以利用低冲击采伐技术、可持续经营发展理念,减少对森林生

态系统的破坏,实现生态保护、资源利用双赢目标。通过利用技术手段,给林木资源可持续管理提供良好支持。

2.3 推动生态与经济协调发展

在带动林下经济、生态旅游等产业发展中,林业科技推广发挥关键效用,并且为创造较高生态效益、经济效益提供了关键支撑。以推广先进的经营模式、种植技术等形式,林下经济的发展速度明显加快,并且发展为林区经济增长的关键引擎。如部分地区推广林下种植中药材、食用菌等方面的技术,使得土地实际使用效率提高,给当地居民创造了较高收入。此外,林业科技推广,也利用引入生态旅游开发技术,持续促进森林旅游产业发展,给林区经济注入全新生机与活力^[3]。林业科技推广,主要就是持续以持续制度创新、制度优化的基本形式,实现林业经济模式的转型升级发展,并且达成经济发展、生态保护良性互动形式。

3 林业科技推广面临的主要问题

3.1 缺乏完善的推广体系

现阶段,林业科技推广体系在构建运行机制、机构设置等层面存在许多问题,进而直接影响科技成果转化为生产力的转化效率。从机构设置层面进行分析,林业科技推广机构存在职能交叉、层级繁杂的情况,使得信息传递不畅、资源分散。如部分地区县级推广机构、省级科研单位存在沟通不畅的情况,导致先进的技术下沉到基层生产单位速度较慢。同时,运行机制不完善,导致这一问题加剧^[4]。现行的推广模式依赖于行政命令,忽视农户的实际想法、市场需求,导致推广活动没有落实到实处,很难满足基础生产需求。采用自上而下的推广形式,会影响推广工作灵活性,使得生产实践、科技成果存在互相脱节的情况。基于此,优化推广体系结构设计、利用市场化运行机制,逐渐发展成为提高林业科技推广效率的关键。

3.2 资金投入不足

资金投入量不足,则属于影响林业科研研发、推广活动开展的关键影响因素,还会在一定程度上影响科技成果实际转化速度、应用的范围。林业科研研发相对来说风险因素较多、周期比较长,需要提供持续稳定资金。但我国林业科技领域财政投入相对较少,尤其是在研发前沿技术、基础研究层面,存在资金缺口^[5]。同时,推广活动的资金保障也面临较为严峻的挑战。因为林业科技成果的推广与应用,一般集中在经济不佳的林区、山区,地方政府财政压力相对较高,很难承担高额推广成本,使得先进林业技术仅仅可以在小范围内开展,不适用于大规模生产。另外,社会资本对于林业科技领域的参与度不高,资金来源形式单一,使得资金短缺问题严重。基于此,持续拓宽资金来源,使得资金使用效率明显提高,能有效解决林业科技推广面临的难题。

3.3 专业人才不足

林业科技推广专业人才不足,则属于影响推广工作开

展的核心因素。尤其是在数量不足、素质参差不齐等方面表现较为突出。第一,从人才数量层面进行分析,我国林业科技推广规模比较小,很难覆盖广阔林区、复杂生态类型。如果基层推广人员较少,会使得许多先进技术很难示范与普及。第二,从人才素质层面进行分析,当前推广队伍存在人员知识结构单一、专业能力不高的情况^[6]。部分人员没有接受系统化的林业科学培训,很难适应现代化林业技术持续更新的基本需求。例如,在进行智能监测、生态修复等新兴领域,缺乏跨学科背景的复合型人才,限制了新技术的实际推广与应用。第三,林业科技推广的职业吸引力不高,发展空间、薪资待遇有限,进而使得高素质人才流失情况频频发生。所以,强化专业人才培养,构建高素质的人才队伍,则属于林业科技推广的迫切需求。

4 强化林业科技推广、促进生态林业建设的关键举措

4.1 构建完善的推广体系

通过持续优化林业科技推广机构,则属于提高推广体系效能的关键形式。现阶段,我国林业科技推广机构在组织架构、职能定位层面存在不足之处,如资源配置不均匀、基层推广站点覆盖不到位。为了彻底解决上述问题,需要建立以国家级科研院所、省级推广中心、县级推广站合作的三级联动机制,逐步构建完整的推广网络体系。与此同时,构建完善的运行机制,则属于逐步完善推广体系的关键环节,以引入市场化运作形式,鼓励合作社、企业等社会力量参与科技推广,使得推广效率明显提高^[7]。如借助政府购买服务的基本形式,委托专业机构承担特定技术的核心任务,使得资源实际使用量明显提高,并且保证林业科技推广的实效性针对性。此外,以强化信息化建设的形式,在统一平台发布科技成果,精准对接技术需求,对实际推广效果进行动态化监测,逐步构建精细化、智能化的林业科技推广体系。

4.2 适当增加资金投入

第一,政府需要适当增加对林业科技推广的财政支持力度,并且合理设立专项资金,主要用于关键技术的示范推广、研究支持,保证资金及时、足额到位。第二,以政策引导的形式,吸引更多社会资本积极参与到林业科技推广中。如通过合理利用税收优惠政策,鼓励企业将资金投入在林业技术研发、推广项目。以设立产业基金的形式,为林业科技创新提供稳定资金支持。第三,持续优化资金管理机制,使得资金使用效率明显提高。通过落实绩效评价制度,量化评估推广项目的实施情况。根据评估结果,对资金分配方案进行调整,保证有限资金可以发挥较高效益。

4.3 培养高素质专业人才

通过深化院校合作的形式,能够将高等院校、科研院所的实际专业人才培养作用发挥出来。以联合设立林业科技推广专业课程的形式,可以培养出更多掌握技术、善于推广

的复合型人才。此外,通过建立实习实训基地的形式,为学生提供参与推广项目的良好机会,还可以在实践中积累丰富的经验,提升综合能力^[8]。同时,促进职业培训活动顺利开展,对现有推广人员实行分层分类培训,使其能掌握最新的技术、更新知识结构体系。如定期开展专题讲座、举办培训班等形式,邀请专家对前沿技术、推广方式进行讲解。推广组织人员到先进地区进行学习考察,借鉴成功的经验,使其综合素质水平明显提高。同时,逐步建立完善的人才激励机制,以评优评先、提升薪酬待遇等形式,增强推广人员的创造性与积极性。通过建立林业科技推广人才库的形式,开展动态化管理工作,进而为高素质人才提供良好发展机遇。

4.4 科技助力生态林业渠道拓宽

在生态保护层面,林业推广技术能够有效促进生态修复技术的创新以及应用,通过合理利用智能化检测系统、无人机技术等,对森林资源实现精准化管理,并且使得生态修复效率显著提升,还可以保障生物多样性。借助林业科技推广形式,可以有效提高碳汇功能,通过合理利用测量技术、数据分析等方式,持续优化森林碳汇能力,并且提出应对全球气候变化的有效方案。处于产业发展领域,林业科技推广逐渐发展成为生态旅游、林下经济的关键驱动力。借助现代化种植技术、管理形式,使得林产品的质量与产量水平显著提高,并且为当地经济持续发展提供良好发展机遇。通过建立智慧林业数字服务平台的形式,为农户提供远程视频指导。发挥出微信公众号等新媒体渠道的优势,向林农推送全新理论知识、科技政策、实用性技术。采用搭建林业科技服务综合信息平台的形式,实现线下实操培训、线上理论教学、现场指导融合,构建多层次、多方位服务体系。以视频直播、

APP等形式,增强实际互动性,拓宽宣传渠道。

5 结语

综上所述,林业科技推广在有效促进林业产业发展、保护生态环境、提升相关人员技术水平等方面体现关键价值。针对于缺乏专业人才、实际推广体系不完善等问题,需要提出完善科技技术推广体系、科技助力生态林业渠道拓宽、适当增加资金支持等一系列措施。只有将林业科技推广的基本潜能挖掘出来,才可以为广大林农提供良好发展机会,促进生态林业现代化、可持续发展,顺利达成社会绿色可持续发展目标。

参考文献

- [1] 梁彦卿.林业科技推广在生态林业建设中的作用与对策[J].山西林业,2025,(S2):30-31.
- [2] 罗福海.林业科技推广在生态林业建设中的价值及策略[J].世界热带农业信息,2024,(04):92-94.
- [3] 刘柏余,韦帅,韦宏宇,等.林业科技推广在生态林业建设中的作用与策略[J].中国林业产业,2024,(01):81-83.
- [4] 李英爽,王娜,王晓丹,等.林业科技推广在生态林业建设中的价值及策略[J].中国林副特产,2022,(06):110-112.
- [5] 张涛.林业科技推广在生态林业建设中的作用及路径[J].山西林业科技,2022,51(02):61-62.
- [6] 郭亚民.试析林业科技推广在生态林业建设中的重要性及策略[J].农村经济与科技,2022,33(10):50-52.
- [7] 张大永,张淑杰.林业科技推广在生态林业建设中的作用与对策[J].新农业,2021,(17):89-90.
- [8] 吴立春.林业科技推广在生态林业建设中的作用与对策探究[J].河北农机,2021,(08):45-46.

A Review on the Succession Characteristics of Plant Communities in Returned Farmland

Yan Yuan

Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

Based on environmental protection concepts such as the Two Mountains Theory and combined with an understanding of national environmental policy concepts, this paper first introduces the cognition of plant community succession. It elaborates on commonly used research methods of plant community succession and sorts out the development status of vegetation succession in China and abroad. Finally, it puts forward relevant research prospects to promote vegetation restoration, so as to expound the importance of plant succession in abandoned farmland.

Keywords

Environmental Protection; Plant community; Reclaimed Farmland

退耕地植物群落演替特征研究综述

袁燕

西南林业大学, 中国 · 云南 昆明 650000

摘要

本文以两山论等环保理念为背景, 并结合对国家环境政策理念的了解, 首先介绍对植物群落演替的认识, 通过对常用的植物群落演替方法进行介绍, 以及对国内外植被演替的发展状况进行梳理, 最后提出助力植被恢复的相关研究展望。以此阐述退耕地植物演替的重要性。

关键词

环保; 植物群落; 退耕地

1 引言

最初我国以牺牲环境为代价追求经济发展, 后意识到应经济发展与生活方式并存, 生态文明建设关系中华民族永续发展^[2]。致习近平总书记 2005 年在浙江余村针对环境提出两山论, 即“绿水青山就是金山银山”这一理念, 随后保护生态环境变成重要议题, 在植被研究这一领域更是。这一议题与 1982 年侯学煜教授据第十三届国际植物学会决议中有关植物生态学和地植物学的发展意见, 结合当时我国实际情况, 提出发展这两门学科的建议涉及到植被演替研究课题中, 与环境保护有关的群落演替和生态学问题的研究交相辉映。保护环境是为了给人类与整个地球生物体提供稳定、舒适的居住地^[1]。针对环境这一话题, 1972 年联合国召开了第一届人类环境会议通过《人类环境宣言》提出《只有一个地球》的报告, 随后开始酝酿可持续发展的新战略思想, 这一思想迄今为止仍是重中之重, 是每一位科研人员针对植

物群落动态研究过程的核心问题, 也为植被恢复提供重要依据。

2 植物群落演替的认识

对于植物群落的解释, 林鹏先生认为植物群落是单种或多种植物的复杂集合体, 但不是所有植物的集合体都可称为是植物群落, 只有经过一定发展过程, 有一定外貌、一定植物种类的配合和一定“结构”的植物集合体才称为植物群落。而王伯荪认为植物群落是由一些植物在一定生境条件下构成的总体。在一植物群落内, 植物和植物之间、植物与环境之间具有一定的关系, 并形成一定的内部环境或植物环境。植物群落动态研究方面有很多, 其中包括群落的更新、波动、演替、进化等主要内容, 植物群落演替又是群落动态研究的核心内容, 一直都是生态学家关注的焦点^[3]。

“演替”一词在 1806 年被 John Adlum 首次使用^[4], 1916 年 Clements 系统地提出演替学说, 从此演替成为生态学家研究的主题之一。这时“演替”一词被大多数植物学家在植物动态研究中广泛采用, 其演替理论和方法迅速发展。经过多学科的交融学习, Lindeman 将 Tansley 的生态学系统

【作者简介】袁燕 (2000—), 女, 苗族, 中国贵州人, 硕士, 从事植物多样性保护与利用研究。

概念应用到演替的研究中,认为演替是以生态系统为基础、被生态系统控制的现象,此观点使人类对演替规律的研究进入更宏观的水平。从前我国对于植物学领域的研究相比国外差强人意,演替研究也在我国 20 世纪 20 年代才开始,刘慎愕教授作为领头人在 1929 年发表“高斯山植物地理研究”及“中国西部和北部的植物地理”等学术论文,填补我国植物学领域的空白^[5]。在我国解放后才逐渐开始开展演替方面研究。在 1977 年华生发表“植被演替研究中的若干问题”论文,从三个方面探讨了演替理论界长期争论的问题。

3 植物群落演替的方法

植被演替研究的主要方法:长期定位研究、空间代替时间的生态序列研究以及数学建模动态模拟三种方法。在 20 世纪初期对演替的研究主要以定性描述为主的传统研究方法,到后来 20 世纪 80 年代,以数学、计算机数值仿真和实验室模拟为特征定量现代研究的各种数学方法才被应用到群落演替研究中^[6]。演替是一个长时间的过程,一个系列的演替研究可长达百年以上,一个人很难完成监测,每个人都有主观思想,很难保证观察的一致性。现如今多采用空间替代时间和数学建模动态模拟对植物群落演替研究,可保证在一定时间内客观的记录整个过程,既缩短研究时间也保证客观性。使得可信度得到提升。

4 退耕地植被演替的国内外研究现状

随着早期农民对树林乱砍乱伐,使生态环境逐渐恶化,1999 年我国实施退耕还林还草工程,并且在陕、甘、川三省试点并逐渐推广。因退耕还林工程不仅肩负稳定环境的生态学目标,还承担着退耕地区经济结构调整、生态文明建设和扶贫脱贫等经济重任。这一试点的推广恰巧摆明退耕还林的重要性,使众多学者对退耕地植被领域研究^[7]。

植被演替研究从 1987 年周兴民对不同放牧强度下的高寒草甸植被的研究^[8],1988 年杨福明对若尔盖高原沼泽地植被演替的研究以及 1989 年朱志诚、黄可等人对陕北黄土高原频繁开垦植后的次生裸地进行动态研究^{[9][10]},因人类的影响耕地的负作用,进而在 1997 年高贤明对日益贫瘠而不断被撂荒的耕地的植物群落演替进行研究。至此研究主体发生变化,逐渐从高原沼泽地、不同放牧强度的高寒草甸植被研究转变到不同年限退耕地的植物演替研究,逐渐从北方地区延伸到南方地区^[11]。2007 年薛智德对延安研究区退耕初期不同退耕年份植被恢复中群落组成及其变化进行研究^[12]。表明退耕地植物群落形成和演替前期,演替进程主要由该立地初期拥有植物种类决定。植物群落动态变化中,种间替代是逐渐的,演替系列是连续的不是离散的。2008 年刘秀珍对管涔山撂荒地植物群落演替过程中,用物种多样性指数分析了物种丰富度、均匀度、多样性和优势度的变化规律,得出群落内物种组成愈丰富,多样性愈大。也表明在植被恢复期间,既要遵循演替规律,又要发挥人的能动作用,可选当

地的乡土树种,通过人为调控,改变物种多样性和丰富度,达到快速恢复的目的,这对当地生态平衡、物种多样性的保护和经济建设都具有指导作用^[13]。

2010 年起,学者们陆续对退耕地植被演替从地上研究转到地下研究,任伟、谢世友对各个阶段演替过程的退耕地土壤理化性质及微生物特征^[14],和郭晓明对焦作矿区韩王矿沉陷区不同沉陷部位和不同深度耕地的土壤微生物数量及酶活性特征研究,表明土壤的破坏会使土壤微生物变化及一些酶活性降低,这些变化是导致耕地退化、生产力降低的重要原因^[15]。2012 年刘宝军对黄土丘陵区侵蚀地貌的 20 块不同年限退耕地采用空间代替时间序列方法,对植物群落进行调查和演替特征分析,物种组成分析表明该流域的植被一半以上由菊科、禾本科、豆科植物组成^[16]。2016 年王理德甘肃省石羊河不同退耕年限耕地的土壤微生物数量、生物量及酶活性进行研究,总体看在退耕年限 4-5 年前,有利于土壤发育,退耕后期土壤肥力呈下降趋势^[17]。李常乐在 2024 年对民勤绿洲不同退耕地土壤微生物群落的结构和功能多样性进行研究,表明不同退耕阶段会改变土壤微生物群落营养循环和能量代谢的功能潜力^[18]。

基于退耕地植物群落演替研究,国外起步较早积累了诸多长期监测成果,许多研究依靠长时间序列数据探究演替特性。2024 年黎绍鹏教授团队借助全球历时最长的弃耕地次生演替连续监测序列,于 *Ecology Letters* 发文,刻画 60 年弃耕地演替中植物群落 CSR 策略变化规律。发现群落整体从杂草型向耐胁迫型转变,还证实演替初始条件会改变 CSR 策略轨迹,并发现外来种与本地种的 CSR 策略存在演替分异^[19]。乌克兰学者通过近 100 年的草原退耕地演替序列研究发现,功能特征恢复比生物多样性恢复更快。*Falinska* 历经 20 年观测未干扰退耕地,发现土壤种子库植物种类呈“多-少”波动,种子数量呈“少-多”变化,生活型从一年生草本过渡到多年生草本^[20]。*Bekker* 等针对 25 年退耕地土壤种子库动态分析显示,种子库总丰富度随演替推进而下降,地带性特征种类数量则上升,且因地上植物与种子库种类有趋同现象,利用种子库判断演替方向存在不确定因素^[21]。埃及学者对阿斯尤特地区轮作 25 年后弃耕地研究,鉴定出以 *Dichanthium annulatum* 等为主的 4 种植被类型,指出水分、干扰水平及 K 元素等是影响植被分布的关键变量^{[22][23]}。因多数研究集中于温、热带,该研究对填补干旱半干旱区弃耕地演替知识空白有重要价值。

5 结语

通过对不同区域、环境以及不同年限的植物研究,植被恢复阶段实质上是植被演替的过程。在植被恢复期间,既要遵循演替规律,也可发挥人的能动作用帮助植被恢复,使植被更快速进入进展演替。

(1) 植被演替研究方法方面,在研究植物群落演替过

程中,既不能完全脱离人也不能完全依赖人。可着重抓住主客观结合法,在人有限时间内进行长期定点观测和数学模型相结合方法。对其演替过程的植被动态尽可能客观记录,对其余阶段进行数学模型模拟预测,人为客观检查预测是否有偏离,及时调整。

(2) 在贫瘠耕地上演替初期一般是一年生草本植物 > 灌木 > 乔木,随着植物丰富度的增加,群落稳定性和复杂性随之增强。环境较差的侵蚀地貌退耕地上大于一半的植物由菊科、禾本科、豆科植物组成,这三类植物可能在恶劣环境下能生长,可研究退耕地上是否都能适合种植菊、禾本和豆科植物,或以此猜想,在自然恢复的植物中找到不同阶段演替序列中连续生长且生长速度较快的植物,在不影响自身恢复情况下进行适当的人为播种。以自然恢复为主,人为种植为辅的形式进行适当干扰。

(3) 发展、环境使然,应更加对土壤微生物群落进行研究,怎样提高土壤肥力是一个重要的问题。土壤微生物对植物群落演替有重要作用,对其土壤的改造也有重要影响,可添加某种植物来改善土壤理化性质。有些植物可以影响土壤微生物数量以至改善土壤质量,秦燕燕在添加豆科植物对弃耕地土壤微生物多样性影响中有所提到。不过在如何结合其他微生物活性变化特征来建立全面合理的土壤质量标准的土壤微生物学预警体系上,还需进一步研究^[24]。侯超在FAST周边喀斯特峰丛洼地不同演替阶段土壤微生物群落变化中也提到,不同演替阶段的植被通过直接或间接的影响土壤理化性质,促使土壤微生物群落多样性和结构组成发生改变^[25]。影响植被生长的因素有很多,对土壤理化性质研究改善土壤状况来促使植被快速生长,加速演替过程。

参考文献

- 侯学煜.从参加第十三届国际植物学会论我国植物生态学和地植物学的方向和任务[J].植物生态学与地植物学丛刊,1982,(03):173-184.
- 柳兰芳,尹元欣.人与自然和谐共生现代化的三重超越性意蕴[J].温州职业技术学院学报,2025,25(04):57-63.DOI:10.13669/j.cnki.33-1276/z.2025.052.
- 陈时见,花箐.生态文明教育的中国路径及其世界意义[J].教育研究,2025,46(10):16-29.
- 孙瑞英.大数据环境下国家情报工作和谐演替的动力机制研究[J].图书与情报,2018,(06):8-15.
- 邹厚远.我国植被演替的研究进展[J].陕西林业科技,1983,(03):38-43.
- 康慕谊.植被演替的间接研究方法及其分析[J].科学技术与辩证法,1989,(01):26-28.
- 鄢朝卿.我国退耕还林研究的发展脉络及展望——基于CiteSpace的知识图谱分析[J].改革与开放,2022,(12):12-18. DOI:10.16653/j.cnki.32-1034/f.2022.012.002.
- 周兴民,王启基,张堰青,等.不同放牧强度下高寒草甸植被演替规律的数量分析[J].植物生态学与地植物学学报,1987,(04):276-285.
- 杨福明.若尔盖高原沼泽植被的演替方式与途径[J].西南师范大学学报(自然科学版),1988,(03):77-86.DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.1988.03.011.
- 朱志诚,黄可,李继瓚.陕北黄土高原森林地带草本植物群落类型及其动态特征[J].中国草地,1989,(03):18-24.
- 高贤明,黄建辉,万师强,等.秦岭太白山弃耕地植物群落演替的生态学研究 II 演替系列的群落 α 多样性特征[J].生态学报,1997,(06):57-63.
- 薛智德,朱清科,梁宗锁,等.延安研究区退耕地植物群落动态变化特征[J].西北林学院学报,2007,(03):16-20.
- 刘秀珍,张峰,张金屯.管涔山撂荒地植物群落演替过程中物种多样性研究[J].武汉植物学研究,2008,(04):391-396.
- 任伟,谢世友,谢德体,等.岩溶山地典型植被恢复过程中土壤理化性质及微生物特征[J].中国岩溶,2010,29(01):35-40.
- 郭晓明,赵同谦.采煤沉陷区耕地土壤微生物数量及酶活性的空间特征[J].环境工程学报,2010,4(12):2837-2842.
- 刘宝军,赵晓光,党小虎,等.陕北黄土丘陵区退耕地植物群落演替特征[J].中国水土保持科学,2012,10(05):77-83.DOI:10.16843/j.sswc.2012.05.012.
- 王理德,姚拓,王方琳,等.石羊河下游退耕地土壤微生物变化及土壤酶活性[J].生态学报,2016,36(15):4769-4779.
- 李常乐,张富,王理德,等.民勤绿洲退耕地土壤微生物群落结构与功能多样性特征[J].环境科学,2024,45(03):1821-1829. DOI:10.13227/j.hjcx.202305174.
- Marino G, Aqil M, Shipley B. 2010. The leaf economics spectrum and the prediction of photosynthetic light-response curves[J]. Functional Ecology, 24(2):263-272.
- Falinska K. Seed bank dynamics in abandoned meadows during a 20-year period in the Bialowieza National Park[J]. Journal of Ecology, 1999, 87: 461~475.
- Bekker R M, Verweij G L, Bakker J P, et al. Soil seed bank dynamics in hayfield succession[J]. Ecology, 2000, 88: 594~607.
- Rapid functional but slow species diversity recovery of original cultivated grassland vegetation in southern Ukraine[J]. Applied Vegetation Science, 2023, 26:4.
- Plant Succession in Abandoned Fields after 25 Years of Rotational Farming in Asyut, Egypt[J]. ScienceDirect, 2005, 61:461-468.
- 秦燕燕,李金花,王刚,等.添加豆科植物对弃耕地土壤微生物多样性的影响[J].兰州大学学报(自然科学版),2009,45(03):55-60. DOI:10.13885/j.issn.0455-2059.2009.03.022.
- 侯超,张成富,张孙健,等.FAST周边喀斯特峰丛洼地不同演替阶段土壤微生物群落变化[J].环境科学与技术,2024,47(08):174-185.DOI:10.19672/j.cnki.1003-6504.0647.24.338.

Rural Land Space Planning and Intensive Natural Resource Utilization under the Rural Revitalization Strategy

Lipeng He

Natural Resources Bureau of Lanshan District Linyi City Shandong Province, Linyi, Shandong, 276000, China

Abstract

The rural revitalization strategy has become the core driver of “agriculture, rural areas, and farmers” (the “three rurals”) work in the new era. Comprehensive land consolidation across regions serves as a crucial platform for optimizing land spatial patterns and activating rural development factors. The evaluation framework for rural development potential encompasses four aspects: farmland optimization, idle land reutilization, ecological restoration, and landscape improvement. Through field surveys and multi-source data analysis, the spatial characteristics of regional land consolidation potential were quantitatively assessed. The study proposes an optimization path of “zoning and classification with targeted measures,” aiming to promote agricultural modernization, rural livability, and farmers’ prosperity through comprehensive land consolidation. This approach provides theoretical references and practical models for similar regions.

Keywords

Rural revitalization; Comprehensive land consolidation; Potential evaluation; Lanshan District; Spatial optimization

乡村振兴导向下的乡村国土空间规划与自然资源集约利用

何立鹏

山东省临沂市兰山区自然资源局，中国·山东 临沂 276000

摘要

乡村振兴战略成为了新时代“三农”工作当中的核心抓手，全域国土综合整治则构建起了优化国土空间格局、激活乡村发展要素的重要平台，乡村发展潜力的评估框架，包含了耕地优化、闲置土地再利用、生态进行恢复以及景观改善这四个方向。对于区域土地整治潜力分布，通过开展实地调研以及多源数据分析，对它的空间特征进行了量化评估，提出了“分区分类、精准施策”的优化路径，也就是要凭借全域整治来推动农业现代化、农村宜居化以及农民富裕化，从而为相似区域提供理论参考和实践范式。

关键词

乡村振兴；全域国土综合整治；潜力评价；兰山区；空间优化

1 引言

党的十九大把乡村振兴战略确立了起来，并且强调要构建起城乡融合发展的制度以及政策框架，它的核心之处在于推动实现产业繁荣、生态和谐、文明乡风、高效治理以及民众富裕。面对宏观环境的变化，传统土地整理模式展现出了局限性。这种模式一般把关注点放在单一项目或者类型上，很难去适应乡村全面振兴所提出的多样化要求，全域国土综合整治，属于一项系统化、整体化以及协同化的空间治理举措，它的核心是对山水林田湖草沙等所有自然要素开展全面治理工作，并且对乡村的生产、生活以及生态空间进行整体重塑，乡村振兴战略得以落实，它的关键载体以及抓手也就显现出来了。兰山区也就是临沂市的核心区域，在近些

年来，城乡边界变得越来越模糊了，城镇化的步伐也在持续加快，城市蔓延会把沃土给蚕食掉，农耕区域也因此遭受了压缩；那么农村内部存在着普遍的闲置宅基地、低效工矿用地以及细碎化耕地资源等情况，土地利用的效率是比较低下的。部分区域的生态比较脆弱，存在水土流失以及面源污染共存的情况，兰山区以及临沂市所面临的核心挑战，在于开展粮食与生态双重安全的平衡工作，同时把土地潜能释放出来、对空间格局进行调整，从而突破乡村发展方面的限制。全域国土综合整治方面现有的探讨当中，大多数都把重点聚焦在宏观政策解析或者孤立技术手段的运用上。

2 研究区概况与评价体系构建

2.1 研究区概况

兰山区处在沂河中游，也就是临沂市的核心区域，这个区域的地形比较平缓，气候属于暖温带季风类型，土质十分丰沃，有利于开展各类作物的栽培工作，兰山区的高贸物流

【作者简介】何立鹏（1971—），男，中国山东临沂人，工程师，从事地质调查与资源勘查研究。

特性显著，第二产业以及第三产业比较繁荣，城乡发展不均衡的状况还在持续。北方的乡镇依靠传统的农耕方式来开展生产，土地呈现出零散分布的状态，并且基础建设方面是比较薄弱的；城乡结合部区域，尤其是南部与中部地带，历史遗留问题导致土地利用粗放现象普遍。这些区域常见大量空心村、废弃厂房及违规用地。沂河以及它的支流沿岸开展生态防护的效能还需要提高，部分地带存在着水土流失方面的潜在威胁，兰山区复杂的土地利用格局，能为开展全域国土综合整治的潜力探索工作，提供一个极具价值的现实样本。

2.2 潜力评价指标体系构建

全域国土综合整治的潜力评估工作，涉及到多维度方面的综合决策，这篇文章基于科学、系统、可操作以及导向性等原则，来构建了一套囊括了农用地整治、建设用地复垦、生态修复治理以及乡村风貌提升这四个方面的评价体系。农用地整理潜力方面，主要去考察耕地数量得以增加以及质量

获得提升的空间，耕地细碎度、灌溉保证率、田块平整度以及土壤有机质含量等方面的指标，归并整合的潜力会随着细碎度的提升而得以增强；土地的平整度不够，并且灌溉条件有所欠缺，这就为开展土地改良工作提供了广阔的余地。开展存量建设用地的盘活利用工作，把关注点聚焦在建设用地复垦潜力方面，农村宅基地闲置率、低效工矿用地占比、一户多宅比例、人均建设用地面积等指标被挑选出来，那么针对“空心村”以及废弃工矿用地进行甄别时，需要开展系统的分析，来看看它把其改造为耕地或者转型为乡村新型产业用地方面的潜在可能性。开展生态系统功能的恢复工作以及实现环境质量的提升，构成了生态修复治理潜力的核心要素，像水土流失强度、水体污染指数、植被覆盖度以及生态廊道连通性等指标被挑选出来了，那么沂河沿岸以及北部丘陵区域，对生态进行恢复的紧迫性以及它潜在的效益是值得开展深入考量工作的。

表 1 兰山区全域国土综合整治潜力评价指标体系及权重

目标层	准则层	指标层	指标属性	权重
全域整治综合潜力	农用地整理潜力	耕地细碎度指数	正向	0.12
		灌溉水利用系数	负向	0.08
		田块平均面积	负向	0.07
建设用地复垦潜力		土壤肥力等级	负向	0.06
		宅基地闲置率	正向	0.15
		低效工矿用地占比	正向	0.13
		人均农村居民点用地面积	正向	0.10
		违法用地查处整改率	正向	0.05
生态修复治理潜力		水土流失模数	正向	0.09
		地表水水质类别	正向	0.07
		生态廊道断裂度	正向	0.06
乡村风貌提升潜力		基础设施完善度	负向	0.08
		危房占比	正向	0.07
		村容村貌满意度	负向	0.07

3 兰山区全域国土综合整治潜力评价结果分析

3.1 农用地整理潜力分析

那么兰山区北部白沙埠镇以及半程镇等传统农业区域，它的农用地整理潜力在评价当中得以凸显，耕地展现出了细碎化的特性，田块的平均面积是低于半亩的，同时部分水利设施出现了老化失修的情况，灌溉保障能力还不足六成。把小田和大田以及沟渠、路、林开展综合治理工作，预计可以新增有效耕地大概 120 公顷，并且能显著提高高标准农田比例，南部街道辖区的城市化程度比较高，所拥有的耕地保有量较少，并且分布得比较零散，进行农用地整理的潜力相对有限，那么重点就应该转向来实现都市农业以及景观农业的质量和效益的提升。全区农用地整理潜力呈现出北部高、南部低的态势，这和农业生产布局是高度契合的。

3.2 建设用地复垦潜力分析

在兰山区开展全域整治工作当中，土地复垦是处于中

心的位置，也就是占据核心地位，北部偏远村庄开展宅基地闲置情况统计，闲置率超过了四分之一，全区农村当中闲置比例平均是百分之十八，这样一来空心化问题就凸显出来了。村镇企业开展用地方面的工作时效率比较低，废弃的厂房以及仓储用地普遍存在，这种情况的缘由是受到早期粗放发展模式的影响，潜力评价得以揭示，在大约 480 公顷的土地当中，350 余处低效建设用地斑块是具备开展复垦工作的条件的。进行盘活闲置资源的工作，来为乡村产业升级提供用地保障，同时开展扩充耕地储备的工作，城乡接合地带，凭借建设用地增减挂钩机制，复垦产生的节余指标可以向城区进行流转，这样就能把土地级差收益反馈回原区域。兰山区各个乡镇街道开展复垦潜力分级工作所得到的数据可以在表 2 当中看到。

3.3 生态修复与风貌提升潜力分析

沂河沿岸以及北部丘陵地带，构成了开展生态修复工

作的核心区域,那么河岸部分区域出现了比较显著的硬化现象,并且生态缓冲空间有所不足,同时面源污染的隐患比较突出;局部地带的水土流失程度处于轻微状态。评估显示,开展河岸生态化改造工作、进行植树造林以及开展水土保持工程,能够极大程度上提高区域生态服务功能,全区大概有三成的自然村面临着基础设施配套不足这样的困境,具体体现为道路出现破损、污水没去处理就直接排放、垃圾被随意堆放等情况。有一部分传统村落有着深厚的文化底蕴,不过房屋已经破旧不堪了,缺少保护性的修缮工作,开展人居环境整治行动方面蕴藏着极大的潜力,需要马上开展改善村民生活条件的工作,来留住乡愁记忆。

4 乡村振兴导向下的优化路径与对策

4.1 空间分区,构建“三区联动”整治格局

兰山区鉴于潜力分布特性以及功能定位,把它划分为三个整治示范区。北部现代农业提升区以白沙埠、半程等镇作为核心,着重开展去处理农用地整理工作,在开展农田整合的实施工作当中,高标准农田的建设得以实现推进。水利基础设施进行了系统的完善,规模化以及机械化的种植模式得到广泛的推广。结合复垦潜力方面的情况,把分散农户引导来进行集中居住,从而释放出连片耕地空间,借助这些来打造国家级现代农业示范园,义堂、枣园等镇当作核心区域,它的发展重点是来盘活存量土地并且引入新兴业态。凭借增减挂钩机制来开展运用,对闲置工矿用地进行激活,打造返乡创业园区、物流仓储设施以及农产品加工区域,城乡资源得以实现双向互动,进而带动农村居民在就近的地方开展择业工作。沂河沿岸以及南部街道区域,作为生态宜居涵养带的核心,它的建设重点是来实现生态系统的恢复以及开展景观风貌的优化工作。

4.2 要素重组,创新“土地+”多元融合模式

全域整治不光是开展土地形态的重塑工作,还进行生产关系的重构工作,土地整治之后,把新增耕地和特色农业产业进行深度融合,引入龙头企业,进而推动订单农业以及观光农业协同开展发展工作。乡村文旅康养等新兴业态所产生的用地需求,能够借助复垦腾退的建设用地指标来优先得以满足,开展生态修复并将其融入到土地整治当中,绿色发展理念在整个过程里贯穿始终,生态沟渠以及生物隔离带被用来开展农田建设;村庄改造当中把海绵技术引入进来,促使生产、生活以及生态空间得以达成协调。在开展风貌提升的过程当中,传统村落的肌理以及乡土文化得到了重视,兰山为避免村庄面貌出现雷同情况,去挖掘书法、商贸以及红色文化资源,来打造具有地域特性的美丽乡村。

4.3 机制保障,构建多方参与共建共享体系

为了保证整治工作能够落地并且取得成效,就需要开展建立健全长效保障机制的工作,资金筹措机制方面,要改变单纯依靠财政投入来开展工作的局面,构建起“政府主

导、市场运作、社会参与”这样的多元化投入机制。专项债券的发行工作得以开展探索,产业基金得以设立起来,还借助PPP模式把社会资本得以引入,如此一来,资金瓶颈得以解决了,农民的意愿得到了充分的尊重,他们的知情权、参与权、表达权以及监督权都能够得到有效的保障。那么在土地流转、房屋拆迁以及指标交易等方面当中,应该构建起来公平合理的利益分配机制,来保障农民可以分享到整治所带来的红利,避免出现“被上楼”、“被流转”这类现象。那么经过整治的设施,它的管护主体以及经费来源一定要明确。运营机制应当秉持把建设和管理并重当作原则来开展,村集体把合作社或者物业公司组建起来,开展高标准农田以及污水处理设施日常维护的管理工作,保障工程能够持续有效地运行。

5 结语

全域国土综合整治,成为了突破乡村用地制约、开展空间布局重塑工作、助力乡村发展的关键路径。把临沂市兰山区当作研究案例,开展了一套评价体系的构建工作,来对农用地、建设用地、生态以及风貌这四个方面的整治潜力进行量化评估,兰山区也就是开展整治工作的潜力极大程度上是巨大的,并且它的空间分布呈现出显著的区域差异。北部主要是去开展农用地的整理工作,中部重点把建设用地盘活,南部则是着重于进行生态修复以及风貌提升。本文开展了“三区联动”空间优化格局的构建工作,并且探索了“土地+”多元融合这种发展模式,同时还设计了资金、权益以及管护保障机制,重点项目开展实施之后,全区新增了大约381公顷的耕地,生态方面的修复面积达到了400公顷,这样带动了年产值提高了将近1.5亿元,受益的农户数量超过了1.6万户,那么在经济方面,成果是非常显著的;在社会方面,它所产生的影响也是极为深远的;并且在生态方面,改善情况十分明显。国土空间规划体系得以全面确立,数字技术得到深度运用,全域国土综合整治会朝着精细化以及智能化的方向迈进,整治工作需要开展强化动态监测以及绩效评估的工作,凭借大数据以及物联网来提高监管的实际效果。乡村发展需要开展激活土地制度潜力的工作,宅基地权利分离这种实践模式值得去探索,通过这种方式来释放地域的内在活力,让国土整体优化得以实现,并且把它当作推动乡村进步的关键动力,齐鲁大地正在绘就农业强、农村美、农民富的这样一幅崭新画卷。

参考文献

- [1] 顾磊.乡村振兴导向下全域国土综合整治潜力研究[D].南京大学,2021.
- [2] 王晓华,李明.全域土地综合整治助力乡村振兴的路径与对策[J].中国土地科学,2022,36(5):12-19.
- [3] 山东省自然资源厅.山东省全域国土综合整治试点工作方案[Z].2023.

Research on Adaptive Management Techniques for Transitioning Black Mountain Goats from Free-Raising to Confined Farming in Guizhou's Mountainous Regions

Yujie Liu

Comprehensive Agricultural and Rural Service Center, Zhuchang Township, Nayong County, Bijie, Guizhou, 553312, China

Abstract

With advancements in livestock breeding technologies, traditional free-ranging practices have been gradually replaced by confined farming methods, particularly in the breeding of black mountain goats in Guizhou's mountainous areas. Confined farming has become a crucial approach to enhancing breeding efficiency and productivity. This study explores adaptive management techniques for transitioning black mountain goats from free-ranging to confined farming, analyzes the ecological characteristics of the region and the growth requirements of black mountain goats, and proposes a series of confined farming management techniques suitable for Guizhou's mountainous areas. The research findings indicate that confined farming not only effectively improves the growth rate and meat quality of black mountain goats but also enhances disease prevention and control efficiency. The article proposes adaptive technical measures in aspects such as feeding management, nutritional supply, environmental regulation, and disease prevention, aiming to provide actionable theoretical guidance and technical support for black mountain goat breeding in the region, thereby promoting the sustainable development of the local livestock industry.

Keywords

Black goat; Free-range; Confined; Adaptive regulation; Mountainous areas of Guizhou; Breeding technology

贵州山区黑山羊由放养转为圈养的适应性调控技术研究

刘宇杰

纳雍县猪场乡农业农村综合服务中心, 中国·贵州 毕节 553312

摘要

随着养殖技术的发展,传统的放养模式逐渐被圈养模式取代,尤其是在贵州山区的黑山羊养殖中,圈养方式成为提高养殖效益与生产力的重要途径。本文探讨了黑山羊由放养转为圈养的适应性调控技术,分析了该地区的生态环境特征与黑山羊的生长需求,提出了一系列适合贵州山区的圈养管理技术。研究表明,圈养不仅能有效改善黑山羊的生长速度与肉质品质,还能提高疾病防控的效率。文章从饲养管理、营养供给、环境调控及疾病防治等方面提出了适应性技术措施,旨在为该地区黑山羊养殖提供可操作的理论指导与技术支持,推动该地区养殖业的可持续发展。

关键词

黑山羊; 放养; 圈养; 适应性调控; 贵州山区; 养殖技术

1 引言

贵州山区由于地理条件的特殊性和自然资源的有限性,传统的黑山羊养殖模式主要以放养为主。然而,随着现代养殖技术的发展,圈养逐渐被认为是一种更具可持续性与高效性的养殖方式。特别是在黑山羊的生产性能、肉质品质以及疾病防控方面,圈养模式展现出了显著的优势。然而,贵州山区的气候、地形及生态环境独特,黑山羊由放养转为圈养的适应性调控工作面临一系列挑战。因此,研究和探索适合

贵州山区的黑山羊圈养调控技术,成为提升养殖效益、推动畜牧业可持续发展的重要课题。

本研究基于贵州山区的具体生态与环境特点,分析了黑山羊的生长与健康需求,结合现代化圈养管理技术,提出了适应性调控技术方案。研究内容主要包括:圈养环境的建设与优化、饲养管理的创新、营养供给与疾病防控的技术支持等方面。通过对放养模式向圈养模式转变过程中技术难点的深入剖析,提出一系列切实可行的调控技术,为贵州山区黑山羊养殖业提供理论支持与实践指导。

【作者简介】刘宇杰(1994—),男,中国贵州毕节人,本科,兽医师,从事畜牧兽医研究。

2 贵州山区黑山羊养殖现状分析

2.1 黑山羊的生态适应性

贵州山区的生态环境多样,山地丘陵、林地草原交错分布,气候温和湿润,适宜多种动植物生长。黑山羊作为一种适应性强的牲畜,能够在不同的自然环境中生长繁衍,具有较强的耐粗饲与抗病能力。在放养模式下,黑山羊主要以草地与野生植物为食,这种自然觅食方式使其能够最大化利用区域内的草地资源,从而保证生长。然而,随着养殖规模的扩大,放养模式逐渐暴露出资源依赖过大、土地不足等问题,且羊群对环境的适应性较强,但容易受到季节性气候变化的影响,饲料供应和栖息地的变化会直接影响其健康与生长速度。尽管黑山羊具有较强的生态适应性,但放养模式面临的环境不稳定性与资源浪费等问题,迫使养殖业寻求更加科学高效的养殖方式。

2.2 放养模式的优缺点

放养模式在贵州山区的传统黑山羊养殖中占据重要地位。其主要优点是羊群可以自由觅食,充分利用自然草地资源,降低了饲料成本。此外,放养模式有助于黑山羊保持较好的运动量与身体素质,促进其自然生长与发育,避免了圈养中可能出现的肥胖与运动不足。然而,放养模式的局限性也不容忽视。首先,由于难以精确控制羊群的食物来源,容易导致饲料不足,进而影响羊只的生长速度和肉质质量。其次,放养模式在气候变化和自然灾害的影响下容易受到限制,羊群的疾病防控较为困难,疾病传播的风险较高。

2.3 圈养模式的优越性

随着现代养殖技术的不断发展,圈养模式逐渐取代传统放养模式,成为更具经济效益与可持续性的养殖方式。圈养模式下,黑山羊能够生活在相对封闭和稳定的环境中,饲养管理更加集中与精细化。与放养模式相比,圈养能够更加精准地控制羊群的食物来源与营养供给,从而改善黑山羊的生长速度与肉质质量。在圈养环境中,羊群的运动量与活动空间也可根据需要进行调整,有助于其保持适当的体型与健康状态。通过优化饲料配方,羊只能够获得均衡的营养,提高其抗病能力。此外,由于羊只生活在相对封闭的环境中,疾病传播的风险显著降低。圈养模式还减少了草地资源的过度利用,为黑山羊养殖的可持续发展提供了有力保障,尤其是在生态环境保护方面具有重要意义。

3 黑山羊由放养转为圈养的技术调控

3.1 圈养环境的优化与建设

黑山羊圈养环境的建设是实现成功转型的首要条件。首先,圈舍应提供足够的空间,以保证黑山羊的活动需求。长期限制运动会导致羊只健康受损,影响其生长发育。其次,圈舍内的通风和采光要良好,以保持羊只的舒适性和健康,避免过度潮湿或空气滞留所引发的疾病。此外,圈舍的地面应选择易于清洁且透气性好的材料,保持干燥,减少病原体

滋生。贵州山区的气候特点要求对圈舍保温与降温设施做好设计,以应对寒冷和高温季节的双重挑战。合理配置绿地或运动场地,为羊只提供足够的活动空间,能促进其健康成长,同时减轻长时间圈养带来的运动不足问题。优化的圈养环境能提高羊只的生产性能,为黑山羊的养殖提供理想的生活条件。

3.2 饲养管理技术

在黑山羊圈养过程中,科学的饲养管理至关重要,是提高生产效益的关键。首先,饲料的选择与搭配应依据黑山羊不同生长阶段的需求进行调整。幼羊的蛋白质需求较高,母羊在哺乳期需要更多的能量与营养,而成年公羊则应侧重于能量、矿物质和维生素的补充。精饲料与粗饲料的合理搭配能够确保羊只在圈养环境下获得均衡的营养,促进其健康成长。羊只的饮水问题同样不容忽视,充足、清洁的饮水对其正常生理功能至关重要,能够促进其健康成长。良好的饲养管理能够显著提高黑山羊的生长速度与生产效益。

3.3 疾病防治与健康管理

黑山羊圈养过程中,疾病防治工作显得尤为重要。由于圈养环境封闭,羊群容易受到外界病原体的侵袭,尤其是呼吸系统与消化系统疾病。为保证羊只健康成长,定期的疫苗接种与驱虫工作是必不可少的,尤其是在贵州山区气候湿润的环境中,适宜病菌的滋生,羊只需定期接种传染病疫苗以降低疾病发生的风险。此外,合理安排羊只的运动与休息时间,避免长时间不活动而导致免疫力下降,对促进健康至关重要。定期清洁圈舍及饮水设备,确保羊只生活环境的卫生,也是有效防控疾病的手段之一。通过这些措施,能够降低疾病的发生率,提高羊只的健康水平,进一步增强养殖效益。

4 黑山羊圈养模式实施效果与经济效益分析

4.1 黑山羊生长性能的提升

通过圈养技术的实施,黑山羊的生长性能得到了显著提升。与传统的放养模式相比,圈养条件下,羊只的体重增长速度明显加快,生长过程更加均匀。在圈养环境中,羊只的饲料来源、饮水和营养供给可以得到更精细的管理,避免了因放养过程中草地资源匮乏或环境恶劣导致的生长停滞或不均衡。此外,圈养模式还能够减少因环境变化对羊只健康的影响,如恶劣天气、食物短缺等因素,这些都能促进黑山羊在较短时间内达到更高的出栏重量,提升了单位时间内的生产效益。通过科学化的饲养管理与营养配比,羊只的体格得到了充分发展,生长速度和体重均比放养模式下更为显著,提升了养殖效益与经济回报。

4.2 肉质品质的改善

在圈养条件下,黑山羊的肉质得到了显著改善。与放养方式相比,圈养通过更精细的饲料管理与合理的营养配比,有助于改善羊只的健康状况,进而提升肉质。圈养环境

下,饲料中的营养成分能够精确调配,确保羊只在各生长阶段得到足够的蛋白质、维生素与矿物质,从而促进其肌肉发育。研究表明,圈养黑山羊的肉质更加嫩滑,脂肪分布更为均匀,肉色鲜艳且富有光泽。通过合理的饲料配比与生长控制,圈养羊肉的口感得到了优化,肉质的纤维更加细腻,减少了过多的粗纤维,从而使肉质更加嫩滑,提升了市场竞争力和消费价值,符合现代消费者对食品质量和口感的需求。

4.3 经济效益与可持续性

圈养模式显著提高了贵州山区黑山羊养殖的经济效益。圈养能够有效缩短生长周期,增加羊只的出栏重量,提高单位面积产出。与放养模式相比,圈养使得养殖过程中羊只健康状况更稳定,疾病防控更加高效,从而减少了养殖中的损失。此外,通过优化饲料结构与管理,饲养成本得到了有效控制,进一步提升了养殖效益。圈养模式不仅能提高羊只的生产性能,还减少了草地资源的过度利用,防止了土地退化与草场荒漠化,有助于生态环境的保护与可持续发展。通过提高养殖效益与控制资源消耗,圈养模式在提升经济效益的同时,也实现了生态和经济的双重可持续发展,进一步促进了贵州山区黑山羊产业的健康成长。

5 贵州山区黑山羊圈养模式的适应性与未来发展

5.1 生态环境适应性

贵州山区具有丰富的自然资源与得天独厚的气候条件,尤其是温和的气温和丰沛的降水量为农业与养殖业的发展提供了良好的基础。然而,贵州山区的地理环境和气候特点存在较大差异,从高山到低谷、从森林到草地的多样性生态系统都对黑山羊的圈养模式提出了不同的要求。为了确保黑山羊能够适应这一多变的环境,需要在圈养模式上进行灵活的技术调整。例如,在较为寒冷的高山地区,圈舍设计要注重保温性,防止冬季低温对黑山羊的健康造成影响;而在湿润的低地,通风与排水系统的设计则需要重点考虑,避免湿气过重引发羊只的呼吸道疾病。此外,由于黑山羊天生具有较强的适应性,圈养环境的调控还应综合考虑其习性,提供充足的活动空间以及适宜的饲料与饮水条件,以保证羊只的健康成长。通过合理设计圈舍与饲养管理模式,不仅能最大限度地降低环境变化对黑山羊生长的负面影响,还能提高养殖效益,促进区域经济的可持续发展。

5.2 技术推广与产业发展

要推动黑山羊圈养模式的广泛应用,政府应发挥引导作用,加大技术支持力度。首先,政府可以通过技术培训、示范项目与专家指导,帮助养殖户掌握现代化的养殖技术,提升他们的专业水平。其次,企业与科研机构应与农户加强

合作,利用产学研结合的方式,加速黑山羊圈养技术的创新与推广。此外,随着圈养模式的不断普及,贵州山区黑山羊的市场需求也逐渐增长,这为产业的发展提供了良好的机遇。因此,产业发展不仅依赖于技术推广,还需要通过政策引导、市场拓展等措施,推动整个养殖产业向现代化、集约化、产业化方向发展。通过加强技术推广与产业链建设,黑山羊养殖业将成为推动贵州山区经济发展的重要支柱。

5.3 政策支持与市场需求

政府对黑山羊养殖业的政策支持是推动行业发展的关键。政府应在技术引导、资金支持与市场拓展等方面加大投入,提供针对性的政策帮助。例如,可以通过财政补贴、税收优惠等方式鼓励农户采用现代化的圈养模式,提高其生产积极性;同时,政府还应在疾病防控、技术培训等方面加大支持,帮助养殖户提升养殖技术与管理水平。此外,随着消费者对绿色、健康食品需求的不断增长,黑山羊作为一种优质的肉类产品,其市场需求有望进一步扩大。特别是随着消费者对食品安全的关注提升,贵州山区黑山羊因其生长环境优越、无污染的特点,成为市场上的优质产品。因此,贵州山区的黑山羊养殖业应抓住这一市场机会,进一步提升产品附加值。通过提升肉品的质量、加强品牌建设与市场营销,黑山羊产业有望实现从传统养殖到现代产业化的转型,推动产业的可持续发展。

6 结语

贵州山区黑山羊由放养转为圈养的适应性调控技术研究,为当地养殖业的可持续发展提供了科学依据与实践指导。通过实施圈养模式,黑山羊的生产性能得到了显著提升,特别是在生长速度和肉质品质方面,肉质更加细腻,脂肪分布均匀,市场竞争力增强。此外,圈养模式有效提高了疾病防控能力,减少了资源浪费,改善了生态环境,增强了经济效益。然而,要实现这一模式的广泛推广,还需要政府提供技术支持与政策引导,帮助农户克服技术实施中的困难。同时,市场需求的不断变化要求养殖企业加强产品的市场拓展与品牌建设。随着现代科技的应用与市场需求的增加,贵州山区的黑山羊养殖业将面临更大的发展机会。通过进一步优化养殖技术与管理模式,该地区黑山羊产业有望实现持续、健康的生长。

参考文献

- [1] 景丽百合.长期圈养后赛加羚羊后肢骨特征研究及三维有限元仿真分析[D].兰州大学,2023.
- [2] 郭振刚,吴道全,吴萍,等.补饲养殖对贵州黑山羊生长性能、屠宰分割及经济效益的影响[J].养殖与饲料,2022,21(09):83-86.
- [3] 杨家大,陈洋,龙威海,等.放牧条件下山羊激素敏感性甘油三酯脂肪酶基因的表达[J].西南农业学报,2015,28(05):2263-2267.

Technical Analysis Report on the Implementation of Reform and Construction Tasks for the Grassroots Agricultural Technology Extension System in Zhaozhou County in 2025

Ruogang Zheng

Agricultural Technology Extension Center of Zhaozhou County, Daqing, Heilongjiang, 163000, China

Abstract

This report systematically analyzes the key technologies, effects, and issues related to grassroots agricultural technology promotion tasks in Zhaozhou County in 2025. Focusing on the three main aspects of agricultural technology, agricultural machinery, and animal husbandry, as well as the demonstration of corn yield improvement, the report conducts an in-depth analysis of the technical application effects and promotion mechanisms through data collection and comparative analysis. The study finds that the integrated model centered on shallow buried drip irrigation and integrated water-fertilizer management has achieved remarkable results in increasing corn yield and saving water, with water and fertilizer use efficiency improved by approximately 25%. The demonstration of the integration of agricultural machinery and agronomy has enhanced the level of operational standardization. Layered and classified training has strengthened the backbone service capabilities. At the same time, the report reveals constraints such as the "last mile" acceptance barrier in technology promotion, low integration of some technologies, and the lack of a long-term investment mechanism. Finally, suggestions are made from three aspects: optimizing precise and simplified technical paths, innovating multi-level promotion networks, and strengthening a diversified support system, in order to provide practical basis for scientific decision-making in agricultural technology promotion work.

Keywords

Grassroots agricultural technology promotion; Technical analysis; Integrated water and fertilizer management; Integration of agricultural machinery and agronomy; Yield improvement; Zhaozhou County

2025年肇州县基层农技推广体系改革与建设任务实施技术分析报告

郑若刚

肇州县农业技术推广中心，中国·黑龙江 大庆 163000

摘要

本报告系统分析2025年肇州县基层农技推广任务的关键技术、效果与问题。聚焦农技、农机、畜牧三大主体及玉米单产提升示范，通过数据收集与对比分析，深入剖析技术应用效果与推广机制。研究发现，以浅埋滴灌水肥一体化为核心的集成模式，在玉米增产节水方面成效显著，水肥利用效率提升约25%；农机农艺融合示范提升了作业标准化水平；分层分类培训增强了骨干服务能力。同时，报告揭示了技术推广存在“最后一公里”接受壁垒、部分技术集成度不高、长效投入机制欠缺等制约因素。最后，从优化精准与轻简化技术路径、创新多层次推广网络、强化多元化保障体系三方面提出建议，以期农技推广工作科学决策提供实践依据。

关键词

基层农技推广；技术分析；水肥一体化；农机农艺融合；单产提升；肇州县

1 引言

基层农技推广体系是连接农业科技成果与生产实践的关键桥梁，其效能直接关系到粮食安全与农业现代化进程。2025年，肇州县围绕保障粮食安全与提升农业产能的核心

目标，组织实施了基层农技推广体系改革与建设任务。本报告不同于一般性工作总结，旨在从技术层面，对年度任务实施过程中的技术选择、集成应用、效果表现、瓶颈问题及作用机理进行客观、系统的专业分析。通过审视技术措施与实施成效之间的因果关系，评估各项技术模式的适应性、经济性与可推广性，以提炼可复制的技术经验，识别关键制约因素，为构建更高效、更精准、更可持续的农技推广新模式提供实证支持和决策参考。

【作者简介】郑若刚（1973—）男，中国黑龙江大庆人，本科，农艺师，从事农业技术推广研究。

2 分析框架与方法

本分析报告采用以下框架与方法：

技术路径解构分析：对实施方案中各项重点任务所涉及的具体技术措施进行拆解，明确其技术原理、操作要点及预期目标。

实施过程跟踪分析：通过项目记录、现场观察、人员访谈等方式，跟踪记录技术从指导到落地、从应用到反馈的全过程。

效果对比实证分析：收集示范田与对照田在关键生育指标、投入产出、产量效益等方面的数据，进行定量与定性对比分析。

问题诊断归因分析：针对实施中暴露的问题，从技术本身、推广方式、主体接受度、外部条件等多维度探究其深层原因。

专家咨询与文献参考：结合八一农大等技术支撑单位的意见，并参考相关领域的技术标准与研究文献，提升分析的权威性。

3 各重点任务技术实施深度分析

3.1 农业技术推广中心任务：基础研究、验证与人才赋能的平台作用分析

3.1.1 试验基地技术试验的严谨性与代表性分析

设计分析：145亩试验基地采用分区对比试验，具备一定科学性。然而，分析发现，部分试验（如不同耕作模式对比）的重复设置和小区面积可进一步优化，以减少土壤差异带来的误差，提高数据精确度。

技术验证效能：品种筛选试验为县域品种布局提供了宝贵的一手数据。初步分析表明，部分新品种在耐旱性上表现突出，但在本地极端气候年份（如早霜）下的稳定性仍需至少1-2个生长周期的持续观察。技术模式验证中，“合理密植+水肥一体化”组合在理论上能充分发挥互作优势，实际数据显示其水肥利用效率较常规模式提升约25%，验证了技术集成的正向效应。但该模式对播种质量、水肥调控时机的要求也同步提高，操作容错率降低。

平台辐射作用：基地作为实体化教学平台，“眼见为实”的效果显著。将关键生育期的长势对比、病虫害发生差异等制作成可视化展板或短视频，可极大增强观摩学习的冲击力和记忆度。

3.1.2 骨干培训内容与方式的有效性分析

内容结构分析：培训内容覆盖前沿理论与实用技术，结构合理。但针对近年来频发的极端天气（如春季低温、夏季渍涝）的应急农艺措施培训内容相对薄弱，需针对性加强。

方式效能分析：“理论+观摩+研讨”模式有效促进了知识内化。研讨中骨干人员提出的本地化技术难题，为后续技术研究和服

3.2 农业机械化服务中心任务：关键环节机械化技术集成与融合度分析

五项演示技术的协同性分析。

技术链分析：深松整地、大垄双行播种、浅埋滴灌铺设、植保作业、机械收获构成了一个相对完整的机械化生产链条。分析表明，各环节机械的作业规格匹配度良好，体现了农机农艺的初步融合。

核心技术（浅埋滴灌水肥一体化）的机械化实施难点：现场分析发现，一次性完成铺管、播种、覆土的联合作业机具，对地块平整度、秸秆处理情况要求较高。在部分前茬秸秆残留量大的地块，出现了滴灌带铺设不平、甚至被堵塞的风险。这提示，该技术的规模化推广，必须与上季作物的收获方式和整地质量协同考虑。

“一喷多促”与机收减损的技术经济性分析：高地隙机械和无人机解决了后期进地难题，但药剂与肥料的科学混配方案是技术核心，需要更精细的植保与营养诊断数据支撑。机收减损演示直观有效，但损失率不仅与机械调整有关，也与作物后期是否倒伏、籽粒含水率等因素强相关，需建立综合性的减损技术体系。

人员能力提升的针对性分析：培训内容向智能农机倾斜符合趋势。分析建议，未来可增加农机作业数据的采集与分析应用培训，帮助推广人员和机手从“会开机”向“会管理、会优化”转变。

3.3 畜牧兽医服务中心任务：技术服务精准度与体系信息化效能分析

技术推广的精准度分析：推广的4项技术切合本地实际需求。“生猪疫病综合防控”和“粪污资源化利用”两项技术之间存在协同增效空间，良好的环境控制可减少疫病发生，从而提升粪污肥料化利用品质。技术推广可更多采用“技术包”或“解决方案”的形式，而非单项技术罗列。

信息化服务效能分析：利用新媒体平台提高了信息传播速度。但信息多为单向推送，互动性与个性化不足。建议探索建立线上诊断平台，或基于位置推送差异化的养殖管理提醒，提升服务精准度。

3.4 玉米单产提升示范活动专题技术分析

3.4.1 技术集成模式的结构化分析

核心驱动技术：浅埋滴灌水肥一体化是本次示范活动的“引擎技术”。其增产机理主要体现在三个方面：一是精准供水保障了关键生育期的水分需求，避免了干旱胁迫；二是水肥同步提高了肥料利用率，促进植株均衡生长；三是改善了根际微环境，有利于根系发育。

配套技术匹配度：选择“高产耐密品种”与水肥一体化高度匹配，充足的水肥供给能够满足高密度群体的营养需求。“大垄双行”为密植和田间管理提供了空间基础。绿色防控技术保障了群体健康。

技术操作的时序性与精准性要求：该集成模式对灌

溉启动时机、灌水量、肥料配比的动态调整要求极高，是技术成败的关键。分析发现，部分示范户在苗期存在灌水过多、促根下扎不足的问题。这凸显出技术指导需要贯穿全程，且需提供更简易的决策工具。

3.4.2 示范布局与推广效应的空间分析

布局科学性：在5个不同乡镇设点，考虑了生态类型差异，使技术示范具有更广泛的代表性。这有助于分析技术在不同条件下的表现差异，为分区分类指导积累数据。

“以点带面”的传导机制分析：现场观摩是最有效的传导方式。示范片的成功，不仅展示了最终产量，更重要的是展示了整个生育期优良的长势以及应对逆境的表现，这种全程可视化对比产生了强大的说服力。与八一农大的合作，提升了技术层面的权威性。

3.4.3 投入产出初步经济性分析

成本构成：物化补助重点降低了滴灌带和水溶肥这两项新增可变成本，有效化解了农户的初期投入顾虑。但分析需指出，灌溉系统首部工程的折旧成本、额外的能源成本以及更为精细的人工成本，需要在长期推广中予以全面测算。

效益体现：初步测产显示的增产幅度和节水节肥效益显著。若产品品质同步提升，则可获得额外溢价。长期看，该技术对保护地下水资源、减少面源污染具有正外部生态效益。下一步需开展详细的成本收益分析，为更大范围推广提供经济可行性论证。

5 存在的主要技术性瓶颈与深层原因剖析

5.1 技术“最后一公里”的接受壁垒：

现象：部分农户，尤其是小农户和老年农户，对需要新知识、新技能、一定初始投资的技术持观望态度。

原因剖析：① 风险规避心理：农业风险本就较高，尝试新技术被视为增加了不确定性。② 技能断层：复杂技术的操作要求超越了部分传统农户的现有知识体系。③ 规模不经济：小规模经营下，新技术带来的增收，难以覆盖其学习和设备投入的边际成本。

5.2 部分技术集成度与本土化适配不足：

现象：个别技术组合在理论上最优，但在本地特定条件下（如特殊土质、特定气候年型）表现出不适配。

原因剖析：① 技术供给的普适性倾向：部分技术模式来自更广区域的经验，缺乏针对本地微环境的精细化调试。② 本地化数据积累不足：土壤养分动态、作物需水规律等长期定位监测数据缺乏，导致技术参数不够精准。

5.3 农技人员知识更新滞后于技术发展速度：

现象：面对智慧农业、生物技术等新兴领域，部分基层人员知识储备不足。

原因剖析：系统化、常态化、高层次的外出研修和知识更新机制不够完善，培训内容有时未能触及技术原理深

处，使其在解答深层次问题时力有不逮。

5.4 长效稳定的多元化投入机制缺失：

现象：项目推进高度依赖上级项目资金，示范规模受资金额度限制。

原因剖析：县级财政配套能力有限，金融资本、社会资本进入农业科技推广领域的激励政策和畅通渠道尚未完全建立，市场化推广机制发育不成熟。

6 结论与建议

6.1 主要结论

技术路径有效：2025年实施的技术路线，特别是以浅埋滴灌水肥一体化为核心的玉米高产集成技术，在肇州县自然条件下表现出显著的增产、节水、增效潜力，技术方向正确。

示范机制成功：点多多层次的示范展示、直观的物化补助、高效的现场观摩，构成了强有力的技术传播与说服体系，是促进技术扩散的有效手段。

体系协同初显：农技、农机、畜牧三大体系在各自领域深化服务的同时，开始出现协同需求，为未来体系化服务奠定了基础。

瓶颈问题显性化：技术的复杂性与农户接受能力之间的差距、技术精准化需求的提高与本地化数据支撑不足的矛盾、资金投入的短期性与事业发展的长期性矛盾，已成为制约推广效能进一步提升的关键。

6.2 对策建议

6.2.1 优化技术路径，推动精准化与轻简化并行：

深化精准农业技术应用：逐步引入物联网设备，结合遥感技术，建立县域农业数字底座，为水肥一体化等技术的精准决策提供数据支撑。

推进技术规程的轻简化改造：组织专家将成熟集成技术拆解为不同成本投入和技能要求的技术套餐，方便农户梯度采纳。制作更多可视化、互动式的技术指导材料。

6.2.2 创新推广机制，构建多层次扩散网络：

强化“核心示范户-辐射户”传导链：重点培训示范主体成为“社区技术员”，利用其邻里信任关系加速技术扩散。

发展社会化农技服务组织：鼓励和支持合作社、农业服务公司等面向小农户提供“全程托管”或“环节服务”，降低小农户采用新技术的门槛和风险。

用好数字工具：建设县级农技服务综合数字平台，整合政策咨询、技术问答、病害诊断、在线培训等功能，提供便捷服务。

6.2.3 强化保障体系，促进可持续性发展：

建立农技人员知识更新长效机制：制定轮训规划，与高校建立固定合作，确保骨干人员能定期接受系统性知识更新。

构建多元化投入保障机制：积极争取并稳定各级财政投入。探索“政府购买服务”、“以奖代补”等方式，引导金融、保险机构开发针对新技术应用的专属产品。鼓励企业参与示范基地建设。

加强本土化应用研究：依托试验基地和示范网络，联合科研单位，持续开展主导品种、主推技术在本地不同条件下的适应性研究，形成独具肇州特色的技术标准体系。

通过上述技术层面的持续优化与机制层面的协同创新，肇州县基层农技推广体系将能更好应对未来挑战，为保障区

域粮食安全与推动农业高质量发展提供更加坚实、高效的科技引擎。

参考文献

- [1] 农业农村部. (2025). “十四五”全国农业绿色发展规划[EB/OL]. 北京: 中华人民共和国农业农村部.
- [2] 陈源泉, 李保国. (2023). 中国农田水肥一体化技术应用现状与展望[J]. 农业工程学报, 39(5), 1-10.
- [3] 赵文波, 鲁柏祥. (2022). 基层农技推广服务体系建设的困境与出路——基于农户技术需求视角的分析[J]. 中国农村经济, (8), 45-58.

Innovation in Planting Technology and Industrial Empowerment Practice of Authentic Qin Medicine Yuanhu: A Study Based on the Sand Soil Cultivation Project

Tingting Zou Chunzhi Heng Zhen Wang

Xi'an Translation Institute, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

This project focuses on the cultivation and disease prevention of authentic medicinal herb Yuanhu in Qin medicine. In response to the industry pain points such as frequent occurrence of downy mildew and reduced fruit quality caused by traditional harvesting methods after the Yuanhu industry was transferred from Zhejiang to Hanzhong, Shaanxi, core patented technologies such as “innovative technology for producing Qin medicine seeds from local fertilizers and drugs” and “Qin medicine breakthrough disease prevention and control technology for two core diseases of downy mildew” were developed and applied. A business model of “output value+product+medicinal research, strategic cooperation three-step” and an operation model of “park+base+farmers” were constructed. The project integrates multiple resources such as farmers, cooperatives, and processing plants to improve the overall industrial chain layout of Yuanhu, while exploring the integration path of “agriculture+tourism” industries to help rural revitalization. After one year of implementation, the project has achieved technological landing, market development, and preliminary construction of the industrial chain, achieving expected economic and social benefits, and providing practical reference for the modernization development of the authentic traditional Chinese medicine industry.

Keywords

Qin medicine; Yuanhu; Authentic medicinal herbs; Planting techniques; Disease prevention and control; Rural revitalization

道地秦药元胡种植技术创新与产业赋能实践——基于砂壤育珍项目的研究

邹婷婷 衡春志 王珍

西安翻译学院, 中国·陕西 西安 710000

摘要

本项目以秦药道地药材元胡种植及病害防治为核心, 针对元胡产业从浙江转移至陕西汉中后出现的霜霉病频发、传统收获方式降低果实品质等产业痛点, 研发并应用“地时肥药制取秦药种植创新技术”“霜霉菌核两病秦药破病防治技术”等核心专利技术, 构建“产值+产品+药用研究, 战略合作三步走”的商业模式与“园区+基地+农户”的运营模式。项目通过整合农户、合作社、加工厂等多方资源, 完善元胡全产业链布局, 同时探索“农业+旅游”产业融合路径, 助力乡村振兴。经一年实施, 项目实现了技术落地、市场开拓与产业链初步构建, 达成了预期的经济与社会效益, 为道地中药材产业现代化发展提供了实践参考。

关键词

秦药; 元胡; 道地药材; 种植技术; 病害防治; 乡村振兴

1 项目研究背景与实施意义

1.1 研究背景

中医药是我国传统文化瑰宝, 也是大健康产业的重要组成部分, 近年来在国家政策支持下迎来规范化、产业化发展新阶段。截至 2024 年, 我国超 300 种常用中药材实现人工栽培, 257 个新品种成功选育, 中药材市场规模稳步增长,

预计 2025 年整体规模将接近一万亿。元胡作为活血散瘀、理气止痛的常用中药材, 其种植产业从浙江逐步转移至陕西汉中, 汉中城固县凭借适宜的砂壤土质成为元胡核心产区, 但产业转移后暴露出诸多发展难题: 霜霉病、菌核病等病害频发, 导致产量大幅下降; 传统人力挖掘方式易造成果实破损, 降低产品品质; 产业链条松散, 种植、加工、销售环节脱节, 产品附加值低, 这些问题严重制约了当地元胡产业的可持续发展。

【作者简介】邹婷婷(2005—), 女, 中国河南息县人, 本科, 从事汉语言文学专业研究。

1.2 实施意义

本项目的实施兼具产业价值、社会价值与创新价值，一是推动元胡产业升级，通过创新种植与病害防治技术，解决产业发展关键问题，推动元胡种植从传统模式向现代化、标准化、高效化转变，提升产业市场竞争力；二是助力乡村振兴战略，以汉中城固县为基点，构建“种销一体化”产业链，为当地农民提供就业机会、增加收入，带动农村相关产业发展；三是促进农业科技创新与人才培养，通过产学研合作实现技术研发与成果转化，培养一批兼具专业知识与实践能力的农业复合型人才；四是弘扬中医药文化，深入挖掘元胡药用价值，开发“药食同源”保健食品，传播中医药文化，增强民族文化自信。

2 项目核心内容与实施举措

2.1 项目核心团队与技术支撑

本项目团队为西安翻译学院2023级跨专业学生组成，专业结构多元，为项目各环节提供综合能力支撑；聘请王珍副教授为指导教师，并联合行业专家，形成三级支撑体系。项目核心竞争力为自主研发的多项专利技术，其中两项核心技术分别从全环节优化元胡生长条件、针对性解决病害痛点，均获专利授权，成为突破产业痛点的关键支撑。

2.2 项目实施时间与整体规划

项目实施周期为2025年6月至2026年6月，按“技术研发落地—产业链构建—市场拓展—产业融合”分阶段推进：前期完成技术验证优化，建立标准化种植基地；中期推进加工建设、开发衍生产品并拓展市场；后期完善产业链，探索农旅融合，加强品牌建设并推动产品走向全国。

2.3 运营模式与产业链构建

项目采用“园区+基地+农户”运营模式，为农户提供免费技术指导，基地作集中种植与技术示范，园区负责加工、仓储和销售，实现种加销一体化，解决农户产销难题。产业链构建上采用“产值+产品+药用研究”三步走商业模式，逐步实现标准化种植、开发高附加值产品、开展药用研究进军产业上游，还与当地多家产业主体签订合作协议，达成种销一体化资源协同。

2.4 质量管控与成本控制

项目从源头把控元胡产品质量，严格遵循《陕西省地方标准元胡》开展种植与生产，选用优质种苗，在种植环节全面应用核心创新技术；加工环节建立严格的质量检测体系，对每一批次产品进行检验，确保产品符合国家中药材质量标准。

生产成本主要包括土地租赁、原材料、劳动力、设备采购与维护等费用，项目通过优化种植技术提高生产效率、与农户签订集中采购协议降低原材料成本、合理规划设备投入减少后期维护费用等方式，实现生产成本的有效控制，提升项目经济效益。

3 项目创新点与特色

3.1 技术创新：精准解决产业痛点，形成专利核心竞争力

项目打破传统中药材种植的经验化模式，实现种植与病害防治技术的精准化、科学化创新。“地时肥药制取秦药种植创新技术”结合汉中砂壤土质与气候特征，对元胡种植的土壤、时间、肥料、农药进行精准配比与调控，相比传统种植方式显著提升元胡产量与品质；“霜霉菌核两病秦药破病防治技术”针对汉中元胡高发的霜霉病、菌核病研发专属防治方案，替代传统广谱农药，既提高防治效果，又降低农药残留，符合绿色农业发展理念。多项技术获得专利授权，形成项目独特的核心竞争力，填补了汉中元胡产业专项技术的空白。

3.2 模式创新：构建多元协同模式，完善全产业链布局

项目创新商业模式与运营模式，实现多方资源的高效协同。在商业模式上，“三步走”策略推动元胡产业从单一原料供应向“原料+加工+研发”全产业链发展，逐步提升产业附加值与抗风险能力；在运营模式上，“园区+基地+农户”模式整合了企业、农户、园区的资源优势，实现技术、土地、劳动力的优化配置，形成“企业带动农户、农户支撑产业”的良性循环。同时，项目建立种销一体化产业链多方资源协同模式，与当地产业园区、合作社、科技公司达成深度合作，实现产业链各环节的无缝衔接。

3.3 产业融合：产学研结合+农旅融合，拓展产业发展边界

项目注重产学研深度融合，与西北农林科技大学等高校建立合作关系，将高校的专业研究成果与地方农业实践相结合，既为技术研发提供理论支撑，又推动科研成果的田间转化，同时为高校学生提供实践平台，实现人才培养与产业发展的双赢。此外，项目探索“农业+旅游”融合发展路径，计划将元胡种植基地与当地著名景点相连，开发中药材观光、采摘、科普等旅游线路，拓展产业发展边界，提升产业综合效益。

3.4 责任创新：以产业带动乡村振兴，实现双效益统一

项目将社会责任融入产业发展，以助力乡村振兴为核心目标，通过技术推广、产业带动，为汉中城固县提供大量就业岗位，带动农民增收；同时，项目的实施推动当地农村基础设施建设，提升农村产业发展水平，增强区域文化认同感。项目在实现经济效益的同时，取得了显著的社会效益，成为乡村产业发展的创新典范，实现了经济效益与社会效益的有机统一。

4 项目实施成果

4.1 技术成果：技术落地验证，专利转化见效

项目实施期间，核心专利技术在汉中城固县元胡种植

基地完成田间验证与推广,累计指导当地农户标准化种植元胡超500亩,技术应用后元胡产量提升20%-30%,霜霉病、菌核病发病率降低60%以上,果实破损率大幅下降,产品品质显著提升,获得当地农户的高度认可,收到村民感谢信等反馈。同时,项目团队在技术研发过程中积累了大量田间数据,为后续技术优化与新药用技术研发奠定了基础。

4.2 市场成果:合作资源积累,市场渠道初步拓展

项目依托陕西宁致越弘科技有限公司,积累了丰富的合作资源,与当地药企、保健品企业、经销商达成合作意向,意向订单金额达200万元。项目通过参加医药展会、农产品展销会等方式进行品牌推广,初步建立线上线下结合的销售渠道:线下与合作社、加工厂签订长期供货协议,线上搭建电商销售平台,实现元胡原料与初加工产品的市场销售,2025年实现销售收入1000万元,完成预期市场目标。

4.3 产业成果:产业链初步构建,产业带动效应显现

项目完成了元胡“种植—加工—销售”产业链的初步构建,在汉中城固县建立标准化种植基地,合作建设小型加工厂房,实现元胡清洗、干燥、切片等初加工环节的本地化运作;与城固县三合循环经济园区达成收购协议,保障产品的仓储与销售渠道。项目的实施带动当地超百名农民就业,户均年收入增加2万元以上,同时带动了当地农资、物流、加工等相关产业的发展,形成了以元胡产业为核心的乡村产业集群,产业带动效应显著。

4.4 人才成果:跨专业团队成长,复合型人才培养见效

项目实施过程中,跨专业学生团队在技术研发、运营管理、市场推广、财务管理等环节得到充分锻炼,团队成员的实践能力、创新能力与团队协作能力显著提升,培养了一批兼具农业产业知识与商业运营能力的复合型人才。同时,项目通过产学研合作,为高校农业、医药等专业学生提供了实践平台,推动了高校人才培养与地方产业发展的对接。

5 项目效益预测与社会影响

5.1 经济效益预测

根据项目实施成果与市场发展趋势,对未来3-5年经济效益进行预测:销售收入方面,2026-2028年将保持30%的年增长率,分别达到1300万元、1690万元、2197万元;利润方面,2026年利润达420万元,2027年、2028年分别

增长40%、35%,利润额达588万元、794万元;资产回报率方面,2025年达18%,2026-2028年逐年提升至25%、32%、40%,项目盈利能力与资产利用效率持续增强,发展前景良好。

5.2 社会影响

项目的实施取得了显著的社会影响,一是助力乡村振兴,通过产业带动实现农民增收与农村就业,推动汉中城固县农村经济发展,改善农村基础设施建设;二是推动农业现代化,为道地中药材种植提供了标准化、科学化的技术与模式参考,促进陕西秦药产业的整体发展;三是弘扬中医药文化,通过元胡“药食同源”产品的开发与推广,让更多人了解中医药文化,提升中医药文化的传播力与影响力;四是推动校地合作,西安翻译学院与汉中当地建立了产业合作关系,实现了高校人才培养、科研创新与地方产业发展的深度融合,为校地合作提供了新范例。

6 结语

本项目作为大学生创业训练项目,聚焦秦药道地药材元胡种植及病害防治开展技术与模式创新,经一年实施,顺利完成技术落地、基地建设等核心目标,取得多维度成果,验证了大学生双创与地方农业产业结合的可行性,政企校农多方合作提供了坚实支撑,项目兼具经济与社会效益,成为大学生助力乡村振兴的典型范例,同时也存在技术研发深度不足、品牌建设薄弱、农旅融合未落地等问题。未来,项目将以此次大创计划为基础,从深化技术研发、完善产业链、加强品牌建设、落地农旅融合、扩大技术推广助力乡村振兴五方面持续推进,团队也将继续发挥大学生创新实践能力,推动元胡产业现代化升级,助力秦药产业发展,为大学生双创项目提供实践参考,推动大学生双创与乡村振兴、农业现代化深度融合

参考文献

- [1] 王喆之,康杰芳,牛俊峰,等. 陕西名优道地药材安全保障技术体系建设及推广应用[Z]. 陕西师范大学. 2023.
- [2] 王喆之,康杰芳,牛俊峰,等. 陕西名优道地药材规范化生产体系建设与应用[Z]. 陕西师范大学. 2022.
- [3] 张利平,叶秋容,李慧,等. 浠水地区“中稻+元胡”轮作种植高产栽培技术[J]. 河北农机,2024,(09):67-69. DOI:10.15989/j.cnki.hbnjzss.2024.09.014.

Integration of Green Control Technologies for Corn Borers and Their Effect on Compensating for Yield Losses

Xiaodong Wang

Dong Subdistrict Office Tai'an County Liaoning Province, Anshan, Liaoning, 114100, China

Abstract

The corn borer (*Ostrinia furnacalis*) is a key pest in corn production, causing severe damage to corn growth and often resulting in significant yield reductions. Given the numerous negative impacts of chemical pesticides on the environment and ecology, green pest control technologies have emerged as an important option for reducing pest damage and enhancing agricultural sustainability. This study focuses on the integration of green pest control technologies for corn borers, exploring the comprehensive application of biological control, agricultural measures, and physical control methods, and evaluating their effectiveness in mitigating corn yield losses. Through field trials, the study compared the implementation effects of different control technologies, analyzed the comprehensive benefits of green pest control measures, and contrasted them with traditional chemical control methods. The results show that green pest control technologies can effectively control corn borers while increasing corn yields and reducing pollution without relying on chemical pesticides, offering both good economic and ecological benefits. This provides scientific support and technical guidance for the promotion and application of green pest control technologies for corn borers.

Keywords

Corn borer; Green pest control; Biological control; Agricultural measures; Physical control; Yield loss

玉米螟绿色防控技术集成及对产量损失的挽回效果研究

王晓东

辽宁省台安县台东街道办事处, 中国·辽宁鞍山 114100

摘要

玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*) 作为玉米生产里的关键害虫, 对玉米生长危害严重, 常致产量大幅降低。鉴于化学农药给环境和生态带来诸多负面影响, 绿色防控技术成为减少害虫危害、提升农业可持续性的重要选择。本研究聚焦玉米螟绿色防控技术集成, 探索生物防治、农业措施、物理防控等综合应用, 评估其对挽回玉米产量损失的效果。通过田间试验, 对比不同防控技术实施效果, 分析绿色防控措施的综合效益, 并与传统化学防治对照。结果显示, 绿色防控技术既能有效控制玉米螟, 又可依赖化学农药提高玉米产量、减少污染, 兼具良好经济和生态效益, 为玉米螟绿色防控技术的推广应用提供了科学支撑与技术指引。

关键词

玉米螟; 绿色防控; 生物防治; 农业措施; 物理防控; 产量损失

1 引言

玉米是世界范围内广泛种植的重要粮食作物, 其产量直接关系到粮食安全和农业经济的发展。然而, 玉米螟作为玉米的主要害虫之一, 对其生长和产量造成了严重威胁。根据相关研究, 玉米螟的危害可以导致玉米产量损失 20% 甚至更高, 严重影响农民的收益。传统的化学农药防治方法虽有效, 但由于其对环境 and 生态系统造成的负面影响, 逐渐成为现代农业可持续发展面临的一个重要问题。过度使用农药不仅会污染土壤和水源, 还可能对非靶标生物和人类健康造

成危害。

因此, 寻找一种环保、经济、有效的玉米螟防治方法, 成为当前农业研究的重点。绿色防控技术作为一种生态友好的防治方法, 通过综合利用生物防治、农业措施、物理防控等手段, 减少对化学农药的依赖, 已成为防治玉米螟的理想方案。绿色防控不仅能够有效控制害虫的发生, 还能保持生态平衡, 提高作物的生产能力, 促进农业可持续发展。

本研究旨在通过田间试验, 集成多种绿色防控技术, 评估其对玉米螟的防治效果, 分析其对产量损失的挽回效果, 并与传统化学防治方法进行对比, 为玉米螟绿色防控技术的推广应用提供理论支持和实践依据。

【作者简介】王晓东 (1969—), 男, 中国辽宁鞍山人, 农艺师, 从事农业技术研究。

2 玉米螟的生物学特性与危害

2.1 玉米螟的生物学特性

玉米螟属于鳞翅目夜蛾科，是玉米最具破坏性的害虫之一。玉米螟的成虫为夜间活动的飞蛾，通常在夏季的高温 and 湿润条件下繁殖迅速。雌蛾每次产卵可达几百颗，卵一般在玉米的叶片、茎秆和果穗上孵化，幼虫孵化后进入玉米的茎秆或穗部，进行食害。幼虫期通常持续2到3周，期间会啃食玉米的花穗、叶片和茎秆，严重时导致玉米倒伏或死亡。

玉米螟的危害不仅直接影响玉米的生长，还使玉米的生理功能受到抑制，减少光合作用，从而导致产量显著下降。尤其在玉米的抽穗和灌浆阶段，玉米螟的危害最为严重，一旦发生大量虫害，不仅影响产量，还会造成玉米品质下降，增加农业生产成本。因此，玉米螟的防治是玉米种植中的重要任务。

2.2 玉米螟的危害性分析

玉米螟的主要危害方式是食害。其幼虫在玉米植株上以食害为主，直接破坏玉米的叶片、花穗和茎秆，导致玉米的生长受限，严重影响玉米的产量。根据研究，玉米螟在某些地区的危害可以导致产量损失高达30%甚至更高，尤其在大风或暴雨等极端天气条件下，倒伏现象更加严重。此外，玉米螟还可以作为病原的载体，传播多种病害，加重农田的病虫害问题。

由于玉米螟的繁殖能力强、传播速度快，且抗药性较强，单纯依赖化学农药往往无法达到理想的防治效果。同时，过度使用化学农药不仅对环境和生物多样性产生负面影响，还可能导致农产品的残留问题。因此，探索绿色防控技术成为解决玉米螟防治问题的重要途径。

3 玉米螟绿色防控技术的集成

3.1 生物防治技术

生物防治是一种利用天敌、病原微生物、昆虫生长调节剂等天然物质来控制玉米螟的方法。常见的生物防治手段包括引入玉米螟的天敌，如寄生蜂、捕食性昆虫等，利用它们对玉米螟进行自然控制。这些天敌能够直接或间接地减少玉米螟的数量，从而减少对玉米的危害。寄生蜂通过产卵在玉米螟的幼虫体内，导致幼虫死亡。捕食性昆虫则通过直接捕食玉米螟成虫或幼虫来减少害虫的数量。这些生物防治措施能够有效控制玉米螟的数量，并在不使用化学农药的情况下减少其对玉米的危害。

除了天敌，昆虫病原微生物也是一种重要的生物防治手段。像白僵菌、苏云金芽孢杆菌等病原微生物可以通过感染玉米螟幼虫，导致其死亡。这些微生物能够专门针对玉米螟，不会对其他非靶标生物产生影响，因此其应用非常安全。此外，昆虫生长调节剂，如四氟氯噻吨等，能够通过干扰玉米螟的生长发育周期，使其不能完成生长和繁殖，达到控制其数量的目的。

生物防治技术的优势在于其高度的针对性、对环境无污染、对生态系统的破坏较小。生物防治不仅能够减少玉米螟的危害，还能在控制害虫的同时，维护生态系统的平衡。例如，寄生蜂作为玉米螟的自然敌人，在无害虫发生的情况下，它们的数量不会大量增长，能够自我调节，确保生态环境的稳定。在田间试验中，通过引入这些生物防治措施，玉米螟的幼虫数量减少，玉米的产量得到了有效保障，并且不会产生化学农药使用所带来的副作用。

3.2 农业措施

农业措施主要包括合理轮作、适时播种、调整密度、优化灌溉管理等，通过改善田间管理，增强玉米的抗虫能力。合理的轮作是减少玉米螟繁殖的有效手段。通过与其他作物进行轮作，可以有效打断玉米螟的生活周期，减少玉米螟的虫源，从而控制其危害。在某些地区，轮作与其他作物（如大豆、小麦等）相结合，不仅减少了玉米螟的数量，还改善了土壤的肥力，提高了土地的利用效率。

适时播种也是一个重要的农业措施。根据玉米螟的生活习性，适时播种可以避免玉米螟的高峰期，减少其对玉米的侵害。例如，在春季气温较高时，玉米螟的幼虫和成虫活跃，玉米若在此时播种，则玉米螟的危害会更为严重。如果能够根据气候和害虫活动规律调整播种时间，便能有效避开玉米螟的发生高峰期，减少虫害的威胁。

种植密度对玉米的生长和抗虫能力也有显著影响。合理的种植密度可以有效提高玉米的根系发育，增强其抗倒伏能力，进而减少因倒伏导致的玉米螟危害。高密度种植可能会引发病虫害的传播，而低密度种植则可能会使玉米生长过慢，容易受到玉米螟等害虫的侵害。因此，通过调整种植密度，使其处于最佳范围，可以提高玉米的抗性并减少虫害的发生。

此外，优化水肥管理和灌溉条件也是减少玉米螟危害的重要手段。合理的水肥管理能够促进玉米健康生长，提高其抵抗力，尤其是在干旱或过湿的环境下，适当的水肥管理可以使玉米更强壮，减少玉米螟等害虫的危害。通过实施这些农业措施，不仅可以减少玉米螟的发生，还能够改善玉米的整体生长状况，提升产量。

3.3 物理防控技术

物理防控技术是一种利用物理手段防治玉米螟的方法，主要包括使用黄色粘虫板、激光诱虫灯等工具来引诱、捕杀玉米螟成虫。这些物理防控技术的优点在于其操作简便、无毒无害、环保，不会对环境和其他生物造成影响，适合在玉米生产中广泛应用。黄色粘虫板是最常用的一种物理防控工具。研究发现，玉米螟成虫对黄色具有强烈的趋光性，利用这一特点，通过设置黄色粘虫板，能够有效地引诱成虫并将其捕获。黄色粘虫板不仅能直接减少成虫数量，还能够减少成虫的繁殖机会，从而减少玉米螟的种群数量。

激光诱虫灯通过模拟玉米螟成虫的诱光特性，吸引成

虫飞向灯源并捕杀。这种技术在控制玉米螟的成虫数量上表现出了很好的效果。研究表明,激光诱虫灯能够在短时间内捕获大量的玉米螟成虫,显著降低虫害的发生。与传统的化学防治方法相比,物理防控技术不会产生化学残留,能够有效保护环境,减少土壤和水源的污染。

4 绿色防控技术对玉米产量损失的挽回效果

4.1 绿色防控的产量挽回效果

通过与传统化学防治手段的对比,绿色防控技术在减少玉米螟害虫的同时,能够有效保持或提升玉米的产量。田间试验数据显示,应用生物防治、农业措施和物理防控相结合的绿色防控技术的处理组,与传统化学防治组相比,玉米的产量损失明显减少,且玉米的质量得到了提升。在有害虫发生较为严重的年份,绿色防控技术表现出了显著的优势,成功降低了玉米螟的危害,显著挽回了因虫害带来的产量损失。尤其是在玉米生长的关键期,绿色防控通过生物防治技术抑制了玉米螟的数量,通过优化农业管理和物理防控措施减少了环境压力,最终保持了较高的产量水平。

绿色防控技术的综合应用,能有效减少玉米螟的发生,特别是在气候变化和农业生产环境复杂的背景下,绿色防控提供了更加稳定和可靠的保障。不同的绿色防控措施,如生物防治利用天敌,物理防控通过诱捕器和害虫屏障减少虫害,农业措施通过合理播种、灌溉和田间管理减少虫源,都在提高玉米抗害能力、促进其健康生长方面起到了积极作用。因此,绿色防控技术不仅减少了玉米螟的危害,而且在减少产量损失方面发挥了重要作用,尤其是在不确定的环境条件下,能够帮助农民有效规避虫害带来的经济损失。

4.2 经济效益分析

绿色防控技术的推广不仅能够提高玉米的产量,还能显著降低生产成本。与传统化学防治方法相比,绿色防控措施减少了农药的使用,降低了生产过程中化学品的投入,减少了环境污染和资源浪费。研究发现,在实施绿色防控的试验田中,农药使用量显著减少,而玉米的产量不仅没有下降,反而出现了稳定增长。减少农药投入不仅直接降低了种植成本,还减少了施药过程中可能带来的副作用,如土壤污染、水源污染等环境问题,从而节省了农业生产中的长期成本。

绿色防控措施通过降低农药使用量,也避免了因化学物质残留对食品安全和生态环境的影响,这使得农产品能够进入更广阔的市场,提升了市场竞争力。在消费者日益关注

食品安全的今天,绿色防控技术能够提供更符合现代环保要求的农产品,提升了农产品的市场价值和品牌形象,进而为农民带来了更高的经济回报。

此外,绿色防控技术还能够增强农业的生态效益。通过减少农药的依赖,改善了农业生产系统的生态平衡,有助于提高土壤质量和生物多样性,为未来的农业可持续发展奠定了基础。这种绿色生产方式,不仅为农民创造了经济利益,也为国家在推进绿色农业和生态文明建设方面提供了有效路径。因此,从长远来看,绿色防控技术的应用能够提升农业生产经济效益,并为农民提供更加稳健的收入来源。

5 结语

玉米螟的防治是玉米生产中的关键问题,随着环保意识的提升和对可持续农业的追求,绿色防控技术的研究和应用成为未来发展的重要方向。本研究通过集成生物防治、农业措施、物理防控等多种绿色防控技术,探讨了其在玉米螟防治中的应用效果,并评估了绿色防控对产量损失的挽回效果。研究表明,绿色防控技术不仅能够有效控制玉米螟的发生,还能在不依赖化学农药的情况下,提升玉米的产量和质量,为玉米生产的可持续发展提供了科学依据。

随着全球农业环境和市场需求的变化,绿色防控技术的应用前景广阔。通过进一步优化不同防控措施的组合,推广绿色防控技术,能够减少化学农药的使用,降低农业生产对环境的负担,促进生态友好的农业发展。未来的研究应进一步探讨绿色防控技术与其他农业技术的融合,特别是在不同气候和土壤条件下验证其应用效果,以应对不同地区的农业生产挑战,提升粮食生产的稳定性和可持续性。总的来说,绿色防控技术不仅有助于提高玉米的产量和抗害能力,还有助于推动农业生产方式的转型,促进农业的绿色可持续发展。

参考文献

- [1] 李妍颖.玉米螟危害损失与防治指标研究[D].西北农林科技大学,2021.
- [2] 迟鹏飞.彰武县玉米螟生物防控技术采用的调查分析[D].沈阳农业大学,2018.
- [3] 马冰聪.阜蒙县实施玉米螟绿色防控助农民增收[J].农民致富之友,2014,(12):174.
- [4] 张傲雪.绿色防控技术对稻飞虱和天敌的影响及亚致死剂量吡蚜酮对黑肩绿盲蝽的评价[D].扬州大学,2019.

Differences in growth performance and adaptability of different geographical seed source trees under the same environment

Yujuan Zhang

Forestry Bureau, Qianjiang District, Chongqing, 409000, China

Abstract

To develop superior forest tree varieties adapted to specific regions, this study employed a seed source experiment method. Seedlings of the same species collected from multiple latitudinal and altitudinal geographic sources were planted in a unified experimental plot. Under identical cultivation conditions, regular measurements and records of growth indicators (tree height, ground diameter) and adaptability metrics (preservation rate, stress resistance) were conducted. Variance analysis was used to examine differences in growth and adaptability among geographic sources. Results demonstrated significant variations in growth performance and adaptability across sources, with those from mid-latitude regions showing optimal overall characteristics. These differences primarily resulted from genetic differentiation shaped by long-term natural selection, providing direct evidence for selecting suitable superior seed sources and guiding scientific afforestation practices.

Keywords

Geographic seed source; Growth performance; Adaptability; Seed source experiment; Variance analysis; Superior seed source

不同地理种源林木在相同环境下的生长表现与适应性差异

张玉娟

重庆市黔江区林业局, 中国·重庆 409000

摘要

为选育适应特定地区的优良林木品种, 本研究旨在通过种源试验方法, 将采集自多个不同纬度、海拔地理种源的同一树种苗木栽植于同一试验地, 在完全一致的栽培管理条件下, 定期测定与记录其树高、地径等生长指标及保存率、抗逆性等适应性指标, 并采用方差分析进行差异显著性检验, 以探究不同地理种源林木在相同环境下的生长与适应性差异, 而结果表明不同地理种源在生长量和适应性上存在显著差异, 其中源自中间纬度的种源表现出最优的综合性能, 这种差异主要归因于长期自然选择形成的遗传分化, 进而为筛选适生优良种源及科学造林提供直接依据。

关键词

地理种源; 生长表现; 适应性; 种源试验; 方差分析; 优良种源

1 引言

在林业生产与生态修复中, 林木种源选择这一关键环节直接关系到人工林的产量、稳定性及生态效益。同一树种分布区内不同地理群体因长期适应异质化生境条件, 可能在生长与适应策略上产生遗传分化, 这种地理变异现象致使不同种源的林木引入新环境后表现出显著差异。种源试验作为揭示这种遗传增益并筛选优良种源的核心手段, 鉴于传统造林活动常因忽视种源选择而失败或效能低下, 系统评估同一树种不同地理种源在相同环境下的表现, 对解明其适应性分化规律、推动林木遗传资源高效利用具有重要理论价值, 并为特定立地条件筛选最具适应性的优质种源提供科学依据。

2 试验材料与研究方法

2.1 供试种源与试验地概况

本研究选取具有重要生态和经济价值的樟子松作为试验树种, 其天然分布区跨越显著的气候梯度, 为研究地理变异提供了理想材料。五个试验种源分别采自其自然分布区的核心地带, 内蒙古红花尔基(北纬 $48^{\circ} 35'$, 东经 $118^{\circ} 50'$)。寒温带大陆性气候, 年均温 -2.0°C , 年降水量 350mm , 海拔 800m)、黑龙江黑河(北纬 $50^{\circ} 15'$, 东经 $127^{\circ} 30'$)。冷温带气候, 年均温 -1.0°C , 年降水量 500mm , 海拔 200m)、辽宁章古台(北纬 $42^{\circ} 40'$, 东经 $122^{\circ} 30'$)。温带半干旱气候, 年均温 7.0°C , 年降水量 450mm , 海拔 180m)、内蒙古海拉尔(北纬 $49^{\circ} 10'$, 东经 $119^{\circ} 50'$)。寒温带气候, 年均温 -1.0°C , 年降水量 380mm , 海拔 600m)以及黑龙江嫩江(北纬 $49^{\circ} 10'$, 东经 $125^{\circ} 15'$)。冷温带气候, 年均温 1.0°C , 年降水量

【作者简介】张玉娟(1977—), 女, 土家族, 中国重庆人, 本科, 高级工程师, 从事林业方向研究。

480mm, 海拔 300m)^[1]。所有种源种子均于 2020 年秋季采集, 并在标准化苗圃条件下培育成一年生容器苗, 初始苗高为 $15.2 \pm 0.8\text{cm}$, 地径为 $2.5 \pm 0.3\text{mm}$, 确保遗传材料起始状态的一致性。试验地设立于北京延庆森林生态系统定位研究站(北纬 $40^{\circ} 30'$, 东经 $116^{\circ} 00'$), 该地区属暖温带半湿润季

风气候, 年均温 10.5°C , 年降水量 450mm, 无霜期 160 天, 土壤为典型褐土, pH 值 7.2, 有机质含量 1.8%。这一选址创造了与各种源原产地存在显著温差和降水模式差异的新环境, 为检验种源表型可塑性和本地适应能力提供了理想场所, 不同地理种源基本信息及原产地环境特征如表 1 所示。

表 1 不同地理种源基本信息及原产地环境特征表

种源编号	采集地点	经纬度	年均温 ($^{\circ}\text{C}$)	年降水量 (mm)	海拔 (m)
1	内蒙古红花尔基	北纬 $48^{\circ} 35'$, 东经 $118^{\circ} 50'$	-2.0	350	800
2	黑龙江黑河	北纬 $50^{\circ} 15'$, 东经 $127^{\circ} 30'$	-1.0	500	200
3	辽宁章古台	北纬 $42^{\circ} 40'$, 东经 $122^{\circ} 30'$	7.0	450	180
4	内蒙古海拉尔	北纬 $49^{\circ} 10'$, 东经 $119^{\circ} 50'$	-1.0	380	600
5	黑龙江嫩江	北纬 $49^{\circ} 10'$, 东经 $125^{\circ} 15'$	1.0	480	300

2.2 试验设计与栽培管理

试验采用完全随机区组设计, 设置 4 个重复区组以充分估计环境变异, 每个区组内各种源随机排列。小区面积 $10\text{m} \times 10\text{m}$, 每小区定植 25 株苗木, 株行距严格控制在 $2\text{m} \times 2\text{m}$, 保证个体生长空间一致。所有参试苗木均经过严格筛选, 要求无病虫害、顶芽饱满、根系发达, 栽植前对苗木进行分级, 使各小区内苗木初始大小均匀。定植工作于 2021 年 3 月 20-25 日完成, 栽植时采用统一规格的穴状整地方式, 穴径 50cm, 深 40cm, 每穴施用底肥(复合肥 N:P:K=15:15:15) 100g, 与表土混匀后回填。栽后立即浇透定根水, 确保根系与土壤充分接触。后续管理包括, 每年 5 月和 8 月各进行一次全面除草松土, 深度 5cm。每年 4 月上旬追施尿素 50g/株。生长季内每月监测土壤含水量, 当土壤体积含水量低于 12% 时进行滴灌补水至 20%。病虫害防治采用预防为主的原则, 发现危害立即统一喷施生物农药。所有管理措施均在同一天内完成, 最大限度消除人为操作带来的环境异质性。

2.3 指标测定与数据分析方法

本研究建立了多维度的评价体系, 从生长性能、生存适应性和物候特性三个方面进行量化评估。生长指标包括每年 10 月下旬测量的树高(使用 SUUNTO 测高仪, 精度 0.1m)和地径(使用电子数显卡尺, 精度 0.01mm, 测量位置为根颈以上 5cm 处), 并据此计算年生量。物候观测采用每周 2 次的频率, 记录芽膨胀期、展叶期、新梢停止生长期和叶变色期等关键物候事件^[2]。所有数据采集工作由固定经过培训的 3 人小组完成, 使用统一的测量工具和记录规范。采用线性混合效应模型进行数据分析, 以种源作为固定效应, 区组作为随机效应, 对树高、地径年生量和第三年保存率进行方差分析。

3 不同种源生长与适应性指标分析

3.1 种源间生长量差异

经过三年生长期系统监测, 五个樟子松地理种源在相同立地条件下呈现出极为显著的分化规律, 这种生长差异

深刻揭示了物种在不同选择压力下形成的遗传策略多样性。从树高生长表现来看, 三号辽宁章古台种源以三年生平均树高 187.6 ± 12.3 厘米显著领先, 较生长最慢的一号内蒙古红花尔基种源高出 42.3 个百分点, 其年生量呈现持续增长趋势, 特别是第三年生长加速现象明显, 年生量达到 72.3 厘米, 显示出对暖温带气候的良好适应能力。二号黑龙江黑河种源与五号嫩江种源分别达到 158.2 ± 11.7 厘米和 162.4 ± 10.9 厘米, 虽处于中等水平但生长稳定性存在差异, 黑河种源年际生长变异系数为 18.7%, 而嫩江种源仅为 13.5%, 表明后者对环境波动的缓冲能力更强。四号海拉尔种源与一号红花尔基种源表现最为保守, 平均树高分别为 141.8 ± 13.5 厘米和 131.8 ± 10.2 厘米, 且年生量呈递减趋势, 第三年生量较第二年下降约 15%。地径生长与树高保持高度协同变异, 章古台种源地径达 4.05 ± 0.38 厘米, 显著大于其他种源, 其冠幅扩展与根系发育也最为旺盛, 形成协调的生长格局。这种生长分异与种源原产地气候因子存在显著相关性, 回归分析表明, 树高生长与原产地年均温呈极显著正相关, 与纬度呈负相关, 说明热量条件是驱动种源生长分化的关键生态因子。

3.2 种源保存率与抗逆性表现

保存率与抗逆性表现揭示了不同种源在应对环境胁迫时的生存策略差异, 这种适应性分化比生长表现更能反映种源的长期适应潜力。经过三个生长季的自然选择, 三号章古台种源以 98.3% 的保存率展现最强适应性, 五号嫩江种源 96.7% 紧随其后, 二号黑河种源 94.2% 表现稳定, 四号海拉尔和一号红花尔基种源保存率相对较低, 分别为 89.2% 和 86.7%。这种保存率格局在经历极端气候事件后尤为明显, 第二生长季 4 月 15 日的倒春寒事件正值芽体膨大期, 四号海拉尔种源受害最重, 顶芽冻害率达 37.2%, 叶片细胞电解质外渗率达 52.3%, 而物候相对滞后的一号红花尔基种源因未解除休眠反而受害较轻, 电解质外渗率仅 28.1%^[3]。第三个生长季 7-8 月的干旱胁迫期间, 三号章古台种源通过深层根系分布和较高的水分利用效率维持正常生理活动, 叶片相对含水量保持在 78.4% 以上, 而二号黑河种源由于原产地

降水充沛,其根系分布较浅,叶片相对含水量降至 65.3%,出现明显光合抑制现象,净光合速率下降 42%。越冬适应性方面,来自高纬度的一号红花尔基种源虽然生长缓慢,但其枝条木质化程度高,皮孔密度低,抗冻蛋白表达量高,在冬季极端低温下未见冻害。而三号章古台种源通过快速封顶机制及时完成组织充实,虽然生长季较长但仍能安全越冬。这些抗逆性表现与种源原产地气候相似性高度相关,种源保存率与原产地和试验地的气候距离指数呈显著负相关,说明气候相似性原理在种源选择中具有重要指导意义。各种源在应对多重胁迫时表现出不同的权衡策略,章古台种源采取积极适应策略,通过调整生理过程充分利用环境资源。而高纬度种源采取保守防御策略,通过降低生长速率换取生存保障,这种策略分化对预测气候变化下的树种适应前景具有重要启示。

4 优良种源筛选与讨论

4.1 基于综合表现的优良种源评价

基于多年度多指标的系统评估,五个樟子松地理种源在试验立地条件下的适应性表现出明显的等级差异。采用主成分分析法对树高、地径年生长量、保存率、抗旱指数和抗寒指数五大关键指标进行综合分析,结果显示三号辽宁章古台种源以 0.92 的综合评分显著领先,其各项指标均衡发展且稳定性突出。该种源不仅营养生长旺盛,三年生树高累积生长量达 187.6 厘米,更重要的是其生长优势具有持续增强的趋势,第三年生生长量较第二年提高 23.7%,地径生长量同步增加 19.8%,形成协调的生长格局。在适应性方面表现更为卓越,经历三次越冬考验和两次干旱胁迫后仍保持 98.3% 的存活率,叶片相对含水量维持在 78% 以上。五号黑龙江嫩江种源以 0.76 的综合评分位居第二,其在抗逆性方面表现优异但生长势稍逊,三年生树高为 162.4 厘米,年生长量较为平稳但缺乏突破性表现。二号黑河种源得分 0.61,虽保存率较高但对干旱敏感性较强,在持续干旱条件下光合速率下降明显^[4]。四号海拉尔和一号红花尔基种源综合评分均低于 0.5,不仅生长缓慢且适应性较差,特别是在逆境条件下表现脆弱。从林业生产角度,章古台种源每公顷年蓄积生长量可达 10.2 立方米,较最差种源提高 65%,按当前木材市场价格计算,每公顷年均经济收益可增加 3200 元,经济效益十分显著。这种综合评分为当地樟子松人工林建设提供了科学的种源选择依据,推荐章古台种源作为主栽种源,嫩江种源作为辅助种源在该地区推广使用。

4.2 种源差异成因与适应策略讨论

樟子松种源间表现出的显著差异是长期进化过程中遗

传分化和环境驯化共同作用的必然结果,这种差异在遇到新的环境选择压力时得到充分表达。从遗传基础角度分析,各种源经历了数万年的自然选择在各自原产地形成了独特的遗传架构,群体遗传学研究表明章古台种源拥有更高的遗传多样性水平,其平均等位基因数和期望杂合度显著高于高纬度种源,这种丰富的遗传变异为适应新环境提供了更多的基因组合可能。关键性状的遗传控制机制也存在明显分化,章古台种源的生长节律相关基因表现出更高的多态性和杂合度,使其能够灵活调整物候期以适应温暖环境,而高纬度种源的抗寒相关基因(如 CBF 转录因子家族)固定度更高但可塑性较低^[5]。环境驯化方面,种源表现与原产地气候相似性高度吻合,章古台种源原产地(年均温 7.0℃)与试验地(10.5℃)的气候距离最小,其生理系统对当地环境具有预适应性,表现为气孔调节机制更加灵敏,抗氧化酶系统(SOD、POD 活性)响应更快,丙二醛积累量较低。来自气候更温暖地区的种源在试验地表现出更好的适应性,这与传统的“本地种源最优”观点相悖,说明在气候变化背景下,适度引进较温暖地区的种源可能形成“超适生”表现,这为未来气候变暖情景下的种源选择策略提供了新思路。

5 结语

本研究通过严格种源试验揭示樟子松不同地理种源在相同环境下生长与适应性的显著差异并筛选出辽宁章古台种源作为最适合当地环境的优良种源,不仅证实地理变异规律在林木种源选择中的重要性、挑战“本地种源最优”传统观点,还为科学选择种源提供关键理论依据和实践指导,成果可直接应用于当地樟子松人工林建设,采用适生种源大幅提高林地生产力与生态稳定性,同时为应对气候变化背景下林木种质资源优化配置和“辅助迁移”策略实施提供重要科学支撑,对推动林业可持续发展和生态建设具有重要现实意义。

参考文献

- [1] 周凡,王义平,熊炀,等.不同地理种源观光木苗期表型性状与生物量比较研究[J].林业科技,2024,49(04):1-7+13.
- [2] 田湘,廖醒,黄松殿,等.广西盾翅藤不同地理种源生长情况调查及南宁市引种表现初探[J].热带农业科学,2024,44(02):31-37.
- [3] 谭长强,陈依,刘秀,等.桂东地区6个种源火力楠生长及光合特征比较[J].广西林业科学,2019,48(02):147-151.
- [4] 易敬林,韦长江,吴木军,等.红锥地理种源在桂中的生长表现[J].林业与环境科学,2019,35(01):29-35.
- [5] 何小三,廖振欣,王玉娟,等.不同地理种源南酸枣苗期生长性状差异分析[J].南方林业科学,2016,44(03):7-12.

Study on economic benefit of resource utilization of chicken manure for soil ecological restoration

Xiaofen Zou

People's Government of Baidu Town Meixian District Meizhou City, Meizhou, Guangzhou, 514743, China

Abstract

With the scaling up of livestock and poultry farming, the safe disposal and resource utilization of poultry manure has become a crucial component in agricultural green transformation. As high-quality organic fertilizer, poultry manure plays a vital role in soil ecological restoration. This paper systematically analyzes the mechanisms and effectiveness of resource utilization of poultry manure in improving soil physicochemical properties, promoting microbial diversity, and enhancing soil ecosystem functions, with a focus on evaluating its economic benefits in agricultural production and ecological restoration. Through case studies and data comparisons, it reveals the practical value of resource utilization in boosting agricultural economic efficiency and advancing sustainable soil remediation. The research demonstrates that resource utilization of poultry manure not only improves the ecological environment but also significantly enhances agricultural productivity, contributing to the development of green circular agriculture. Finally, the article proposes suggestions for improving policy support, integrating technologies, and incentivizing market participation to promote the application of poultry manure resource utilization in soil remediation and sustainable agriculture.

Keywords

Poultry farming; Manure resource utilization; Soil ecological restoration; Economic benefits; Circular agriculture

鸡鸭养殖粪污资源化利用对土壤生态修复的经济效益研究

邹晓芬

梅州市梅县区白渡镇人民政府, 中国·广东 梅州 514743

摘要

随着畜禽养殖业的规模化发展, 鸡鸭粪污的无害化与资源化利用已成为农业绿色转型的关键环节。鸡鸭粪污作为优质有机肥, 对土壤生态修复具有重要作用。本文系统分析了鸡鸭粪污资源化利用在改善土壤理化性质、促进微生物多样性、提升土壤生态系统功能等方面的机制与成效, 并重点评估其在农业生产与生态修复中的经济效益。通过典型案例与数据对比, 揭示资源化利用在提升农业经济效益、促进土壤可持续修复中的现实价值。研究表明, 鸡鸭粪污资源化不仅改善生态环境, 还显著提高了农业效益, 助力绿色循环农业发展。文章最后提出完善政策支持、技术集成和市场激励等建议, 促进鸡鸭粪污资源化在土壤修复与可持续农业中的推广应用。

关键词

鸡鸭养殖; 粪污资源化; 土壤生态修复; 经济效益; 循环农业

1 引言

随着我国畜禽养殖业的快速发展, 鸡鸭等家禽粪污产生量大幅增加, 若处理不当, 极易造成土壤、水体污染和生态安全风险。粪污的资源化利用不仅是实现绿色低碳农业、推进农业面源污染治理的核心措施, 也是提升土壤生态系统功能和保障粮食安全的重要途径。鸡鸭粪污富含有机质、氮磷钾等多种养分, 是优质的有机肥资源, 对土壤理化性质改良和生态修复具有积极作用。但在实际应用中, 资源化利用率偏低, 粪污处理设施不完善、技术集成度低、经济效益评估

不足等问题突出。本文基于土壤生态修复视角, 系统阐述鸡鸭粪污资源化利用的生态机制与经济效益, 分析典型区域资源化路径及案例, 通过实证对比传统粪污处理与资源化利用的经济与环境效益差异, 提出推动鸡鸭粪污资源化高效利用的政策与技术建议, 以为现代农业绿色发展和生态环境保护提供理论支持和实践参考。

2 鸡鸭粪污资源化利用的生态作用机制

2.1 提升土壤理化性质

鸡鸭粪污富含大量有机质、氮、磷、钾等多种养分, 通过科学施用能够有效提升土壤的有机质含量和肥力水平。其有机质成分不仅能改善土壤团粒结构, 增强土壤的通透性和保水保肥能力, 还能促进团聚体形成, 减缓土壤板结和水

【作者简介】邹晓芬(1985—), 女, 中国广东梅州人, 本科, 从事兽医领域相关研究。

分流失。鸡鸭粪污中的腐殖酸及多种有机物质，有助于提高土壤阳离子交换量和缓冲能力，降低土壤酸度，提升养分的有效释放与吸附，使土壤环境更适宜作物根系发育和养分吸收。此外，有机肥料具有缓释养分的特性，可减少化学肥料过量施用带来的养分流失和环境污染，实现养分循环利用。长期、合理的鸡鸭粪肥施用有助于维持和提升土壤生产力，为实现土壤可持续利用和生态修复提供坚实基础。

2.2 促进土壤微生物多样性与活性

鸡鸭粪污作为丰富的碳源，为土壤微生物群落的繁衍提供了物质基础，显著提升了有益微生物的数量和多样性。其施用能促进有机物分解与养分矿化，加快土壤中营养元素的循环和供应效率。鸡鸭粪污中的有机化合物还具有刺激和选择作用，能促使有益细菌、真菌等优势群体的繁殖，从而增强土壤抑制病原菌和自我修复能力。通过资源化利用，有机肥和微生物之间形成互利共生的良性循环，不仅优化了土壤生态系统结构，还提升了土壤生态服务功能。长期施用有助于建立“有机肥—微生物—土壤健康”的稳定体系，为土壤生态修复和农业可持续发展奠定生物学基础，增强农田生态系统的整体稳定性与韧性。

2.3 修复受损土壤和提升生态系统功能

在治理重金属污染、盐渍化、酸化等受损土壤过程中，鸡鸭粪污资源化利用具有独特优势。其有机质通过“稀释—固定—吸附”等机制降低了土壤中重金属离子的生物有效性，有效缓解了有毒元素对作物和环境的威胁。鸡鸭粪污中的有机与矿物质结合形成的复合物，不仅能阻控有害元素迁移，还能提高土壤的净化与自我修复能力。同时，资源化利用有助于增加土壤有机碳储量，提升碳汇功能，增强生态系统多样性和稳定性。这些生态效益不仅有助于受损土壤的系统性修复，还推动了生态系统服务功能的整体提升，实现了从单一污染治理到综合生态修复的转变，为区域生态环境和农业生产的可持续发展提供了重要支撑。

3 鸡鸭粪污资源化利用的主要技术路径

3.1 发酵腐熟与有机肥生产

发酵腐熟作为鸡鸭粪污资源化利用的基础技术环节，直接决定了有机肥产品的质量和安全性。堆肥和好氧发酵工艺可有效分解粪污中的有机质，消灭致病菌、寄生虫卵和杂草种子，转化为稳定、腐殖化程度高的有机肥。根据不同气候条件和粪污性质，可灵活调整发酵参数，并辅以专用菌剂，提高腐熟速率和最终产品的营养含量。发酵后的鸡鸭粪有机肥不仅适用于各类粮食、蔬菜和果树作物，且可用作受损土壤的修复材料，在改善土壤结构、提升土壤肥力方面成效显著。发酵技术的普及推动了粪污资源高效利用，减少了直接排放带来的环境风险。规范化、标准化的有机肥生产，不仅拓宽了产品市场，也为农业绿色可持续发展和土壤生态修复奠定了坚实基础。

3.2 沼气工程与能源回收

沼气工程通过厌氧消化工艺，实现鸡鸭粪污的能源化和肥料化双重利用。厌氧消化将粪污中的有机质转化为沼气，作为农村生活用能、沼气发电或供暖燃料，降低了农户对传统能源的依赖。沼渣、沼液作为高效有机肥和土壤改良剂，可用于农田和生态修复项目，提高土壤有机质含量和生物活性。沼气工程在粪污减量、无害化处理、资源循环利用等方面优势突出，有效减少了粪污对水体和土壤的污染压力。该模式不仅拓展了农村清洁能源供给渠道，促进了养殖废弃物的绿色循环，还为乡村振兴、农业节能减排和生态环境保护提供了坚实的技术支撑和现实路径。

3.3 新型资源化利用模式创新

随着绿色农业和生态修复需求提升，鸡鸭粪污资源化利用呈现出多元化和高效化的新趋势。近年来，协同处理技术将粪污与秸秆、厨余垃圾等多种生物质混合发酵，不仅提高了肥效，也丰富了有机肥产品的种类和应用场景。基质栽培和生态浮床技术将鸡鸭粪有机质引入园艺、园林绿化、水体生态修复等领域，实现了农业废弃物的高值化利用。土壤调理剂、功能型生物肥等高附加值产品的开发和市场推广，不仅提升了鸡鸭粪污资源化的整体经济效益，也增强了其在土壤修复、生态治理等多元场景的适用性。新型利用模式为畜禽粪污高效、循环、可持续利用提供了创新思路，推动了农业生产方式和生态治理模式的深度变革。

4 鸡鸭粪污资源化利用的经济效益分析

4.1 成本节约与收益提升

鸡鸭粪污资源化利用在农业生产中展现出显著的经济优势。首先，通过发酵腐熟、沼气工程等方式，将粪污转化为有机肥，可有效替代部分化肥产品，大幅度降低种植环节的肥料投入成本。与化肥相比，鸡鸭粪有机肥的单位养分成本明显偏低，且具备缓释与改良土壤的复合效益。与此同时，资源化过程中的无害化处理减少了因粪污堆积引发的环境污染治理开支。沼气工程不仅实现了有机废弃物的能源转化，还可用于农村照明、炊事等，直接降低了农户燃料和电力支出。整体上，鸡鸭粪污资源化实现了从“废弃物”到“资源”的经济价值转化，农户及相关企业由此获得实实在在的收益提升，为农村绿色经济发展注入了新动能。

4.2 促进产业融合与循环农业发展

鸡鸭粪污的资源化利用促进了农业多产业深度融合，成为推动现代循环农业发展的关键动力。资源化路径有效连接了养殖、种植、能源、环保等多个环节，形成“养殖—能源—种植—生态修复”一体化的产业链条。粪污处理与利用不仅拉动有机肥生产、沼气能源开发、环保装备制造等上下游产业，还带动了乡村就业和服务业发展，增加了农民收入。循环农业模式通过物质循环和能量转化，提高了土地与资源利用效率，增强了农业生产系统的抗风险能力和稳定性。

经济效益与生态效益相互促进,推动农业向绿色高质量和可持续方向转型升级,形成区域经济与生态环境良性互动的新格局。

4.3 生态修复带来的长期经济回报

鸡鸭粪污资源化利用不仅短期内提升土壤肥力和作物产量,更在长期生态修复过程中创造了持续的经济回报。改良后的土壤具备更强的养分供应与自我调节能力,作物品质和产量的稳定增长直接带动了农产品市场价值提升。生态修复显著减少了土地退化、重金属污染等生态风险,降低了未来治理成本,提升了土地的使用年限和经济潜力。与此同时,健康的土壤生态系统可带来更多生态系统服务,如水源涵养、生物多样性保护等,进一步提升区域整体环境价值。长期来看,鸡鸭粪污资源化的溢出效益将推动农业持续增收与区域经济协调发展,实现经济、社会与生态效益的三重提升和良性循环。

5 鸡鸭粪污资源化利用的挑战与对策

5.1 技术集成与标准化不足

当前鸡鸭粪污资源化利用面临的首要难题是整体技术集成度不高。许多地区在粪污发酵、有机肥生产、沼气工程等环节缺乏统一、成熟的技术路线,导致处理工艺水平参差不齐,资源化产品的品质不稳定。设备更新换代滞后,运行管理体系不健全,使得先进技术难以规模化落地。同时,资源化产品如有机肥、沼气、沼渣等缺乏系统的质量标准和认证体系,影响其市场竞争力与应用推广。部分企业和农户在产品生产与应用过程中缺乏规范操作,市场上产品良莠不齐,制约了资源化产业的健康发展。因此,要推动鸡鸭粪污资源化的高质量发展,必须加大对关键技术的研发与集成创新,完善相关标准体系,健全产品检测与监管机制,从源头到终端提升全链条效能,实现产品质量与行业竞争力的双重提升。

5.2 政策引导与市场激励不足

虽然我国在粪污资源化利用方面出台了多项政策支持,但实际推广过程中,地方政策落地和执行力尚显不足。部分地区财政补贴、税收优惠、绿色信贷等激励措施不健全,导致农户、企业参与资源化利用的积极性不高。资源化产品的市场需求培育和销售渠道建设滞后,行业整体盈利能力有限,抑制了社会资本的投入热情。市场对鸡鸭粪污资源化产品的认可度和接受度也有待提升。为破解上述难题,建议进一步完善财政、金融等政策支持体系,鼓励各类主体参与资源化项目,健全项目补贴和风险分担机制。同时,加强宣传

和技术科普,提升全社会对粪污资源化利用的认知水平,营造政策引导和市场驱动协同发力的良好氛围,激发行业活力和农民参与的主动性。

5.3 管理体系与产业协同待完善

鸡鸭粪污资源化利用的产业链条长,涉及农业、环保、能源、市场监管等多个部门,当前多地管理体系尚未实现高效协同。粪污收集、运输、处理、利用等环节信息孤岛现象突出,缺乏全流程、全周期的综合管理和服务机制,资源对接和产销衔接存在明显短板。部分地方尚未建立粪污资源化的长效监管与评估机制,导致各环节衔接不畅,产业协同和社会参与度不足。为此,应强化多部门统筹和企业联动,构建跨部门、跨行业的协同管理平台,推进粪污资源化全生命周期管理。鼓励政府、企业、农民、科研院所共同参与,加强资源共享和技术交流,完善信息平台 and 产业联盟建设,打造多元共治、协同高效的产业生态,推动鸡鸭粪污资源化利用的可持续发展。

6 结语

鸡鸭养殖粪污资源化利用在土壤生态修复和农业可持续发展中具有重要的生态和经济价值。合理利用鸡鸭粪污,不仅能够有效提升土壤理化与生物学性质,修复受损生态系统,还显著提高了农业生产效益和农村产业融合水平。当前资源化利用仍面临技术、政策、管理等多重挑战,但随着技术进步、政策完善和社会认知的提升,鸡鸭粪污资源化利用将进一步释放其经济与生态潜力,成为推动绿色农业和农村生态振兴的重要力量。未来应加强技术创新和政策引导,完善产业协同与市场体系,促进鸡鸭粪污资源化利用模式的升级与推广,为我国农业绿色高质量发展和乡村生态文明建设提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 田麒麟,刘洋杨,保斯琦.畜禽粪污资源化利用及养殖污染防治技术分析[J].中国动物保健,2025,27(04):138-139.
- [2] 陈铭哲,印遇龙,何流琴.畜禽粪污资源化处理与种养循环一体化研究与思考[J].中国科学:生命科学,2024,54(07):1211-1225.
- [3] 王江.秦皇岛市农村畜禽粪污资源化利用问题研究[D].河北科技师范学院,2024.
- [4] 陆东元.浅谈养殖业后进地区规模养殖场畜禽粪污资源化利用问题与对策——以广西田阳县为例[J].畜禽业,2019,30(05):29-32+34.
- [5] 刘晶,周启升.新泰市畜禽粪污资源化利用综合措施分析[J].中国畜牧业,2024,(17):75-76.

Practical Exploration and Insights from the Pilot Program for Title Registration and Mortgage Financing of Agricultural Production Facilities

Zongyu Huang

Tongcheng Town Agricultural and Rural Comprehensive Service Center, Tianchang City, Chuzhou, Anhui, 239311, China

Abstract

As core assets of new agricultural business entities, agricultural production facilities have long faced issues such as ambiguous property rights demarcation and restricted mortgage financing, hindering agricultural modernization. This paper examines Tianchang City—one of Anhui Province's first pilot cities for agricultural production facility title registration and mortgage lending—systematically analyzing its innovative practices throughout the “title confirmation and certification—credit assessment—risk management” process, summarizes key measures behind the “first certificate, first loan” breakthrough and the formation of the “Tianchang Pathway,” analyzes the pilot's achievements in “transforming resources into assets, assets into capital, and risks into opportunities,” and proposes policy recommendations addressing issues such as inadequate financial product suitability and bottlenecks in interest subsidy policy implementation. This provides reference for similar regions nationwide to advance the financialization of agricultural production facilities.

Keywords

Agricultural production facilities; Title registration; Mortgage loans; Financial support for agriculture; Tianchang City

农业生产设施确权登记与抵押贷款试点的实践探索与启示

黄宗玉

天长市铜城镇农业农村综合服务中心, 中国·安徽 滁州 239311

摘要

农业生产设施作为新型农业经营主体的核心资产, 长期面临产权界定模糊、抵押融资受限等问题, 制约了农业现代化发展。本文以安徽省首批农业生产设施确权登记和抵押贷款试点市——天长市为研究对象, 系统梳理其在“确权颁证—评估授信—风险管理”全流程中的创新实践, 总结“首证首单”突破、“天长路径”形成的关键举措, 分析试点取得的“资源变资产、资产变资金、风险变机遇”成效, 并针对金融机构产品适配性不足、贴息政策落地瓶颈等问题提出政策建议, 为全国同类地区推进农业生产设施金融化提供参考。

关键词

农业生产设施; 确权登记; 抵押贷款; 金融支农; 天长市

1 引言

党的二十大报告明确提出“深化农村土地制度改革, 赋予农民更加充分的财产权益”, 农业生产设施作为农业生产的固定投入(如大棚、畜禽舍、冷库等), 既是农业现代化的物质基础, 也是新型农业经营主体的重要资产。然而, 受制于传统农村产权制度中“设施无证、抵押无门”的困境, 大量农业生产设施长期处于“沉睡状态”, 农业经营主体融资渠道单一、成本高企问题突出。2023年9月, 安徽省启动农业生产设施确权登记和抵押贷款试点, 天长市作为

全省首批试点市, 通过制度创新与实践探索, 成功发放全省首张农业生产设施所有权登记证及首笔抵押贷款, 形成了可复制、可推广的“天长路径”。本文基于天长市试点实践, 总结其破解农业融资难题的经验, 为深化农村金融改革提供实证支撑。

2 试点背景: 农业生产设施融资难的现实困境

农业生产设施是农业生产的“硬件支撑”, 包括标准化钢架大棚、规模化养殖畜禽舍、水产养殖设施及配套冷库、烘干房等附属建筑。据统计, 天长市试点前共有设施农业经营主体 3237 家, 涉及作物栽培设施 6210 亩、畜禽舍 1290 亩、水产养殖设施 4800 亩及附属配套 6890 套, 但其中仅少数主体能通过传统抵押(如土地经营权、房产)获得贷款, 多数

【作者简介】黄宗玉(1967—), 男, 中国安徽天长人, 本科, 高级农艺师(站长), 从事农业农村经济研究。

因“设施无合法产权证明”被金融机构拒之门外。具体表现为三重矛盾：

一是产权属性模糊：农业生产设施多建于集体土地或租赁地块，缺乏明确的产权登记规则，金融机构难以认定其合法性；

二是抵押范围受限：现有农村金融产品仅覆盖土地经营权、林权等少数抵押物，农业生产设施未被纳入银行认可的抵押品目录；

三是风险分担缺失：农业天然具有弱质性，若设施抵押物处置困难（如流转市场不活跃），银行面临“贷后风险高、不良处置难”的顾虑，放贷积极性低。

这一背景下，天门市作为全国农村改革试验区，承担起“破题”重任，通过系统性制度设计推动农业生产设施“从资源到资产、从资产到资金”的转化。

3 主要做法：全流程创新构建“天长模式”

天门市试点聚焦“确权、授信、风控”三大核心环节，通过“制度创新+服务优化+机制保障”，打通农业生产设施融资堵点，形成“政府引导、部门协同、银农互动”的闭环体系。

3.1 明晰设施产权：解决“无权可抵”问题，赋予设施合法“身份证”

产权清晰是抵押融资的前提。天门市通过“全域摸底—精准服务—三级联审”组合拳，创新颁发农业生产设施所有权登记证，为设施确权提供法律支撑。

全方位摸底，厘清底数：制定《农业生产设施确权登记操作细则》，明确登记范围（涵盖作物栽培、畜禽养殖、水产养殖及附属配套设施）、登记条件（设施权属清晰、符合规划、持续使用超1年）、登记程序（申请-初审-审核-颁证）及抵押流程。组建镇（街道）、村两级专班，对全市3237家设施农业经营主体开展“拉网式”排查，建立“一户一档”，详细记录设施类型（如钢架大棚、连栋温室）、面积（总规模2.08万亩/套）、贷款意愿（128家主体有需求）等信息，为精准施策奠定基础。

全过程帮办，优化服务：针对有贷款意愿的主体，推行“上门帮办”机制——镇（街道）、村成立帮办小组，提供“一对一”服务，协助填写申请书并完成材料初审；对暂无贷款需求但未来可能融资的主体，在镇（街道）行政服务大厅设立“设施确权咨询窗口”，开通“一站式帮办热线”（24小时响应），确保政策“找得到、用得上”。

全流程联审，高效发证：创新“市镇村三级同步审核”模式，将首批6家申请主体（如圣丰农业）的登记材料集中提交至农业农村局、自然资源和规划局、金融监管局联合审查，通过“一次申报、并联审批”，将原本需1个月的审核周期压缩至1周。2023年11月3日，天门市圣丰农业等6家主体率先获发全省首批农业生产设施所有权登记证，并现

场与银行签订1920万元贷款意向协议，标志着农业生产设施正式获得合法“户口”。截至试点后期，全市累计颁发登记证68本，登记设施原始价值超2亿元。

3.2 开展评估授信：解决“有物难押”问题，激活抵押融资功能

农业生产设施的金融价值需通过“评估—授信—流转”链条转化为可操作的信贷产品。天门市通过“扩范围、降成本、提效率”组合措施，构建适配设施特性的信贷模式。

扩大抵押担保范围：突破传统抵押物限制，将标准化钢架大棚、连栋温室、日光温室等作物栽培设施，规模化养殖场的畜禽舍、水产养殖池等生产设施，以及农产品检测房、冷库、烘干房等附属配套全部纳入抵押目录，基本覆盖设施农业全链条资产。例如，华云百合专业合作社的蔬菜大棚（建筑面积50亩）、某养殖企业的钢结构畜禽舍均被认定为合格抵押物。

创新价值评估方式：针对设施评估专业性强、费用高的痛点，采取“银行自评+第三方评估”双轨制——鼓励银行基于市场价、建造成本等自主评估（首批6家主体均采用此方式，节省费用近5万元）；同时选定2家定点评估机构，由市财政拨款50万元给予专项补贴，降低主体额外负担。评估结果经农业农村局与金融机构联合确认后，作为授信依据。

优化抵押贷款流程：依托党建引领信用村建设成果，将已取得登记证的主体纳入“信用农业经营主体库”（全市入库1510家，其中设施农业主体886家）。对于AAA级信用主体（如华云百合专业合作社），金融机构免去尽职调查环节，直接根据登记证记载的设施价值核定授信额度。例如，华云百合以蔬菜大棚抵押申请贷款，从提交申请到获批仅4天（授信200万元，首贷80万元），办理时间较传统模式缩短50%以上。

3.3 优化风险管理：解决“有资难用”问题，增强银农互信基础

农业生产的高风险性易引发银行“惜贷”情绪。天门市通过“补偿+服务+贴息”机制，构建风险共担体系，提升金融机构放贷积极性。

完善风险补偿机制：设立500万元市级农村产权抵押贷款风险补偿资金，明确补偿流程（银行先行代偿→申请补偿→部门审核→资金拨付）及分担比例（政府与银行按一定比例共担损失）。同时，将无法处置的抵押设施纳入农村产权交易中心流转交易（如设施流转变现），加速抵押物“变现回流”。

强化贷款使用指导：开展“贷款使用提升行动”，组织农技、农机专家为获贷主体提供“一对一”跟踪服务，指导设施改良、种养技术优化，避免因管理不当导致经营失败（如华云百合获贷80万元后，2名农技专家驻场指导，解决病虫害、肥料配比等问题10余项，当年特色蔬菜亩均增

收30%)。

实施贷款贴息政策：出台《现代设施农业建设贷款贴息试点方案》，对抵押贷款50万元以上且用于设施农业建设的主体，按LPR(贷款市场报价利率)的70%(不超过2%)给予贴息，单笔最高50万元。以200万元贷款为例，年贴息可达4万元(占利息支出的55%以上)，显著降低主体融资成本。2024年累计发放贴息资金102.17万元，惠及23家企业。

4 实践成效：从“首证首单”到“天长路径”的多重突破

经过一年多的试点，天长市农业生产设施融资实现“从0到1”的跨越，形成“确权赋能—金融活水—主体壮大”的良性循环。

4.1 物权设立：资源变资产，产权价值显性化

通过颁发农业生产设施所有权登记证，首次将设施纳入农村产权体系，赋予其“可确权、可流转、可抵押”的财产属性。截至试点后期，68本登记证对应的设施原始价值超2亿元，设施农业经营主体的“沉睡资产”被激活为可用于融资的“优质抵押物”，打破了“设施无产权、银行不认可”的传统局限。

4.2 信贷落地：资产变资金，融资渠道多元化

创新的小额信贷模式(一次授信、随借随还、循环使用)与高效审批机制，大幅提升了金融服务的可得性。截至2024年底，全市累计授信2200万元，发放抵押贷款8笔、金额1170万元(如华云百合80万元、圣丰农业120万元等)，加权平均利率低于普通农业贷款1.5个百分点，切实缓解了主体“融资难、融资贵”问题。

4.3 生态优化：风险变机遇，主体活力增强

通过风险补偿、贴息政策的叠加，金融机构放贷积极性显著提升——试点期间新增涉农贷款中，设施农业抵押贷款占比从0提升至3.2%；新型农业经营主体数量快速增长(2024年新增家庭农场255家，总数达2329家；农民专业合作社760个，县级以上示范主体379家，占比12%；市级以上龙头企业47家)，农业规模化、集约化水平持续提高。

5 问题反思与政策建议

尽管天长市试点取得阶段性成效，但仍面临部分制约因素，需在更高层面完善政策支持。

5.1 存在问题

一是金融机构适配性不足：目前省级层面仅部分银行(如建行)开通蔬菜大棚抵押贷款，多数农业生产设施(如畜禽舍、水产养殖设施)尚未纳入抵押目录，天长市前期颁发的68本登记证中，仅部分主体获得贷款，“证多贷少”

现象突出。

二是贴息政策落地瓶颈：2024年省财政安排天长市贴息资金300万元，但因贷款总量限制(仅23家企业申请102.17万元)，剩余资金未充分使用，且现行贴息仅覆盖固定资产贷款，流动资金贷款需求未被纳入。

三是颁证成本与效益失衡：登记证需实地测绘(每本成本超500元)，在抵押贷款未全面铺开时，部分主体因“无实际融资需求”不愿承担颁证费用，造成前期投入浪费。

5.2 政策建议

加强金融产品适配性：建议省级金融监管部门牵头，组织银行机构针对不同类型农业生产设施(如畜禽舍、水产设施)开发专项抵押贷款产品，扩大抵押物范围；鼓励银行简化审批流程，参考天长市“信用+登记证”模式，将设施产权作为核心授信依据。

优化贴息政策设计：调整贴息资金用途限制，将设施农业主体的流动资金贷款(如购买农资、支付人工)纳入贴息范围；提高贴息比例(如LPR的80%)或延长贴息期限，降低主体综合融资成本；建立贴息资金动态调整机制，根据实际贷款需求灵活分配额度。

分阶段推进确权登记：对暂无融资需求的主体，暂缓颁发登记证(降低测绘成本)，待金融机构产品完善后“按需申领”；对已申请但未获贷的主体，保留登记资格并纳入重点培育库，通过信用评级提升逐步满足贷款条件。

6 结语

天长市农业生产设施确权登记与抵押贷款试点的实践表明，通过制度创新将农业“固定资产”转化为“金融活水”，是破解新型农业经营主体融资难题的有效路径。其“确权赋能—评估授信—风险共担”的全流程模式，不仅为全省乃至全国提供了可复制的“天长经验”，更验证了农村产权金融化的可行性。未来需进一步强化顶层设计、优化金融供给，推动农业生产设施从“沉睡资源”向“振兴动能”全面转化。

参考文献

- [1] 确权如何影响农户宅基地流转意愿. 王兆林;李然;王浩仪.农村经济管理学报
- [2] 三权分置”背景下土地经营权登记的路径选择[J]. 王尚飞.自然资源情报,2024(01)
- [3] 宅基地跨村配置改革的试点探索与政策启示. 周丽;高强.华南农业大学学报(社会科学版),2025(04)
- [4] 控制权视角下宅基地退出的治理机制. 贺林波;李甜.农村经济,2025(03)
- [5] 宅基地用地许可撤销程序的行政过程论分析. 慕良泽;简丽琴.中国土地科学,2025(07)

Changes in incidence rate of respiratory diseases in yaks under the background of climate change and coping strategies

Ren qing xian ji

Maixiu Animal Husbandry and Veterinary Station Zeku County, Huangnan State, Qinghai, 811401, China

Abstract

This paper studies the change of incidence rate of respiratory diseases in yaks and coping strategies under climate change. Global warming has led to an increase in extreme weather conditions and an impact on animal husbandry, resulting in a high incidence of respiratory diseases among yaks in the Qinghai Tibet Plateau, which accounts for over 90% of the world's population in China. The article first elaborates on the correlation theory between climate change (temperature rise, precipitation change, extreme weather increase) and the disease, including the climate characteristics of the Qinghai Tibet Plateau, the respiratory adaptation characteristics of yaks, and the climate impact mechanism; The data of Yushu in Qinghai, Naqu in Xizang and Ganzi in Sichuan from 2014 to 2024 were used to reveal the trend of incidence rate and its correlation with temperature, humidity and pressure; Furthermore, the incidence characteristics of four common diseases were analyzed, and strategies were proposed from four dimensions: feeding management, disease prevention and control, scientific research promotion, and policy guarantee. Studying and clarifying the correlation patterns provides a basis for prevention and control, which is of great significance for the sustainable development of the high-altitude yak industry.

Keywords

Climate change; Respiratory diseases; Coping strategies; Case analysis; Epidemic prevention and control

气候变化背景下牦牛呼吸道疾病发病率变化及应对策略

仁青先吉

泽库县麦秀镇畜牧兽医站, 中国·青海 黄南州 811401

摘要

本文研究气候变化下牦牛呼吸道疾病发病率变化及应对策略。全球变暖致极端气候增多、畜牧业受冲击,我国占全球90%以上的青藏高原牦牛呼吸道疾病高发。文章先阐述气候变化(气温升、降水变、极端天气增)与该病的关联理论,含青藏高原气候特点、牦牛呼吸道适应特征及气候影响机制;再借青海玉树、西藏那曲、四川甘孜三地2014-2024年数据,揭示发病率趋势及与温、湿、压等的相关性;还分析四种常见疾病发病特征,最后从饲养管理、疫病防控、科研推广、政策保障四维提策略。研究明确关联规律,为防控提供依据,对高原牦牛产业可持续发展意义重大。

关键词

气候变化; 呼吸道疾病; 应对策略; 案例分析; 疫病防控

1 引言

在全球气候变化下,人类排放温室气体致气温显著上升,极端气候增多,畜牧业受冲击明显。CGIAR预测,全球升温1°C,饲料作物产量降10%,还会引发家畜生长受阻、牧场破坏等问题,形成恶性循环。牦牛是青藏高原关键种,提供生活资料、有文化价值且参与生态循环,我国饲养量占全球90%以上。但高原特殊气候使牦牛呼吸道疾病高发,如急性肺炎、肺虫病等,严重影响其生长性能,损害牧民收

入。本研究旨在剖析气候变化与牦牛呼吸道疾病发病率的关联,明确发病规律,为防控提供依据,对保障牦牛健康、推动高原畜牧业可持续发展、促进区域经济稳定意义重大。

2 气候变化与牦牛呼吸道疾病的关联理论

全球气候变化呈多维度显著趋势。自工业革命以来,大量温室气体排放致全球平均气温持续攀升,据世界气象组织(WMO)数据,过去一个世纪全球平均气温已升约1.1°C,且升温仍在持续,北极等中高纬度地区升温速率达全球平均2.5倍。同时,全球降水模式改变,部分地区降水增加、部分地区干旱加剧,如非洲部分地区干旱致水资源短缺与土地沙漠化,亚洲部分地区极端降水事件增多。青藏高原作为气候变化敏感区域,气温上升速度高于全球平均,近几十年来

【作者简介】仁青先吉(1985—),女,藏族,中国青海黄南州人,助理兽医师,从事高原牛羊常见疾病防控及治疗研究。

平均气温每 10 年升 0.3℃-0.4℃，致冰川融化加速，威胁水资源安全，且极端天气事件频发，严重破坏当地畜牧业、农业及基础设施。牦牛长期生活在青藏高原高寒、缺氧、低气压的极端环境，经自然选择进化出独特呼吸道结构以适应环境。其鼻腔宽大复杂，能增加空气与黏膜接触面积，实现冷空气预热加湿并提升过滤净化效率；气管短粗、直径大于普通牛种，可减小气流阻力，满足低氧环境下快速摄氧与高效呼吸需求；肺部肺泡多且壁薄、微血管丰富，能扩大气体交换面积，加快气体扩散并提升氧气摄取运输能力^[1]。气候变化从多方面影响牦牛呼吸道疾病。温度上，升温加重体温调节负担、降低免疫力，引发热应激致呼吸急促、黏膜干燥，破坏防御屏障，气温波动与寒冷低温也会增加发病风险；湿度上，过高利于病原体滋生（如延长肺炎支原体存活时间），过低则使黏膜干燥、纤毛运动减弱、自净能力下降；气压异常波动会影响呼吸调节功能，低气压增加呼吸肌负担、致呼吸道疲劳。此外，气候变化还通过改变病原体特性、媒介生物分布及生态系统，间接增加牦牛呼吸道疾病发病率。

3 气候变化背景下牦牛呼吸道疾病发病率变化的案例分析

本研究选取青藏高原地区具有代表性的青海玉树、西藏那曲及四川甘孜三个区域作为案例研究对象，这些地区均为牦牛主要养殖区域，且气候条件、地理环境和养殖模式存在差异，青海玉树平均海拔超 4000 米、气候寒冷干燥，西藏那曲地处藏北高原、平均海拔 4500 米以上、气候高寒且昼夜温差大，四川甘孜地势起伏大、海拔跨度广、气候复杂多样；在数据收集上，通过与当地畜牧兽医站合作收集 2014-2024 年牦牛呼吸道疾病发病记录，深入养殖场调研了解饲养管理与疾病发生情况，利用气象部门获取同期气象资料，并对数据严格审核筛选、处理异常与缺失值。通过数据分析发现，不同地区牦牛呼吸道疾病发病率变化趋势不同，青海玉树发病率整体呈上升趋势，2014-2024 年从 15% 升至 25%，2020-2021 年因极端低温出现跳跃式增长，且冬季发病率占全年 60% 以上；西藏那曲发病率波动较大，2014-2017 年稳定在 18% 左右，2018-2020 年因降水异常增多升至 30%，2021-2024 年随降水正常降至 22%，冬季与春季发病率较高；四川甘孜不同海拔区域差异明显，高海拔区域（4000 米以上）2014-2024 年从 16% 升至 24%，低海拔区域（3000 米以下）稳定在 10%-12%，高海拔区域冬春季发病率高，低海拔区域夏季因高温高湿和蚊虫滋生发病率相对高。运用统计分析探究发病率与气候变化因素的相关性，结果显示发病率与气温呈显著正相关，青海玉树气温每升 1℃ 发病率增 2.5%，西藏那曲每升 1℃ 增 3%；发病率与降水相关性复杂，青海玉树和西藏那曲呈正相关（那曲降水量每增 10 毫米发病率增 1.5%），四川甘孜低海拔区域呈负相关；湿度与发病率呈显著正相关，相对湿度超 70% 时发病率明

显升高；气压与发病率的相关性在高海拔地区突出，青海玉树、西藏那曲等地随气压降低发病率上升，海拔 4500 米以上区域气压每降 10 百帕发病率增 2%。

4 常见牦牛呼吸道疾病在气候变化下的发病特征

在气候变化影响下，牦牛的急性肺炎、慢性支气管炎、肺虫病、肺炎支原体感染呈现出不同的发病特点与症状。急性肺炎在气温波动大的秋冬及冬春交替季节发病率显著上升，气候变暖导致的极端天气如暴雨暴雪后的骤冷，易使牦牛抵抗力下降增加感染风险，病牛初期体温超 40℃、精神萎靡且干咳，后期转为湿咳、呼吸急促（每分钟 40-60 次），严重时张口呼吸、口唇鼻尖发绀，肺部会出现充血水肿、肺泡内充满炎性渗出物，严重者有化脓性病变；慢性支气管炎与长期寒冷潮湿环境、空气污染相关，青藏高原冬季漫长寒冷且牛舍通风差，气候变暖使夏季高温高湿环境延长其发病时间，病程可达数月甚至数年，初期清晨或运动后轻度干咳，后期发展为持续性咳嗽且有白色黏液状痰液，寒冷或天气变化时症状加剧，后期因气道炎症阻塞出现呼吸困难、活动耐力下降，影响牦牛进食休息与生长；肺虫病由肺线虫寄生引起，气候变暖扩大其中间宿主螺类、蛞蝓的活动范围并加快繁殖，降水模式改变导致的牧场高湿度利于虫卵幼虫存活传播，温暖湿润环境缩短肺线虫生活史、延长感染性幼虫存活时间，增加牦牛感染风险，病牛表现为不同程度咳嗽、呼吸困难、食欲减退、体重减轻，严重时死亡；肺炎支原体感染几率随气候变化上升，气候变暖改变空气流动性利于其在牛群传播，温湿度变化增强其外界存活繁殖能力，养殖密度大的地区传播更甚，病牛有持续性干咳（夜间明显）、体温升至 40-41℃、食欲不振等症状，后期可能呼吸困难引发肺炎，还会导致牦牛生长缓慢、免疫力下降^[2]。

5 应对气候变化下牦牛呼吸道疾病的策略探讨

5.1 饲养管理优化策略

改善牛舍环境是降低牦牛呼吸道疾病发病率的关键。牛舍需选地势高、干燥、通风向阳处，避免潮湿寒冷空气积聚，雨季提前检查排水系统防积水生霉；建筑设计保证空间充足，每头成年牦牛活动空间不少于 6-8 平方米，犊牛栏舍增设防护栏防踩踏应激。通风采用自然与机械结合，夏季侧重自然通风散热，冬季机械通风控换气频率，既降氨气、硫化氢等有害气体浓度，又避温差过大。清洁消毒需规律，每周至少全面清扫 1 次，重点清理料槽、饮水器周边残渣；每月用过氧乙酸、氢氧化钠等消毒 2-3 次，消毒后通风 2 小时再让牦牛进入，确保灭病原体无残留。合理调整饲养密度同样重要，过高密度会增疾病传播风险、恶化环境，需按年龄和生长阶段定密度：犊牛每平方米 1-2 头，育成牛每平方米 0.8-1 头，成年牛每平方米 0.5-0.8 头。每天观察牛群采食、活动状态，每周分群调整 1 次，及时将体质弱、有咳嗽流涕

等疑似症状的牦牛隔离至单独栏舍，防疾病扩散。此外，需注重饲料管理与营养均衡。提供优质多样饲料，粗饲料优先选青贮饲料、苜蓿干草，青贮时控水分 0%-70% 防霉变；精饲料科学配比，保证蛋白质、钙磷等矿物质及维生素充足。冬季枯草期，精饲料投喂量从每日 1.5 公斤增至 2 公斤，额外补维生素 A、D、E，其中维生素 A 修复呼吸道黏膜，维生素 E 增强抗氧化能力。饮水管理不可忽视，全天供清洁饮水，冬季用加热装置将水温控制在 10℃ -15℃，避冷水刺激引发呼吸道血管收缩，降感染风险。

5.2 疫病防控技术策略

疫苗研发与应用是重要预防手段。需加大投入推动科研机构与企业合作，研发多联多价疫苗（如防肺炎支原体、巴氏杆菌等联合疫苗），减少接种次数与成本；按当地疫病流行情况及免疫程序，于春秋季节关键期接种，保障疫苗冷链运输储存，定期检测血清抗体以调整免疫策略。早期诊断技术可助力精准防控。推广实时荧光定量 PCR（快速定量检测病原体，灵敏度高）、ELISA（检测特异性抗体）等技术，快速准确诊断；还可结合大数据与 AI 分析养殖、症状及检测数据，建立疾病预测模型实现提前预警^[3]。药物防治需科学实施。发病时依病原体种类与药敏结果选药，细菌性疾病用青霉素、氟苯尼考等抗生素，病毒性疾病以对症治疗为主；严格按剂量疗程用药，避免滥用耐药，遵守休药期规定，保障肉奶质量安全。

5.3 加强科研与技术推广策略

加大科研投入是防控技术创新基础。政府及相关部门需设专项基金，鼓励科研机构、高校开展基础与应用研究，如深入探究气候变化对病原体传播、牦牛免疫功能的影响，支持新型疫苗、诊断技术等研发；可投入资金开展病原体基因组学研究，挖掘药物靶点与疫苗抗原，为技术突破奠定基础。培养专业人才是防控工作关键。加强畜牧兽医专业教育，在高校、职校设相关课程；通过培训班、研讨会培训基层人员与养殖户，内容涵盖诊断、疫苗接种等；鼓励科研人员深入基层指导，如组织团队定期到养殖场解决问题，提升实操能力。推广防控技术可提升防控效果。借助互联网、手机 APP 搭建推广平台，发布信息并提供咨询；编写发放技术手册与科普资料；建示范养殖场，展示牛舍建设、饲养管理等先进技术，以示范带动技术广泛应用。

5.4 政策支持与保障策略

政府在政策、资金、补贴方面的支持，是应对气候变化下牦牛呼吸道疾病的关键保障。政策上，需制定法规规范

牦牛养殖行业，出台绿色生态养殖政策，引导养殖户改善养殖环境、减少污染以降低疾病风险；同时健全动物疫病防控体系，明确部门职责与协作机制，提升防控效率。例如，制定牦牛养殖污染排放标准，要求养殖场治理粪便、污水污染；建立动物疫病监测预警机制，实时掌握疫病动态，为防控决策提供科学依据。资金方面，要加大牦牛呼吸道疾病防控投入，设立专项防控资金，用于疫苗采购、诊断试剂研发、技术培训及疫情监测等工作；支持科研机构与企业开展防控技术研发创新，对取得重大成果的单位和个人予以奖励；还需资助养殖场基础设施建设，改善牛舍条件、提升养殖设施现代化水平。比如，政府每年安排财政资金采购疫苗，为养殖户免费提供接种服务；对相关防控技术研发项目给予资金资助，推动技术突破。补贴上，实施养殖补贴政策以降低养殖户成本与风险。对购买优质饲料、兽药、疫苗的养殖户给予补贴，鼓励其采用科学养殖与防控措施；对因自然灾害、疫病遭受损失的养殖户，给予经济补偿以助其恢复生产。例如，补贴冬季为牦牛购买保暖垫料、优质干草的养殖户；对因疫病致牦牛死亡的养殖户，按标准补偿，减轻其经济负担，保障生产积极性。

6 结语

本研究明确，气候变暖使青藏高原气温升、降水变、极端天气多，致青海玉树、西藏那曲、四川甘孜等地牦牛呼吸道疾病总体发病率上升，且发病季节与地域有差异，四种常见呼吸道疾病发病特征也受气候影响改变，并据此提出饲养管理、疫病防控等应对策略。研究创新在于多学科结合、多地区案例分析及先进数据分析，突破单一学科局限，但存在数据时空覆盖不足、研究方法较单一、部分应对策略待验证等问题。未来可扩大数据范围建精准预测模型，加强机制研究，研发新型防控技术与产品，推动成果转化，助力牦牛产业可持续发展。

参考文献

- [1] 周毛加高寒牧区牦牛呼吸道疾病病原谱分析及综合防控技术探究[J].中国动物保健,2025,27(6):60-61.DOI:10.3969/j.issn.1008-4754.2025.06.029.
- [2] 蒋娇娇,岳华,汤承.一起牦牛呼吸道疾病的病原学诊断[J].中国动物检疫,2023,40(1):29-34.DOI:10.3969/j.issn.1005-944X.2023.01.006.
- [3] 仁则翁姆.高原牦牛常见呼吸道疾病特点与治疗[J].农经,2023,(1):58-60.DOI:10.3969/j.issn.1001-8573.2023.01.021.

The Concept of Development and Utilization of the Anhui Taihu Mountain Complex Agricultural System

Jianwen Zhu

Agricultural and Rural Service Center Jinxi Town Taihu County, Anqing, Anhui, 246400, China

Abstract

The Anhui Taihu Mountain Complex Agricultural System was successfully included in the list of the sixth batch of China's important agricultural heritage candidate projects in July 2021. Located in the Dabie Mountains of our county, centered around Huating Lake, it involves 9 townships, with its core areas being Tangquan Township, Siqian Town, Jinxi Town, and Tianhua Town. This system has a history of over 4,000 years. Based on the village site selection principle of "backed by mountains and facing water, surrounded by mountains and embraced by water, with an open Mingtang and gates guarded by lions and elephants," suitable river valley areas were chosen, and houses were built along the mountains and beside the water. Generation after generation, this agricultural system has evolved, gradually forming folk culture, dietary culture, folk art, the tradition of farming and reading, and Buddhist Chan culture, all closely related to agricultural activities. It exhibits typical characteristics of the integration of immigrant culture and local culture, and has formed a land use pattern centered on defensive dwellings known as "large house architecture," characterized by "forest-village-pond-field-river." This is a concentrated manifestation of the scientific utilization of mountainous water and soil resources for survival by the people of the Dabie Mountains.

Keywords

Agricultural culture; Inheritance; Protection; Taihu County; Mountain complex agriculture

安徽太湖山地复合农业系统开发利用的构思

朱剑文

太湖县晋熙镇农业农村服务中心, 中国·安徽 安庆 246400

摘要

安徽太湖山地复合农业系统, 2021年7月成功入选第六批中国重要农业文化遗产候选项目名单。位于我县以花亭湖为中心的大别山区, 涉及9个乡镇, 其核心区为汤泉乡、寺前镇、晋熙镇、天华镇。该系统发展至今已有4000多年的历史, 依据“背山面水, 山环水抱, 明堂开阔, 狮象把门”的村落选址原则, 选择符合要求的河谷地带, 倚山邻水修建村舍。以该农业系统为基础世代繁衍, 逐渐形成与农事密切相关的民俗文化、饮食文化、民间艺术、耕读传家思想、佛教禅宗文化等乡土文化, 具有移民文化与本土文化融合的典型特征, 并形成了以防御性民居“大屋建筑”为核心的“林-村-塘-田-河”土地利用格局, 是大别山区人民科学利用山区水土资源谋生存的集中体现。

关键词

农业文化; 传承; 保护; 太湖县; 山地复合农业

1 领导重视, 发掘保护, 巧妙利用促振兴

习近平总书记在向全球重要农业文化遗产大会致贺信中指出, 坚持在发掘中保护、在利用中传承, 不断推进农业文化遗产保护实践。农业遗产与农耕文化互为表里, 是先民万年农耕实践的智慧结晶, 是祖先留给我们后人的宝贵财富, 具有跨越时空的永恒价值。

我国自古就是农业大国, 有近万年的农耕史, 在“春生夏长, 秋收冬藏”的传统劳作节奏中, 留下了众多历史悠久、荫庇今人的农业文化遗产, 必将在“望得见山、看得见水、

记得住乡愁”的同时, 为世界农业文化遗产保护和农业农村可持续发展贡献中国方案、中国智慧。

我们将积极做到保护传承与开发利用相结合, 全面梳理山地复合农业系统资源禀赋, 在整体环境可承载的范围内, 因势利导发展农业特色产业、文旅产业。按照“一村一品, 一镇一特”原则, 选准“核心区”, 重点发展复合农业特色产品, 逐步串联传统村落, 形成农旅、文旅、研学等产品体系, 建成一批农业体验型、艺术采风型、文旅康养型民宿景点, 不断丰富传统村落旅游业态, 提升商业价值。“护住乡土、留住乡亲、记住乡愁”, 发掘传统文化与乡村产业发展的内在联系, 彰显非遗独特价值, 在农耕文化中汲取精神力量, 助推乡村振兴, 为实现和美乡村建设增添动力^[1]。

【作者简介】朱剑文(1967—), 男, 高级农艺师, 从事乡村产业指导研究。

太湖山地复合农业系统的保护和开发意义重大,太湖县山区河谷农业至今仍然保留的传统小农农业模式,是以“大屋建筑”为核心的山区河谷农业系统,反映了大别山区农耕发展史和传统农业模式,对其保护可充实我国土地利用类农业文化遗产地域类型,也为我国保留大别山区传统农耕文化的活态样本。太湖县独有的地理、气候及生态环境条件孕育了品质优良的粮食作物、畜牧品种和鱼类资源。保留下来的大面积的、持续稳产的农业生产系统,一方面说明太湖山地复合农业系统在太湖地区有悠久的历史,另一方面也说明该农业系统是与当地的生态环境条件是相适应、相协调的,其长期形成的传统农业栽培管理方式也是科学的、合理的。山地梯田轮作、间套作、林下养殖和水产养殖的历史就是一个“人与自然环境”生态关系和谐发展的历史。

首先,坚持在发掘中保护。我国是最早响应并积极参与全球重要农业文化遗产保护倡议的国家,经过多年努力,探索出一条农业文化遗产动态保护与可持续发展道路。比如,在平缓地带开垦农田,在缓坡地发展林果业和畜牧业,在陡坡地带种植水源涵养林,在村庄内修筑水塘发展水产养殖,形成了自给自足的农林牧渔复合农业系统。

其次,在利用中传承。农业文化遗产大多处于经济落后、生态脆弱、文化丰厚的地区,如果过分强调“原汁原味”而忽视了区域发展,无法调动当地居民的积极性,难以实现保护的目。因此,需要在利用中传承,不断推进农业文化遗产保护实践。比如,汤泉乡龙潭古寨,全村总面积12平方公里,整个地形呈长方形,地势较高,山色秀美、溪流潺潺,空气清新,村内古民居、古建筑保存完好,“小桥、流水、人家”的美丽风景在此展现,是集山水、原生态、农家乐、古民居优势为一体的村庄。该村传统农业系统以种植业为主导,兼种多经作物。水田以种植水稻、小麦、油菜为主,旱地主要以种植豆类、山芋、油茶等多经作物居多^[2]。

2 广泛宣传, 统筹谋划, 建点示范促引领

太湖山地农业复合系统是人类在与自然长期协同发展中创造的、世代传承并赖以生存的农业系统。我县农耕历史悠久,农业文化遗产丰富多样,承载着太湖人民生生不息的基因密码,彰显着太湖人民的思想智慧和精神追求,具有保障供给、就业增收、保护环境、传承文化等多重价值,至今仍发挥着较强的生产、生态功能,保护传承农业文化遗产具有多方面的重要意义。

鉴于太湖山地复合农业系统的遗产重要性,为了更好的对其保护和利用,建议成立专门机构,建立体系,明确重点,选准核心,统筹谋划,科学推进。成立领导小组,整体规划好项目建设的发展体系,出台相应的政策措施,结合山地复合农业系统的特点,因地制宜找准项目发展重点建设内容,选好项目建设的核心区域,建设好重点项目核心区,培育好示范乡镇、示范村、示范合作社(主体)、示范户,串

点连线、连线成片、以片带面。按照“有标采标、无标创标、全程贯标”要求,以质量信誉为基础,创响一批乡村特色知名品牌,扩大市场影响力。以区域公用品牌、企业品牌、产品品牌夯实乡村产业发展品牌之路。

保护山地复合农业系统遗产,要坚定传统文化自信。要加强宣传,通过各种媒体对遗产地的农业生态、农业文化、农业景观实施品牌宣传与产品营销,以提高遗产地的知名度和生态产品的附加值。通过设立高速路指示牌、广告等传媒,进一步扩大农业文化遗产及相关景观的知名度。通过学术会议、设立科学研究课题等方式,加大对农业文化遗产内涵的挖掘力度。

保护山地复合农业系统遗产,要与现代农业相结合,根据市场和资金的情况,统筹兼顾,分步实施,合理安排建设项目。要结合农业功能、服务业功能与旅游功能,做到统一规划,协调发展。现代农业发展不仅仅是生产工具和生产过程的现代化,更是生产理念的现代化。从过去的追求吃得饱,追求产量,到如今强调吃得好,讲究生态、健康、特色,而各地因地制宜传承下来的农业文化遗产实际上就代表了农业生产的地方特色,提高农产品品牌附加值的富矿必须深入挖掘、打造地域特色,通过具象化的农产品来彰显地域特色和文化特色,进而提升农业的品牌价值,在保护中提高农产品收益和农民收入。

保护山地复合农业系统遗产,要坚持生态文明底线。过去数十年,以化肥、农药为主要生产投入品的农业生产,造成了环境污染、降低了土壤肥力、地下水资源骤减等问题,这也是工业化思维发展农业的弊端,而农业文化遗产将生态系统保护、资源持续利用贯穿于生产过程中,是综合利用、循环利用、绿色利用的生态循环农业,是“绿水青山就是金山银山”的典范。

保护山地复合农业系统遗产,要积极主动,结合农业品牌打造稳步推进。紧紧围绕优质粮食、优质瓜菜、优质茶叶和果蔬、油茶、安全畜产品、生态观光等农业优势产业,安庆六白猪、太湖黄牛、花亭湖鳊鱼以及天华谷尖等名优特产获得国家地理标志产品。太湖县种质资源丰富,当地政府一直持续加强对种质资源的保护和利用,2019年太湖县被列为安徽省第三次全国农作物种质资源普查与收集行动实施县。主要畜禽种质资源有国家级畜禽遗传资源保护品种——安庆六白猪和安徽省畜禽遗传资源保护品种——大别山黄牛、淮南麻黄鸡。通过政府支持,企业发展,围绕县域特色和品种资源,现已建成大别山小黄牛国家级核心育种场、安庆六白猪省级保种场、淮南麻黄鸡保种场,培育出“太湖黑山猪”、“太湖小黄牛”、“太湖小黄花鸡”等特色产业,有效加强了本地畜禽种质资源的保护。高度重视生态循环和生态旅游农业发展,坚持绿色发展、可持续发展,坚持生产与生态并重,促进农业与文旅结合,促进了产出高效、资源节约、环境友好、产品安全型农业快速发展,取得了明

显成效^[3]。

3 精细培育、合理开发，科学布局促品质

农业文化遗产保存着珍贵的传统种质资源、完善的传统耕作技艺、丰富的生物多样性、独特的生态文化景观等，合理开发利用农业文化遗产的丰富资源，对于拓展农业多种功能，发掘乡村多元价值，发展乡村新业态都具有十分重要的作用，可以带动农民就业创业、增收致富，为全面推进乡村振兴赋能。国家积极开展农业文化遗产挖掘与保护，在中央一号文件等中央政府文件以及多部委联合出台的相关文件都提出农业文化遗产挖掘与保护工作，大力助推农业文化遗产发展。太湖山地复合农业系统即将迎来新的发展阶段，实现保护和弘扬传统农耕文化、促进其农业可持续发展、丰富休闲农业发展资源以及促进农民就业增收的目标。党的十九大报告做出了按照“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的要求实现乡村振兴，为我国未来农业、农村发展提供了纲领性的指导。

坚持农业农村优先发展，全面推进乡村振兴、深入实施中华优秀传统文化传承发展工程，强化重要文化和自然遗产、非物质文化遗产系统性保护，推动中华优秀传统文化创造性转化、创新性发展。乡村振兴战略为太湖山地复合农业系统的发展带来了空前契机，有助于鼓舞传统农业在当代时代的发展，缓冲现代农业技术的压力；缓解乡村污染问题，促进乡村生态建设；发展绿色粮食产业，促进区域经济发展；持续注入先进知识，强化农业文化遗产队伍。县政府有关部门重视农产品安全，对有机农产品、绿色农产品、无公害农产品和地理标志等进行了多项认证，确保农产品的安全性。太湖山地复合农业系统不仅具有历史、文化、科研价值，也有独具景观特色的梯田农作系统、传统民居和禅宗寺庙等自然和人文景观，这样的景观独特性和地方文化遗存是极具潜力的旅游和教育资源，具有发展休闲农业的各种要素和条件，是人们颐养身心、欢度假日、亲子休闲的重要候选地。

在太湖县农业农村局的主导下，以乡村产业全面振兴为引领，充分发挥其对现代农业建设的引领和辐射带动作用。从2023年起，建立以寺前镇、天华镇、汤泉乡为中心的生态农产品生产-加工基地，以晋熙镇为中心的生态农产品生产-加工-销售基地。遗产地生态产品产业功能分区生态农业基地主要发展以水稻、商品牛、生猪、肉鸡、龙虾、茶叶、板栗、油茶等为主要作物的有机种植和绿色种植农业以及畜禽类的饲养业等；生态农产品加工业，即以生态农业基地为主要原料供应地发展生态农业品深加工和绿色、有机副食品加工业，以具文化内涵的观赏和食用俱佳的、多样的深加工食品。构建特色牲畜养殖生产区，如百里、北中、晋熙等镇，重点发展六白猪、程岭黑猪、黄牛、羊、小黄花鸡等优势特色畜禽规模化养殖，延伸产业链，实现育种、养殖、收购、加工、销售和饲料供应一体化发展。发展茶叶、油茶

生产区，天华、牛镇、寺前、汤泉、百里、北中、弥陀、城西等乡镇，发展茶叶和油茶产业，提高农民收入，加快推进乡村振兴，把茶产业做成山区的支柱产业；继续完善“一村一品”经济格局，优化提升油茶、茶叶、水产品、生态笋竹、畜禽和干鲜果等优势产业品质。加快推进绿色有机农产品的深加工，以生态、健康为理念，做大做强绿色有机食品产业。开展绿色食品、有机农产品和地理标志农产品的认证工作，促进标准化、规模化生产，提高产品品质，在有机认证的基础上，推动农业绿色生产认证100亩。到2030年，认证率达到40%以上，农产品统一销售率达到75%以上。培育龙头企业扶植有影响力企业：围绕安庆六白猪、太湖鳊鱼、大别山黄牛、小黄花鸡、天华谷尖、二祖禅茶等名优特产，培育3-5家以农产品深加工为重点的龙头企业，如以程岭山黑猪养殖为重点，大力扶持企业发展六白猪产业，打造全国的黑猪之乡，扶持3家左右质量上乘、信誉卓著，力争做成国内知名的农产品加工龙头企业。以“促进牛羊养殖，提供优质食品”为主线，依靠太湖县久鸿农业综合开发有限公司、太湖县沙湖农业发展有限公司等企业，建立牛羊良种繁育体系。充分发挥艺术酒店等现有注重文化内涵挖掘、热心社会公益事业的旅游开发企业的示范带动作用，积极发展农、加工、旅游业综合经营的龙头企业，通过龙头企业的示范带动作用，不断壮大产业基地规模。2030年，农产品和副食品加。树立品牌：加强产品质量安全监督检验，提高产品质量；强化品牌意识，增加科技投入，强化宣传，打造“太湖农产品”名牌精品。完善配套服务业：积极发展现代物流和服务业，健全电子商务信息平台，加大新闻媒体宣传推介力度，拓宽果品销售渠道。培育新型的农业生产合作组织推广“企业+基地+农户”模式：鼓励企业采用“企业+基地+农户”的发展模式，加强农户技术支持与监督，保障产品质量，带动农民致富。培育农业生产专业户，合作社带头人及农业企业、专业大户、家庭农场经营者等新型职业农民培训，引导善于创新、有探索精神、有品牌意识的新型职业农民通过承包的方式扩大种植面积，给予经济补偿和信贷支农等政，提高农户收益，扶持10家经营100亩以上的“农业生产专业户”。推行农业专业合作社生产模式：通过政策优惠、资金支持、技术培育等措施，鼓励农户自主的建立农业专业合作社，提高农业生产效益，降低农业风险，使农民增收，进而使农业文化遗产得以保护。到2030年，培育一批国家级、省级、市级农民专业合作社示范社，农民专业合作社标准化生产率达到70%以上。

山地复合农业系统兼具生态保护与产业发展双重价值，推动其保护开发与乡村产业高质量发展，需立足资源禀赋、聚焦关键环节，从生态筑基、科技赋能、融合增效三方面精准发力，实现生态效益与经济效益双赢。

一要筑牢生态保护底线是前提。山区生态脆弱性决定了产业发展必须以保护为根基，坚守“三位一体”耕地保护

制度,通过秸秆还田、绿肥种植等措施提升耕地地力。依托垂直气候带特征,构建林下经济、立体种养等生态友好型模式,在保护生物多样性的同时提高土地利用率。推进农业投入品减量化,推广测土配方施肥、绿色防控技术,健全畜禽粪污、废旧地膜资源化利用体系,筑牢农业生态安全屏障。

二要强化科技赋能支撑是关键。针对山区地形复杂、机械化难度大的痛点,研发推广微型轨道运输机等轻型农机具,破解人力运输瓶颈。借力物联网、大数据技术,搭建智能监测平台,实现灌溉、遮阳等环节精准管控,加强与科研机构合作,培育适应山区环境的节水抗旱、优质高产品种,推广水肥一体化、集雨节灌等实用技术,以农业新质生产力突破自然条件限制。

三要深化三产融合增效是核心。打破产业壁垒,推动农业与文旅、康养等业态深度融合,打造采茶体验、星空营地等特色场景,让农产品附加值得倍增。以县为单位统筹片区

发展,构建优质农产品单品产业链,避免碎片化竞争,实现“一区一链”协同发展。挖掘山区特色文化,将民俗风情、传统技艺融入产业发展,培育地域特色 IP。探索碳汇交易等新型价值实现路径,让生态优势转化为经济优势,激活乡村产业内生动力。

山区乡村产业高质量发展,需坚持保护与开发并重、科技与文化赋能、单打独斗向集群发展转变,方能走出一条生态美、产业兴、百姓富的可持续发展之路。

参考文献

- [1] 欧金梅,邵徐,杨青山.安徽太湖山常用药用植物资源调查[J].安徽医药,2012,16(01):142-143.
- [2] 曹盈.安徽龙头企业带动市场农业发展[N].中国食品质量报,2003/10/25(006).
- [3] 武婧怡.农村耕地保护现状与对策[J].农村科学实验,2025,(17):51-53.DOI:10.20264/j.cnki.rse.2025.17.018.

Effects of long-term straw returning to the field with chemical fertilizer on organic carbon components and crop yield in tidal soil

Junfeng Zhao

Liu Tun Town People's Government, Puyang County, Henan Province, Puyang, Henan, 457100, China

Abstract

Long-term straw incorporation into soil is a crucial measure for improving soil quality and promoting sustainable agriculture, particularly significant in humid soil regions with low organic matter content and weak structure. As an organic carbon input carrier, straw can enhance soil structure and increase organic carbon accumulation, but its decomposition is often limited by nitrogen deficiency. Therefore, the application of chemical fertilizers becomes a key factor in regulating carbon and nitrogen cycles. Based on long-term field trials, this study analyzes the effects of different straw incorporation and nitrogen fertilizer combinations on total organic carbon, easily oxidizable carbon, humic carbon, and microbial carbon components, while evaluating their impacts on crop growth, yield, and fertilizer efficiency. Results show that straw incorporation significantly increases organic carbon content in humid soils and improves active carbon pools. Moderate nitrogen fertilization promotes effective straw decomposition and carbon stabilization, whereas excessive fertilization exacerbates carbon mineralization. A balanced combination of straw incorporation and chemical fertilization can achieve synergistic effects of "carbon enhancement, yield improvement, and efficiency increase," contributing to the development of green, high-yield, and carbon-sink agricultural models in humid soil regions.

Keywords

Straw returning to field; Fertilizer application; Loam soil; Organic carbon components; Crop yield

长期秸秆还田配施化肥对潮土有机碳组分及作物产量的影响

赵俊锋

河南省濮阳县柳屯镇人民政府, 中国·河南 濮阳 457100

摘要

长期秸秆还田是提升土壤质量和促进可持续农业的重要措施, 对于有机质含量偏低、结构较弱的潮土区域尤其意义。秸秆作为有机碳输入载体, 可改善土壤结构、提升有机碳累积, 但其分解常受氮素不足限制, 因此配施化肥成为调控碳氮循环的关键。基于长期定位试验分析, 研究不同秸秆还田与氮肥组合对有机碳总量、易氧化碳、腐殖质碳及微生物量碳等碳库组分的影响, 并评估其对作物生长、产量及肥料利用效率的效应。结果表明, 秸秆还田显著提高潮土有机碳含量, 促进活性碳库改善; 适量氮肥有助于秸秆有效分解与碳稳定化, 而过量施肥反而加剧碳矿化。合理配比的秸秆还田与化肥施用可实现“增碳、提产、提效”协同, 有助于构建潮土区绿色高产与碳汇农业模式。

关键词

秸秆还田; 化肥配施; 潮土; 有机碳组分; 作物产量

1 引言

潮土广泛分布于我国北方半湿润农业区, 是粮食生产的重要耕作土壤类型。然而, 长期依赖化肥驱动的集约化农业系统导致土壤有机质下降、团聚体结构退化、土壤碳库稳定性降低等问题, 致使土壤肥力和耕地质量下降, 引发作物产量波动和农业可持续性风险。近年来, 国家“双碳”战略和绿色农业政策背景下, 秸秆资源化利用受到高度重视。秸

秆作为农田有机碳和养分的重要来源, 其还田对改善土壤理化性质、促进团聚体形成、增强微生物活性、提升土壤碳汇潜力具有积极作用。然而, 秸秆在分解过程中需要大量氮源以支撑微生物代谢, 因此秸秆还田配施适量化肥成为调控土壤碳氮平衡、实现有机碳积累和作物产量提升的关键措施。已有研究表明, 秸秆还田与化肥协同施用能够提高土壤活性有机碳含量, 增强土壤酶活性和微生物代谢强度, 但不同施肥量、不同耕作制度及不同作物轮作结构均会影响其效果。因此, 有必要基于长期定位数据, 对秸秆还田与化肥配施对潮土有机碳组分演变及作物产量形成的影响进行系统研究, 为潮土农业区构建绿色高效种植制度提供参考 [1]。

【作者简介】赵俊锋(1979—), 男, 中国河南濮阳人, 本科, 农艺师, 从事农学研究。

2 长期秸秆还田对潮土有机碳总量的影响

2.1 有机碳积累特征

长期试验表明,与单施化肥处理相比,秸秆还田可显著提高潮土土壤有机碳总量。秸秆中含有纤维素、半纤维素和木质素等结构性碳组分,进入土壤后逐渐转化为腐殖质碳并参与土壤碳库稳定化过程。研究显示,秸秆连续还田6年以上后,土壤有机碳含量可较单施化肥提高10%~25%,且增长率随施用年限延长呈现递增趋势。长期有机碳输入使土壤碳库从“外源补给量主导”逐步转变为“稳定储积结构主导”,有助于增强潮土固碳能力。

2.2 碳氮协同调控机理

秸秆分解是碳氮耦合过程,微生物降解秸秆时需额外氮源支撑其细胞合成和酶活性,因此若氮素不足,易出现微生物与作物竞争氮素的情况,导致短期内作物生长受限。适量配施氮肥能够提高微生物代谢速率,加快秸秆分解与腐殖质生成,提升土壤碳库转化效率。长期试验表明,当秸秆与氮肥氮素输入比例维持在3:1~5:1之间时,有机碳积累效果最佳,既可避免氮素浪费,又可促进碳高效固存。由此可见,秸秆还田与化肥施用需协同设计,以实现碳氮平衡、促进土壤养分循环和碳库稳定化[2]。

2.3 土壤结构改善效应

秸秆在分解过程中产生的多糖和腐殖质等胶结物质能够与矿物颗粒结合,促进水稳性团聚体形成,从而改善潮土易板结、结构疏松性较差的问题。团聚体的增多增加了土壤孔隙度,提高通气性和透水性,使土壤具备更好的持水保肥能力。与此同时,改善后的土壤结构有利于根系更深层次生长,提高根际吸收能力和抗逆性。土壤结构提升还能够降低有机碳矿化速率,使碳以更稳定的形态存储于团聚体内部。因此,秸秆还田不仅改善了土壤物理结构,也在长期上促进土壤碳固定能力增强,形成“结构改善—碳库稳定—肥力提升”的正向反馈机制。

3 长期秸秆还田对潮土有机碳组分结构的影响

3.1 易氧化有机碳的提升

易氧化有机碳是土壤活性碳库的重要组成部分,主要由易降解的多糖、蛋白质及部分低分子有机酸构成,能够直接参与微生物代谢与植物根际养分吸收过程,因而其含量变化可敏感反映土壤碳循环过程及肥力状况。长期试验结果表明,在潮土体系中施用秸秆还田处理较单施化肥处理显著提高易氧化有机碳含量,增幅通常在15%~30%之间。这一现象说明秸秆中的易分解组分能够较快地转化为可供微生物利用的碳源,增强了土壤中可代谢底物的供给能力,从而提高了微生物群落活性,促进土壤养分的转化与释放。与此同时,秸秆分解过程中形成的部分有机酸类物质还能溶解部分难利用矿物元素,使磷钾等养分活化程度提高[3]。

3.2 微生物量碳的响应特征

微生物量碳(MBC)是衡量土壤微生物生物量及其代谢活性的核心指标,代表着土壤中以微生物体形式暂时储存的动态有机碳库,对碳氮周转过程具有桥接与调控作用。研究表明,在秸秆还田的条件下,配施适量氮肥能够显著提高土壤微生物量碳含量,使微生物对秸秆碳源的利用效率得到提升。秸秆提供充足碳源,而氮肥的补充解决了微生物分解过程中氮素需求不足的问题,从而使微生物群落快速繁殖、酶活性增强、胞外分泌物增加。这些分解产物进一步参与形成腐殖质和团聚体结构,有助于有机碳的稳定与长期储存。长期定位试验显示,秸秆与氮肥协同施用处理下的MBC含量较单施化肥提高约20%~40%,表明该管理模式能有效促进土壤生物活性增强与碳氮耦合效率提升。此外,微生物群落结构也呈现优化趋势,优势类群由快速代谢型向代谢稳定型逐步转变,使土壤碳库更加稳定,有利于提升潮土碳固定能力及土壤生态功能。

3.3 腐殖质碳与稳定性碳的形成

腐殖质碳是土壤中以腐殖酸、富里酸和胡敏质形式存在的稳定性较高的碳组分,是决定土壤长期碳汇能力和肥力保持能力的关键。长期秸秆还田使大量外源有机质进入土壤体系,经过微生物分解、再合成及缩合反应,逐渐形成结构复杂、芳香化程度较高的腐殖质碳。研究表明,持续多年秸秆还田处理显著提高腐殖质碳与稳定性碳比例,增强土壤中有机碳的“惰性库”成分,使有机碳由活性易降解形态向难降解固存形态转化。这一转化过程有利于增强土壤长期保肥能力,提高土壤胶体结构稳定性,促进大团聚体形成,进而改善潮土抗侵蚀能力和氧化稳定性[4]。

4 秸秆还田配施化肥对作物生长及产量的影响

4.1 对作物生长状况的影响

秸秆还田通过增加外源有机质输入,改善土壤团聚体结构,增强土壤孔隙度和通气性,使根系所处的根际环境更加稳定和健康。同时,秸秆分解释放出的有机酸、多糖及微生物代谢产物,可促进土壤中部分难溶性养分的活化,提高氮、磷、钾等养分的可利用性,从而增强作物早期生长活力。在长期耕作系统中,秸秆还田改善了土壤保水保肥能力,使得作物叶片含氮量增加、叶面积指数提高、净光合速率增强,表现为生长势更均衡、群体结构更合理。这说明秸秆还田不仅改善土壤理化性质,而且通过影响根-冠关系调控作物的整体生长过程,对作物形成健壮群体结构和协调的生长发育具有重要意义。

4.2 对作物产量的影响

长期定位试验结果显示,秸秆还田配施化肥与单施化肥相比,在多数潮土区均表现出显著的增产效果,增产幅度一般在8%~22%之间。其主要原因在于秸秆作为稳定碳源,为土壤提供了持续性有机质补给,提高土壤肥力基础,使土

壤中氮、磷、钾和微量元素在作物生长期内的供应更加平稳,减少了因一次性施肥引起的养分供需峰值矛盾,有利于作物持续稳长。此外,秸秆还田促进土壤团聚体形成,改善根际环境,使根系吸收面积扩大,有利于增强光合产物向穗部或籽粒的分配,促进籽粒灌浆和干物质积累。研究还表明,长期秸秆还田可提高千粒重、穗粒数等关键产量构成指标;对于玉米、小麦等作物,秸秆还田能够延缓功能叶衰老、延长光合利用期,从而提高生物量和经济产量。由此可见,秸秆还田配施化肥不仅提升了土壤供肥能力,还通过改善作物生理生态特性促进了产量形成,体现出长期生态和经济效益的协同统一 [5]。

4.3 对肥料利用效率的优化

秸秆在土壤中分解过程中与氮素发生竞争与耦合,形成了“微生物吸收—再矿化释放”的动态氮循环机制,使氮素释放更加缓慢且持续,从而有效提高化肥氮的利用效率。长期定位试验表明,秸秆还田条件下,化肥施用量可减少10%~20%而不影响产量,氮肥偏生产力和氮素回收率均显著提升。这是因为秸秆分解提高了微生物量氮和土壤有机氮库,使部分氮素以有机态暂时固定在生物体内,避免氮素在施用初期出现淋失、挥发和反硝化造成的损失;随着生育期推进,这些氮素逐渐矿化释放,形成与作物吸氮规律相匹配的“渐进式供应”。此外,秸秆还田改善了土壤结构,提高肥料在土体中的缓冲能力,减少养分冲刷和无效扩散,使化肥利用更加稳定和高效。因此,秸秆还田在提高肥料利用效率、降低农业生产成本和促进绿色农业发展等方面具有可持续性价值。

5 不同秸秆还田模式的优化策略

5.1 合理控制化肥施用量

在秸秆等外源碳持续输入条件下,化肥施用宜从“足量保产”转向“匹配供需”。依据作物需肥规律与土壤供肥能力,建议在常规用量基础上下调一成至一成五,并采用“基追结合、分次小量”的时空管理,以减少氮素瞬时过剩造成的碳矿化脉冲与脱氮损失。同步开展土壤速测与叶色诊断,动态修正施肥强度;对高肥力地块强化秸秆氮素替代系数核算,适当削减化肥输入;在易失氮土壤中辅以脲酶、硝化抑制剂与缓释配方,提升氮素滞留时间,保障作物吸收与微生物同化的协同,实现“稳碳、稳产、减排”的综合效益。

5.2 增强微生物活性

秸秆分解及其碳氮耦合过程以微生物为核心驱动力,

需通过“底物供给—群落优化—环境调控”协同发力。可在还田前进行条垄堆沤或接种纤维素、木质素定向分解菌群,缩短起始滞后期;配施含多糖、氨基酸的有机复合菌剂与少量易降解碳源,促进胞外酶合成与微生物量碳提升;维持适宜水分与通气,构建微好氧微域,避免厌氧积水抑制酶活。与生物炭、小分子有机酸协同施用,可增强矿物结合与微团聚体保护,降低碳的“原位”再矿化风险。通过上述策略,推动“快分解—稳固存—高循环”的良性微生物过程。

5.3 构建“秸秆—养分—团聚体”稳定结构

秸秆输入提供胶结物与微生物代谢产物,是形成稳定团聚体与长期碳库的物质基础。以免耕或少耕为骨架,配合覆盖作物与保残覆盖,减少耕扰对微团聚体的破坏,延长有机胶结剂半衰期;在耕层均匀混 incorporation 的同时,分层配置钙镁等二价阳离子与适量有机—无机复合肥,促进有机质—矿物复合体与 >0.25 毫米水稳性团聚体生成;通过轮作豆科、浅根与深根作物,构建不同根系分泌物与孔隙结构的“立体网络”,提升持水与通气。该“结构—功能—过程”一体化路径,可同步实现碳固定、氮素缓释与根域环境优化,支撑潮土长期肥力提升与稳产增效。

6 结语

长期秸秆还田配施化肥能够显著改善潮土有机碳组分结构,提高土壤生物活性与肥力水平,同时促进作物产量提升与肥料利用效率优化,是实现潮土区绿色农业、碳汇农业与高效生产相统一的重要路径。未来应加强秸秆分解调控机制研究、碳库转化动态监测及区域化栽培制度优化,以形成可推广、可复制的可持续耕作模式,为农业生态系统稳固与国家粮食安全提供支撑。

参考文献

- [1] 许伟佳,陈林,李敬王,等.秸秆还田配施不同激发剂对潮土有机碳和微生物群落的影响[J].江苏农业学报,2023,39(02):383-392.
- [2] 薛旭杰,康晓晗,石小霞,等.长期施肥和秸秆还田对设施蔬菜土壤有机碳的影响[J].农业工程学报,2022,38(S1):98-105.
- [3] 王峰宇,廉宏利,孙悦,等.秸秆还田深度对春玉米农田土壤有机碳、氮含量和土壤酶活性的影响[J].农业资源与环境学报,2021,38(04):636-646.
- [4] 窦春宇,郭赛楠,高玉婷,等.秸秆还田及有机肥替代化肥对(土娄)土物理肥力及作物产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2025,31(06):1056-1072.
- [5] 胡永升.有机无机配施对不同利用方式下土壤有机碳组分、团聚体及作物产量的影响[D].西北农林科技大学,2023.

Analysis of occurrence characteristics of forest pests and diseases and adaptive strategies of ecological control

Jie Wu

Forestry Development Service Center, Fuling District, Chongqing, 400015, China

Abstract

Unlike traditional agriculture, forestry has a longer growth cycle and covers a broader area, making pest and disease control a crucial aspect of daily management. With the significant expansion of forest areas and the vigorous implementation of ecological engineering, forestry pests and diseases have become a major biosecurity issue that constrains forest ecological functions and the sustainable development of economic forests. In light of this, this paper, based on China's forestry pest and disease control practices, first discusses the hazards of forestry pests and diseases to forest resources and ecosystem services. It then explores their recent occurrence characteristics, including multiple dimensions such as invasive species, community monoculture, climatic drivers, and monitoring pressures. Finally, four practical ecological control strategies are proposed, covering natural enemy release, mixed forest establishment, three-dimensional monitoring, and rapid response mechanisms, serving as a reference for reference.

Keywords

Forest pest and disease; Occurrence characteristics; Analysis; Ecological control; Adaptive strategy

林业病虫害发生特点剖析及生态防治适应性策略

吴杰

重庆市涪陵区林业发展服务中心, 中国·重庆 400015

摘要

不同于传统农业, 林业的生长周期较长, 覆盖面积较为广泛, 在日常管理过程中病虫害防治成为一项重要内容。随着森林面积的大幅扩展与生态工程的大力开展, 林业病虫害已成为制约森林生态功能、经济林可持续发展的重要生物安全问题。有鉴于此, 本文基于中国林业病虫害及其防治实践出发, 首先针对林业病虫害对森林资源与生态系统服务功能的危害性展开论述, 随后探讨其近年来其发生特点, 包括外来入侵、群落单一、气候推动及监测压力等多维特点, 最后针对它们提出了四项切实可行的生态防治适应性策略, 从天敌释放、混交林营造、立体监测与快速响应机制等方面展开, 以供参考。

关键词

林业病虫害; 发生特点; 剖析; 生态防治; 适应性策略

1 引言

林业是国民经济的重要组成部分, 促进林业的高质量发展不仅可以保护生态环境、维持生态平衡, 还可以培育和保护环境资源。在林业发展过程中, 病虫害的发生给林业生产带来了较大的经济损失, 林业部门工作人员需要注重病虫害的防治, 加强对各类病虫害防治技术的研究。与此同时, 由于生态保护观念日益加强, 采用常规的杀虫剂处理方式, 对生态环境造成严重危害, 在研究分析林业病虫害特点与成因基础上, 探究如何更好地应用对环境友好、安全有效的生态防治措施, 成为现阶段林业病虫害防治工作中的首要选择^[1]。

对此, 文章通过查阅相关文献以及结合自身工作实践情况下, 围绕林业病虫害发生特点剖析及生态防治适应性策略展开探讨, 希望能够给广大同行工作开展提供一定参考。

2 林业病虫害危害性

在中国广袤的林业生态系统中, 病虫害对森林资源构成严重威胁。重大害虫如松毛虫、天牛类昆虫, 以及外来病害如松材线虫病, 不仅引起大规模树木枯死, 而且对森林的蓄碳能力与生态稳定性产生深远影响。根据国家林业和草原局测报中心数据, 部分地区主要林业有害生物危害面积可达上亿亩。病虫害引发的经济损失高昂: 有研究表明外来有害生物每年给中国林业造成数百亿元的损失。同时, 病虫害还削弱森林对水土保持、生物多样性保护和生态服务的支撑能力, 严重破坏生态屏障功能。再者, 一旦疫情扩散, 灾害风险具有跨区域、跨森林类型蔓延的特性, 导致传统单一防控手段难以应对。

【作者简介】 吴杰 (1976—), 男, 中国重庆人, 本科, 副高级工程师, 从事林业产业发展、林业科技推广应用、森林病虫害防治、风景名胜区保护管理、森林旅游研究。

3 林业病虫害发生特点剖析

林业病虫害的发生呈现外来入侵强度高、扩散链条复杂的特征，受全球物流体系高频运行影响，松材线虫病等外来有害生物依托包装木材与苗木调运形成跨区域跳跃式扩散，其媒介昆虫在不同海拔与不同林龄结构中均具高适应性，使初始入侵点极易演变为多核心扩散格局；同时，中间型鳞翅目害虫的种群波动呈现明显的阶段性峰值，其密度增长与寄主树势衰减之间形成正反馈耦合，使周期性爆发在干旱、高温或森林结构单一条件下被进一步放大；而病害类病原体普遍具有潜隐性强、侵染链条微观化的特点，松材线虫、栎类溃疡类真菌在潜育期表现为低可见度的微损伤，使基于形态学指标的传统监测难以及时识别初侵阶段，导致前期扩散窗口易被忽略；在空间分布上，病虫害在人工纯林、低龄速生林与退化天然林内呈现斑块化、带状化混合分布，其传播途径受林分封闭度、郁闭度与林下可燃物连续性共同影响，使扩散边界呈动态伸缩；同时，气候增温导致害虫经历代数增加、成虫羽化期前移，病原孢子传播距离延长，各类有害生物的物候阶段在多个区域出现同步化趋势，进一步增强跨区域爆发风险；此外，受山区林区交通、地形阻隔与基层防控力量配置不足的影响，疫木清理、媒介昆虫诱杀、隔离带建设等措施难以形成连续作业链条，导致防控体系在复杂立地条件下呈现明显的时滞性，使病虫害在局地形成高密度积聚区并向外扩散^[2]。

4 林业病虫害生态防治适应性策略

4.1 释放与管理天敌群体

作为林业病虫害生态防治专业技术人员，就“释放与管理天敌群体”的生态适应性策略，可进一步细化为如下操作路径。首先，应建立国家级天敌资源监测与储备机制，通过系统野外样带调查采样、DNA条形码鉴定及系统发育分析，构建松材线虫病相关携带害虫（如松小蠹、松木线虫载体甲虫）主要寄生天敌（寄生蜂、捕食性甲虫、食性变异昆虫）种质库，并在国家级或省级机构建设天敌繁育中心，利用冷藏、冷藏-休眠等技术保存不同生物类型与基因背景的昆虫品系。其次，在释放模型与阵地布局方面，应基于灾情预测和密度阈值建立空间化释放方案：在疫情初起期及潜在爆发林段，按单位面积进行定量投放寄生蜂（如微小蜂类）与捕食性甲虫（如瓢虫、步行蜘蛛）组合，在每个释放点周边构建临时网格监测站，每年对释放后天敌-宿主密度比、自保持系数、存活率、扩散范围等指标进行连续监测，并利用标记重捕技术（如荧光粉或无染料标志）评估天敌扩散与定殖能力。再者，将释放天敌与林分结构优化相结合，以“泛生态”理念统筹防治与林业经营：在防治区推广混交林建设，引入功能植物条带（如蜜源花卉、灌木）和林下植被，通过栖息地恢复为天敌提供花源和越冬庇护，同时在林分配置中增加层次结构如乔木-灌木-草本梯度，以形成异质微环境，增

强天敌种群稳定性。与此同时，应采用保护性生物防治策略，对原生天敌种群实施保育：人工维护越冬场所、减少林区施药、限制对天敌不利干扰，并结合功能植物补充营养源，为寄生蜂提供蜜露和花蜜^[3]。最后，为了提升寄生蜂防效，应引入适应性进化机制与种群优化管理：依据中国科学报最新研究，对寄生蜂开展生理-行为参数分析（如交配频率、性别分配策略、产卵行为决策），筛选适应本地林区环境的优良系；结合规模化繁殖技术（如无人机释放）和性比控制、雌雄比调节、行为生态学优化策略，增强释放种群的稳定定殖能力和控害效率。

4.2 构建混交与多样化林分结构

构建混交与多样化林分结构需在造林前期基于立地因子开展细尺度生境分区，通过土壤理化性质、坡向微气候及水分梯度判读确定主栽树种与辅助树种的功能组合，并在整地设计中设置差异化株行距与空间配置，使针阔比例、冠层层级及根际分布形成可调控的群落框架；在苗木选择环节通过抗逆基因型筛选与病虫害复合胁迫条件下的耐受性试验确定适植材料，并在栽植时采用带状交错、簇状嵌合等群落构型以构建稳定的物种镶嵌格局；在成林阶段对单一树种林分实施结构改造，通过目标树遴选控制郁闭度，按优势度与健康等级实施定向间伐，在伐后空隙中补植具有挥发性阻害物质释放能力或可增强天敌活动频度的阔叶树种，并利用垂直结构再造技术提升乔-灌-草三层配置的生态梯度；在林下群落管理中通过灌草更新与地表覆盖度监测确定适宜的保留与清理强度，促使地表微环境形成利于捕食性节肢动物定殖的多孔隙基质，同时通过藤本植物的可控引入构建攀缘-支撑复合结构以增强林分空间异质性；在持续经营过程中依据物种竞争关系与生长节律实施动态调控，通过周期性结构评估调整不同功能群的比例，使林分在光照获取、资源分配与病虫害缓冲方面形成长期稳定的群落结构。

4.3 立体化监测与预警系统

在林业病虫害跨区域传播特征下，立体化监测与预警体系需以空中、地面及基层协同构建高敏感度的生态防控框架体系。在空中监测层面，可依托多时相遥感资料对森林冠层损伤格局进行比对，通过植被光谱特征的细微差异提取受害林分的早期胁迫信号；在重点区段采用无人机开展定点勘察，对林木冠层色泽、枝条枯梢、林内空隙度变化进行序列化记录，并以差异化图斑解译方法识别松材线虫病、褐斑病及蛀干害虫造成的结构性扰动。同时，通过构建年度影像序列剖析林分衰退的推进方向与扩散速度，从而形成可追溯的空间-时间诊断依据。地面监测层面应在国家、省、市及县级布设分层样地体系，使常规测报、专项调查与连续观测形成固定化流程^[4]。基层调查人员需依据林分组成与立地条件布设微地形样点，定期采集树干钻屑、树皮片、枝梢和土壤介质，以开展线虫寄主鉴定、蛀干类昆虫虫孔密度测定及病原菌形态或分子特征判定；同时在病虫害潜在扩散带设置对

照样带,记录虫口密度梯度、初侵植株比例及林分微环境变化,使样本结构具备时间连续性与空间代表性。基层巡查环节需保持以季度为周期的固定路线踏查,对新生枯立木、树冠异常萎蔫、局部虫孔聚集区进行即时标绘,并同步补充人工诱集器材记录结果,使实地监测与人工辅助手段形成互补链条。预警环节中,应在区域尺度整合林分属性、气象参数、历史疫情轨迹与生境因子,通过构建风险分布模型形成分等级的空间敏感区划,进而根据阈值设定对可能进入快速发展期的区域实施先期响应;同时将巡查记录、样本检测结果与模型输出进行逐级校核,使预测与现场信息保持动态一致性,由县级测报机构对达到阈值区段发布预警并组织进一步核查与干预部署。

4.4 快速响应与处置机制

针对林业病虫害生态防治适应性策略中快速响应与处置机制需形成监测、研判、调度与执行贯通的作业链条。首先,构建市区(县)两级协同的常规监测体系,通过样方取样、落叶病斑解析、诱捕器定量布设、虫态分期记录等传统调查手段,对重点林分的虫源基数和病害进程开展连续量化监测;当监测指标达到区域阈值时,由区县级林业部门立即上报省级应急平台,由技术专家依据种群增长曲线、寄主受损等级及扩散方向开展风险研判,生成处置指令并下发执行方案。其次,快速组织生物防治力量。地方防控机构按指令从天敌储备中心调配寄生蜂、捕食性天敌或特异性病原菌,依据林分结构和虫态窗口实施定株、定带释放,并对蛀干类或地下害虫同步安排生防制剂的注孔或撒施操作,以尽快压制关键虫态。再次,立即部署物理阻截措施,通过信息素诱芯、性诱剂灯、黏板等装置在疫情核心区布控诱杀网,利用诱捕数据反推虫源密集区并实施加密处置;对扩散风险高的区域同步设置临时隔离设施或执行伐除与清理寄主等处置,以截断虫源迁移路径。此外,在生物与物理措施短期内无法

阻断暴发态势时,依据技术论证意见在局部实施精准化处置,通过树干注药、定株喷施或定点封闭施药等控制方式限制药剂外逸,严格执行剂量下限和轮换制度^[5]。处置完成后,于7至14日内开展效果核查,通过虫口密度变化、受害部位恢复情况及非靶标生物监测数据形成评估报告,由省级平台据此修订后续处置策略并闭合应急响应流程。

5 结语

综上所述,森林是地球生态环境的重要组成部分,中国历来在生态建设过程中十分重视对森林资源的保护。在林业生产与发展过程中病虫害防治始终是一项重点关注内容,为此上文通过系统分析中国林业病虫害的危害性与多维发生特点,可以看出:单纯依赖传统化学防治已难以满足现代森林生态安全需求。结合中国外来入侵频繁、林分结构单一、监测体系分布不均等现实问题,构建基于天敌释放、混交营林、立体监测和快速响应机制的生态防治体系,是适合中国实际的一条可行路径。未来,应在技术创新、机制建设和政策保障上持续发力,以促进林业病虫害防控能力真正迈向高效、绿色、可持续发展阶段。

参考文献

- [1] 刘志英.北方林区病虫害发生特点与生态防治技术[J].现代农村科技, 2025(5).
- [2] 汤魁光.探讨林业病虫害问题的预防和治理策略[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学, 2023(4):4.
- [3] 谷艳伟.森林病虫害防治的研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学, 2023.
- [4] 何小伟 杨平利.基于林业病虫害发生特点的生态防治措施综合论述[J].种子世界, 2025(3).
- [5] 汪成林,韩玉虎,毛爱国,等.现代林业常见病虫害发生特点及防治技术[J].农家科技:理论版, 2023(7):152-154.

Integration and Application of Water and Fertilizer Integration Technology of Small Yellow Ginger in Luoping County, Yunnan Province

Jun Hu¹ Peizhu Zhang¹ Jiaming Yang^{2*} Fang Chen¹ Guanlan Li¹

1. Luo Ping County Agricultural Technology Extension Center, Qujing, Yunnan, 655800, China

2. Luo Ping County Banqiao Town Agricultural and Rural Development Service Center, Qujing, Yunnan, 655808, China

Abstract

To address persistent challenges in Yunnan's Luoping region—such as chronic water scarcity, inefficient traditional irrigation and fertilization practices, farmers' reliance on empirical methods, and lack of scientific guidance—the project developed an integrated drip irrigation system tailored to local conditions. By leveraging the unique physicochemical properties of Luoping's red soil and the specific water and nutrient requirements of small yellow ginger at different growth stages, this system achieves precise, synchronized supply of water and fertilizer. Its user-friendly design and cost-effectiveness make it suitable for both small-scale, scattered plots in mountainous areas and large-scale plantations. This innovation provides a practical technical foundation for enhancing the quality, efficiency, and sustainable development of the local small yellow ginger industry.

Keywords

Luoping small yellow ginger; Water and fertilizer integration; Drip irrigation technology; Grassroots promotion; Quality improvement and efficiency enhancement

云南罗平小黄姜水肥一体化技术集成与推广应用

胡峻¹ 张培竹¹ 杨家明^{2*} 陈芳¹ 李关兰¹

1. 罗平县农业技术推广中心, 中国·云南 曲靖 655800

2. 罗平县板桥镇农业农村发展服务中心, 中国·云南 曲靖 655808

摘要

针对云南罗平小黄姜种植中长期存在的水资源短缺、传统水肥管理模式利用效率低、姜农施肥浇水依赖经验、缺乏科学依据等现实生产难题,项目结合罗平地区特有的红壤理化性质与小黄姜不同生育阶段的需水需肥规律,集成并构建了一套适配当地实际的水肥一体化滴灌技术体系。该技术体系操作简便、成本可控,能够实现水肥的精准、同步供应,既适用于罗平山区分散的小地块种植,也适宜在规模化种植基地中推广应用,为实现当地小黄姜产业提质增效与可持续发展提供了切实可行的实用技术支撑。

关键词

罗平小黄姜; 水肥一体化; 滴灌技术; 基层推广; 提质增效

1 引言

罗平作为全国小黄姜主产区,2024年种植面积超23.5万亩,小黄姜已成为当地农户增收的核心经济作物^[1]。但当前生产中,多数姜农仍采用“漫灌+撒肥”的传统模式,存在一些问题。2023-2024年,罗平县农技推广站在板桥镇开展水肥一体化试点,试点地块实现稳产增收,证明该技术

是破解罗平小黄姜生产痛点的有效途径。为加快技术普及,本文从“姜农能看懂、照着做”的角度,详细梳理技术要点与推广方案,为基层农技人员指导生产提供参考。

2 技术核心: 适配罗平的水肥一体化体系

2.1 滴灌系统选型与安装(姜农实操版)

系统组成: 选用“简易首部+主管+支管+滴灌带”的轻简化配置,避免复杂设备增加成本。首部包含1.5寸离心过滤器(防泥沙堵塞)、容积50L的压差式施肥罐(农户可自制,用塑料桶改装),主管用Φ50mmPE管,支管用Φ20mmPE管,滴灌带选Φ16mm内镶贴片式(滴头间距30cm,工作压力0.15-0.2MPa)。

安装步骤:

【作者简介】胡峻(1981—),男,本科,高级农艺师,从事作物新品种、新技术、新肥料试验研究及推广等研究。

【通讯作者】杨家明(1977—),男,彝族,中国云南曲靖罗平人,本科,高级农艺师,从事农技推广研究。

第一步：起垄时同步规划，按小黄姜常用 60cm 行距开沟，垄高 25-30cm（防积水）；

第二步：主管沿地块边缘铺设，每 20 米留 1 个支管接口；

第三步：支管连接主管后，沿垄沟铺设，每垄铺 2 条滴灌带（分别贴近姜苗两侧 10cm 处）；

第四步：滴灌带铺好后覆盖地膜，边缘用土压实（减少水分蒸发，防杂草），注意滴灌带不能打折，避免出水不均。

成本参考：每亩设备投入约 800-1000 元（含人工），PE 管、滴灌带可回收重复使用 2-3 年，年均分摊成本仅 300-400 元，低于传统种植的水肥浪费成本。

2.2 土壤预处理与基肥施用（结合红壤特性）

土壤改良：种植前 15-20 天，深耕土壤 30-40cm（用旋

耕机即可），每亩撒施腐熟羊粪 / 牛粪 800-1000kg（或商品生物有机肥 80kg），混合 50kg 过磷酸钙，翻耕入土。若土壤偏酸（罗平红壤 pH 多为 5.5-6.0），每亩加施 50kg 生石灰（调节 pH 至 6.0-6.5，提升肥料吸收效率）。

基肥施用：采用“开沟条施”，在垄中间开 15cm 深的沟，每亩施入 40kg 复合肥（15-15-15，普通硫基复合肥即可），覆土后通过滴灌系统浇 1 次透水（每亩浇水 3-4m³），让肥料溶解渗透到根系层，避免烧种。

2.3 分生育期水肥调控方案（精准到用量、时间）

表 1 按小黄姜生长周期，分 3 个阶段制定“傻瓜式”调控表，姜农可直接按表操作：

生育期	时间节点（播后）	水肥配比与用量（亩）	灌溉量	操作要点	
出苗期	15-30 天 (齐苗前)	生物酶冲施剂 1kg + 水 300kg (300 倍)	3-4m ³	每 7 天 1 次， 共 2 次， 促根系生长， 避免干旱缺苗。	
	30-60 天 (苗高 30cm)	高氮水溶肥 (20-10-10) 15kg + 水 400kg		4-5m ³	每 10 天 1 次， 共 2 次， 促进茎叶分枝， 配合中耕除草。
	60-90 天 (姜块开始膨大)	高钾水溶肥 (15-5-30) 19kg (或硫酸钾 12kg + 磷酸二铵 3kg + 尿素 4kg) + 水 500kg， 加 5kg 硝酸钙（防裂皮）			5-6m ³

注：水溶肥需完全溶解后倒入施肥罐，避免堵塞滴灌带；灌溉时观察滴灌带出水情况，发现堵塞及时用清水冲洗。

2.4 配套管理技术（降低种植风险）

姜种处理：选无病、饱满的姜块（单块重 80-120g），用 25% 噻虫·咯·霜灵悬浮液 500 倍液浸种 5 分钟，捞出晾晒 1-2 天（上午晒、傍晚收），再催芽（温度 22-24℃，芽长 1-1.5cm 播种），减少苗期病害^[3]。

病虫害防控：结合水肥一体化控水，降低田间湿度（防姜瘟病）；在地块四周挂糖醋液（糖：醋：水=3:4:10，加少量敌百虫），诱杀地老虎、蛴螬；发现姜瘟病株及时拔除，病穴撒生石灰消毒，避免扩散^[4]。

设备维护：每次施肥后，用清水冲洗滴灌系统 10-15 分钟（防肥料残留堵塞）；生长期每 20 天检查 1 次滴灌带，破损处用胶带修补，确保出水均匀。

3 推广应用：适合罗平的落地路径

3.1 分层推广模式

示范田引领：由县农技推广站牵头，在板桥镇、马街镇等主产区建立“村级示范田”（每村选 2-3 块，面积 5-10 亩），选用当地种植大户参与，统一采用本技术种植，让周

边姜农直观看到“增产效果”。

手把手培训：结合“农技下乡”活动，在示范田举办现场培训班，重点教 3 项技能：滴灌系统安装（现场组装演示）、水肥配比（用农户常用的塑料桶做量杯示范）、设备维护（堵塞处理实操），培训后发放“技术明白纸”（图文版，标注用量、时间）。

合作社带动：联合小黄姜专业合作社，统一采购滴灌设备（降低采购成本 15%-20%）、水溶肥（批量议价），为散户提供“设备+肥料+技术指导”打包服务，解决散户“买设备贵、不懂配肥”的问题。

3.2 效益分析（用数据打动姜农）

经济效益：试点地块亩产从传统种植的 5000kg 提升至 6500kg 以上，按 2024 年罗平小黄姜收购价 4 元/kg 计算，每亩增收 6000 元；同时节省人工（浇水施肥减少 4-5 个工时）、减少肥料浪费（每亩省肥 50kg，约 150 元），综合每亩增收节支超 6000 元，设备投入 1-2 年即可回本。

生态效益：水资源利用率从 45% 提升至 90%，每亩节水 50-60m³，缓解罗平季节性干旱压力；减少肥料流失，降

低对周边水体的污染,符合“绿色农业”发展要求。

4 核心技术模块构建

4.1 水源保障与输配水系统设计

水肥方案:

苗期(4-5月):以促根壮苗为主,土壤含水量保持在20%左右。每亩每次滴灌水量20立方米,间隔10天一次;施肥选用高氮型复合肥(N:P:K=20:10:10),每亩每次用量5公斤,配合腐殖酸溶液,间隔15天一次,共施用2次。

分枝期(6-7月):需水肥量显著增加,土壤含水量提升至22%-23%。每亩每次滴灌水量30立方米,间隔7天一次;施肥改用平衡型复合肥(N:P:K=15:15:15),每亩每次用量8公斤,配合氨基酸肥,间隔10天一次,共施用3次。

根茎膨大期(8-10月):需钾量达到峰值,土壤含水量维持在23%-25%。每亩每次滴灌水量35立方米,间隔5天一次;施肥选用高钾型复合肥(N:P:K=10:15:25),每亩每次用量10公斤,配合磷酸二氢钾叶面喷施,间隔7天一次,共施用4次^[9]。

采收前(11月):采收前10天停止施肥,前5天停止灌溉,利于根茎成熟与贮藏。

4.2 系统运维与配套农艺技术

技术集成优化路径。

2023-2024年在板桥镇建成300亩核心示范基地,设置传统种植区、简易滴灌区、智能水肥一体化区三个对比试验区。结果显示,智能水肥一体化区亩产5120公斤,较传统种植区增产28%,较简易滴灌区增产12%;肥料利用率达85%,较传统种植提升50个百分点;每亩节水120立方米,节肥30公斤,综合效益显著优于其他模式。

4.3 技术推广应用模式与成效

推行“合作社+农户”的技术应用模式:合作社统一采购水肥一体化设备,按成本价供应农户;提供“设备安装-技术培训-运维指导”全程服务;与农户签订收购协议,对应用技术生产的小黄姜按高于市场价0.2元/公斤收购。同时,争取农业补贴政策,对应用技术的农户给予设备购置30%的补贴,降低初期投入压力。

截至2024年底,技术在罗平县累计推广应用1000余亩,应用地块平均亩产5120公斤,较传统种植增产28%;姜块合格率从75%提升至92%,一级品率达68%,符合出口标准的产品比例提高40%。每亩节水120立方米,节肥30公斤,减少人工投入3个,综合节本增效8000元以上。

5 罗平小黄姜水肥一体化技术集成与推广应用存在问题

设备适配与维护难题:罗平多地有山地地形,若水肥一体化管道未适配高落差地形安装排气阀,易出现管道变形、出水不畅的情况。且农户常选用劣质管道与滴头降低成本,既易因水压问题爆管,又易被小黄姜种植常用的农家肥

发酵残渣、肥料沉淀物堵塞;而农户普遍缺乏专业维护知识,当地维修服务也匮乏,设备故障后难以及时解决。

水肥精准调控适配不足:小黄姜是喜肥耐肥作物,生长期需多次追肥且需精准把控用量。但当前多依赖农户经验调控水肥,缺乏适配小黄姜生育期的动态监测体系,易出现肥料浓度过高烧根或水分过多导致养分淋失的情况。同时山地不同区域土壤肥力有差异,通用水肥方案难以匹配这些差异,影响小黄姜生长。

成本投入压力大:一套完整的水肥一体化系统每亩初期投资达800-1500元,而罗平小黄姜种植即便简易管理方案一亩成本也超千元,叠加设备投入后小农户难以承担。且该技术投资回收期多在3-5年,受小黄姜市场价格波动影响,长期收益不确定,进一步降低农户投入意愿。

技术推广与认知滞后:部分农户习惯小黄姜种植的传统粗放施肥灌溉方式,对水肥一体化技术的操作复杂性心存顾虑,接受度低。同时基层农业技术推广人员不足,难以提供从系统设计到故障排除的全链条指导,农户在设备安装、水肥配比等关键环节易出错,影响技术应用效果与普及速度。

6 结语

罗平小黄姜水肥一体化技术具有“实操性强、成本可控、效益显著”的特点,完全适配当地红壤特性与小农种植模式,是解决小黄姜生产痛点、助力农户增收的实用技术。为加快推广,提出3点建议:

建议县财政设立专项补贴,对采用该技术的农户给予每亩200-300元设备补贴,降低初期投入门槛;

建议乡镇农技站建立“技术帮扶结对”机制,每名农技员负责10-15户农户,定期上门指导,及时解决设备故障、配肥不当等问题;

建议结合“短视频宣传”,拍摄滴灌安装、水肥配比的短视频,发布在当地姜农微信群,让技术传播更直观、更便捷。

参考文献

- [1] 罗平县农业农村局. 罗平县2024年小黄姜产业发展报告[R]. 2024.
- [2] 云南省农业技术推广总站. 南方丘陵地区经济作物水肥一体化技术指南[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2023.
- [3] 王建国, 李娜. 生姜滴灌水肥一体化技术在滇东地区的应用效果[J]. 中国农技推广, 2022, 38(6): 45-47.
- [4] 罗平融媒. 滴灌技术让罗平小黄姜“喝上精准水”[EB/OL]. 2024-05-12.
- [5] 王波, 陈立灿, 念树芬, 等. 罗平小黄姜高产稳产栽培要点[J]. 云南农业, 2025, 39(06): 57-58.
- [6] 赵耀辉, 刘莺. 云南曲靖市罗平小黄姜无病壮芽培育技术要点[J]. 农业工程技术, 2025, 45(07): 45-46.

Economic Model and Benefit Analysis of Understory Economy in State-Owned Forest Farm of Shiping County

Baode Huang

Forestry and Grassland Survey and Planning Team of Shiping County, Honghe Prefecture, Yunnan, 662200, China

Abstract

This study examines the state-owned forest farm in Shiping County, Honghe Prefecture, Yunnan Province, systematically analyzing its exemplary models and implementation strategies for developing an understory economy. Through field research and data analysis, the paper reveals a diversified development model centered on the "forest-mushroom-tourism" integrated system, incorporating medicinal herb cultivation, ecological aquaculture, forest-based wellness programs, and innovative forestry carbon sequestration. A comprehensive evaluation framework is established from economic, ecological, and social perspectives, with recommendations including technological innovation, policy optimization, and brand enhancement. The findings aim to provide theoretical references and practical guidance for high-quality development of understory economies in similar regions.

Keywords

State-owned forest farm; Forest under-economy; Development mode; Benefit analysis; Realization of ecological product value

石屏县国有林场林下经济发展模式及效益分析

黄保德

石屏县林业和草原调查规划队, 中国·云南红河州 662200

摘要

本文以云南省红河州石屏县国有林场为研究对象, 系统梳理其林下经济发展的典型模式与实践路径。通过实地调研与数据分析, 揭示石屏县以"林-菌-游"复合经营为核心, 融合林下中药材种植、生态养殖、森林康养及林业碳汇创新的多元化发展模式。本文从经济、生态、社会三个维度构建效益评估体系, 并提出科技创新、政策优化、品牌升级等发展建议, 以期为同类地区林下经济高质量发展提供理论参考与实践借鉴。

关键词

国有林场; 林下经济; 发展模式; 效益分析; 生态产品价值实现

1 引言

1.1 研究背景与意义

作为全国森林经营试点单位, 石屏县国有林场(以龙朋林场为核心)依托 29.89 万亩林地资源、81.76% 的森林覆盖率及 71.4 万立方米活立木蓄积, 探索出一条"不砍树也致富"的绿色发展新路径。其首创的"屏邑林票"制度与"林-菌-游"立体复合模式, 不仅破解了传统林业"周期长、见效慢"的困局, 更实现了生态效益与经济效益的协同增长。

1.2 研究方法

通过政策文本分析、经营数据核算、实地调研访谈, 构建"模式解析—效益测算—问题诊断—路径优化"的分析框架, 综合运用生态经济学、产业经济学与可持续发展理论展开研究。

【作者简介】黄保德(1973—), 男, 彝族, 中国云南石屏人, 本科, 高级工程师, 从事林业和草原工程研究。

2 石屏县国有林场林下经济发展现状

2.1 林场基本概况

石屏县龙朋国有林场始建于 1959 年, 前身为石屏木材加工厂龙朋分厂, 2017 年改制为副科级公益二类事业单位。林场经营管理面积 29480 公顷(29.89 万亩), 森林覆盖率 81.76%, 活立木蓄积 71.4 万立方米, 以云南松和松阔混交林为主, 富集野生菌与中药材资源。

2.2 发展历程与政策演进

(1) 探索期(2016-2019): 累计完成造林 3243 亩、森林经营 32130 亩, 2017 年获"全国十佳林场"称号, 开始试点林下种植养殖。

(2) 成长期(2020-2022): 2020 年列为国家森林经营试点单位, 建成国家食用菌产业技术体系干巴菌生态干预促繁试验基地, "林-菌-游"模式成型。

(3) 提升期(2023 至今): 2023 年成为国家森林可持续经营试点, 启动"屏邑林票"制度改革, 年综合产值突

破2亿元。

3 石屏县林下经济发展模式体系

3.1 “林-菌-游”立体复合经营模式

该模式是石屏县核心创新,实现“一林三用、三产联动”。

3.1.1 上层林木培育(林)

采用“天然云南松林大径材全周期培育技术”,通过密度调控、目标树管理,2020年以来完成森林抚育5万亩,封育管护20万亩。该技术使云南松大径材培育周期缩短3-5年,单位蓄积量提升15%,年均木材增值收益达462万元。

3.1.2 中层菌类保育(菌)

推广“天然松林菌复合经营”技术,建成干巴菌生态干促繁基地,核心机制包括:

(1)生态干预技术:通过林分密度调控(郁闭度0.6-0.7)、枯落物管理、微喷保湿,干巴菌出菌密度提高40%。

(2)包山养菌机制:将22.3万亩菌塘区划片承包给农户,林场提供技术指导和菌种保育,产出的野生菌由合作社统一收购。2023年实现野生菌年产值1.5亿元,带动农户户均增收2.1万元。

(3)技术支撑:与云南省林科院合作,突破干巴菌人工促繁难题,保育区每公顷年产干巴菌达15-20kg,市场价值1800-2400元/kg。

3.1.3 下层康养旅游(游)

开发“龙韵养生谷”森林康养基地,采用“林场出地+企业出资”模式:

(1)投资结构:林场以4000亩林地租赁入股(租金30年7100万元),红河龙韵公司投资基础设施。

(2)业态布局:建成森林浴场、药膳温泉、林果采摘园、养生步道等设施,年接待游客30万人次,营业收入3000万元。

(3)品牌效应:2020年认定为首批“国家森林康养基地”,成为全国51个试点之一,床位入住率达78%,客单价提升至285元。

3.2 林下中药材种植模式

以龙朋林场为核心,辐射带动周边发展“林药共生”系统:

(1)种植规模:重楼、三七、黄精等名贵中药材0.51万亩,仿野生栽培率达85%。

(2)技术模式:采用“松阴遮光+腐殖基质”生态种植,化肥使用量减少30%,农药零施用,药材有效成分含量较大田种植提升12-18%。

(3)经济效益:年产值3050万元,亩均产值5980元,纯利润达3200元/亩,远高于传统农作物。

3.3 林下生态养殖模式

发展“林-禽-肥”循环农业:

(1)养殖规模:林下生态鸡、鸭养殖面积0.3万亩,年出栏12万羽,产值1350万元。

(2)技术特点:移动式鸡舍设计,每1000只配套10立方米发酵罐处理禽粪,土壤容重从1.5降至1.2g/cm³,板结率降低45%。

(3)成本优势:利用昆虫蛋白饲料(黑水虻、黄粉虫)替代30%豆粕,饲料成本降低1000-1500元/千只,生长周期缩短7天。

3.4 林业经营收益权票证化模式

“屏邑林票”制度创新:

(1)机制设计:将林地经营权、林下经济收益权量化成电子票据,可流转、质押、分红。如牛街林场与上午村合作,林地折价入股,林场占51%、村集体占49%,按股制票、按票分红。

(2)融资功能:林票可在“屏邑碳票”平台交易,也可向银行质押贷款,2024年首批兑付红利,林农最高单户收益达8.7万元。

(3)制度突破:实现“资源变资产、资产变资本、农民变股东”,解决林下经济“确权难、融资贵”问题,为生态产品价值实现提供制度范式。

4 效益分析体系构建

4.1 经济效益评估

4.1.1 直接产出效益

2023年石屏县国有林场林下经济综合产值达2.01亿元,构成如下:

(1)野生菌产业:1.5亿元(占比74.6%)

(2)森林康养:3000万元(占比14.9%)

(3)中药材:3050万元(占比15.2%)

(4)生态养殖:1350万元(占比6.7%)

投入产出分析显示,林下经济平均投入产出比为1:3.8,远高于传统林业1:1.2的水平。其中,野生菌保育成本仅200元/亩,产值达670元/亩,利润470元/亩;森林康养亩均投入1.78万元,年收益7500元,静态投资回收期4.3年。

4.1.2 成本节约效益

(1)化肥农药减量:中药材种植减少化肥投入120吨/年,节约成本48万元;生物防治技术降低农药费用35万元。

(2)饲料成本下降:生态养殖采用昆虫蛋白替代,年节约豆粕成本180万元。

(3)劳动力效率提升:智能监测系统减少巡护人力40%,节约管理费65万元/年。

4.1.3 资产增值效益

通过森林抚育,活立木蓄积年增长率从3.2%提升至4.1%,每年新增蓄积2.9万立方米,按800元/立方米计算,林木资产增值2320万元。同时,“龙韵养生谷”品牌价值

评估达 1.2 亿元，无形资产增值显著。

4.2 生态效益评估

基于《林下经济生态效益评估模型》，构建石屏县林场生态效益指数：

4.2.1 生态系统服务功能提升

(1) 水源涵养：森林覆盖率每提高 1%，水源涵养量增加 5.2 万立方米。石屏县森林覆盖率 57.36%，较 2016 年提升 4.2 个百分点，年新增涵养量 21.8 万立方米，价值按 3.5 元/1000kg 计算达 76.3 万元。

(2) 固碳释氧：林下经济活动促进林木生长，年固碳量增加 0.8kg/公顷，全场年增碳汇 23600000kg，按 50 元/1000kg 碳价计算，价值 118 万元。配合“屏邑碳票”交易，2024 年已实现碳汇收益首批分红。

(3) 生物多样性：野生菌保育区记录大型真菌从 127 种增至 189 种，指示性鸟类种群数量回升 23%，生态系统稳定性指数提升 42%。

4.2.2 环境质量改善

(1) 土壤改良：禽粪发酵还林使土壤有机质含量从 1.8% 提升至 2.6%，pH 值稳定在 6.2-6.8，微生物活性提高 35%。

(2) 小气候调节：康养基地周边 500 米范围内，夏季气温较外界低 2.3℃，相对湿度高 8-12%，负氧离子浓度达 3800 个/cm³，远超世界卫生组织清新空气标准。

4.2.3 生态效益量化

综合评估显示，石屏县国有林场林下经济模式使森林生态系统综合效益指数提升 42%，其中生态服务价值贡献占 35%，经济效益占 65%。单位面积林地综合产出提高 33%，高于全国平均 28% 的水平。

4.3 社会效益评估

4.3.1 就业与增收效应

(1) 直接就业：林下经济经营主体 9 个（含 3 个国有林场），吸纳固定就业 1276 人，季节性用工 3.2 万人次。

(2) 农户增收：带动周边 7 个乡镇、153 个自然村、4.77 万户林农参与，人均年增收 6300 元，其中贫困农户户均增收达 1.85 万元，助力脱贫攻坚与乡村振兴有效衔接。

(3) 收入分配：通过“林场+合作社+农户”模式，收益分配向农户倾斜，农户所得占产值的 58%，林场占 30%，村集体占 12%。

4.3.2 产业融合效应

(1) 三产联动：一产（种植养殖）占比 45%，二产（初加工）占比 18%，三产（康养旅游）占比 37%，形成“接二产连三产”格局。

(2) 品牌溢出：“石屏野生菌”地理标志品牌价值 8.7 亿元，带动全县特色经济林果 32.8 万亩，年产值 13.2 亿元。

4.3.3 示范推广效应

龙朋林场案例被国家林草局官网收录，2023 年接待考察团 127 批次，模式已推广至红河州 7 个林场，培训技术人

员 2300 人次，成为西南地区国有林场改革标杆。

5 存在问题与挑战

5.1 技术瓶颈制约

(1) 野生菌人工促繁技术：干巴菌等珍稀菌种人工栽培尚未完全突破，产量依赖自然出菌率，年际波动达 30% 以上。

(2) 中药材标准化：仿野生种植缺乏统一标准，重金属与农残检测体系不健全，影响高端市场拓展。

(3) 智能化水平低：监测设备覆盖率仅 45%，无人机巡检、物联网系统应用处于起步阶段。

5.2 资金投入不足

(1) 基础设施缺口：林区道路硬化率仅 62%，冷链物流覆盖不足 30%，导致野生菌产后损耗率达 18%。

(2) 研发经费短缺：年科研投入不足产值的 2%，远低于农业科技企业 5% 的平均水平。

(3) 融资渠道单一：林票质押率仅评估值的 50%，且限于县域农商行，资本市场参与度低。

5.3 市场风险凸显

(1) 价格波动大：野生菌价格受气候、产量影响，年度波动幅度 40-60%，农户收益不稳定。

(2) 品牌保护弱：“石屏野生菌”品牌遭外地产品冒用，市场监管难度大。

(3) 康养旅游同质化：周边地区森林康养项目重复建设，竞争加剧，2024 年龙韵养生谷入住率下降至 71%。

5.4 管理体系待完善

(1) 权责界定模糊：林下空间经营权与林木所有权分离，纠纷调解机制不健全。

(2) 人才结构性短缺：缺乏既懂林业又懂经营的复合型人才，技术人员平均年龄 48 岁。

(3) 生态红线约束：部分林下经济项目与生态公益林政策存在协调难题。

6 优化路径与对策建议

6.1 强化科技创新驱动

(1) 共建研发平台：联合中科院昆明植物所、云南省林科院建立“珍稀菌根菌保育实验室”，重点攻关干巴菌、松茸人工促繁技术，目标 5 年内出菌率稳定率提升至 85%。

(2) 推广智能系统：部署“空天地”一体化监测网络，实现森林环境、菌塘温湿度、病虫害实时监测，覆盖率 2026 年达 100%，降低管理成本 30%。

(3) 制定技术标准：出台《石屏县林下中药材仿野生栽培技术规程》《森林康养服务规范》等地方标准，争取上升为省级标准。

6.2 完善政策扶持体系

(1) 加大财政投入：建议设立年规模 2000 万元的“林下经济发展专项资金”，重点支持良种繁育、设施农业、

品牌建设。

(2) 创新金融产品: 与农业银行、国开行合作开发 "林票贷""碳汇贷", 质押率提升至 70%, 贷款期限延长至 5-8 年, 利率优惠 20%。

(3) 优化用地政策: 在生态红线评估基础上, 划出 10% 的公益林作为 "林下经济试验示范区", 实行备案制管理。

6.3 深化产业融合发展

(1) 延伸产业链: 建设野生菌精深加工厂, 开发干巴菌即食产品、菌菇调味品, 提升附加值 30-50%; 推进石斛、黄精药食同源产品开发。

(2) 打造数字平台: 建立 "石屏林下经济大数据平台", 集成产销对接、质量溯源、电商直播功能, 力争 2025 年线上销售占比达 40%。

(3) 推进林文旅融合: 举办 "石屏野生菌文化节""森林康养论坛", 提升品牌知名度, 目标年吸引游客 50 万人次。

6.4 健全利益联结机制

(1) 优化股权结构: 推广 "林场 30%+ 合作社 20%+

农户 50%" 模式, 保障农民主体地位。

(2) 建立风险基金: 按产值的 3% 提取 "价格风险调节基金", 平抑市场波动对农户收入的影响。

(3) 强化人才培养: 与西南林业大学合作开设 "林下经济管理" 专班, 每年培养 30 名专业技术人才。

7 结语

石屏县国有林场通过 "林-菌-游" 立体复合经营、林票制度创新、产学研深度融合, 构建了生态产品价值实现的完整链条。实践证明, 该模式在保持森林覆盖率 57.36% 的基础上, 实现年综合产值 2.01 亿元, 农户人均增收 6300 元, 生态效益指数提升 42%, 走出了一条 "生态产业化、产业生态化" 的可持续发展之路。

参考文献

- [1] 环球在线.石屏县龙朋国有林场通过国家森林经营试点推进生态旅游[J].2024.
- [2] 红河州人民政府.红河州林业碳汇试点建设行动方案(2024—2026年)[J].2024.
- [3] 百度文库.林场创新案例[J].2024.

Screening Experiment of Fertilizer Ratio of Maize Lousan 297 in Luoping County

Guanlan Li¹ Jun Hu¹ Jiaming Yang² Xingcheng Tu³ Peizhu Zhang^{1*}

1. Luo Ping County Agricultural Technology Extension Center, Luoping, Yunnan, 655800, China

2. Luo Ping County Banqiao Town Agricultural and Rural Development Service Center, Luoping, Yunnan, 655808, China

3. Luoping Xiangfeng Modern Agriculture Development Co., Ltd., Luoping, Yunnan, 655808, China

Abstract

To determine the optimal fertilizer ratio for the Luodan 297 corn variety in Luoping County's growing regions, enhance its yield and quality, and optimize local cultivation practices, this study conducted field plot trials with different nitrogen, phosphorus, and potassium combinations. The results showed that the optimal application rate was 225 kg N, 90 kg P₂O₅, and 150 kg K₂O per hectare, yielding 10,260 kg of grain per hectare—18.3% higher than conventional fertilization. This significantly improved grain protein and starch content. The recommended ratio serves as a practical fertilization protocol for high-yield and high-quality cultivation of Luodan 297 corn in Luoping County.

Keywords

Luo Dan 297; Corn; Fertilizer ratio; Yield; Luoping County

罗平县玉米罗单 297 肥料配比筛选试验研究

李关兰¹ 胡峻¹ 杨家明² 涂兴城³ 张培竹^{1*}

1. 罗平县农业技术推广中心, 中国·云南 罗平 655800

2. 罗平县板桥镇农业农村发展服务中心, 中国·云南 罗平 655808

3. 罗平县祥丰现代农业发展有限公司, 中国·云南 罗平 655808

摘要

为明确适合罗平县种植区罗单297玉米品种的最佳肥料配比,提升该品种产量与品质,优化当地玉米栽培施肥方案,本研究设置不同氮、磷、钾配施处理开展田间小区试验,分析各处理对罗单297农艺性状、产量构成及籽粒品质的影响。结果表明:当氮肥(N)施用量225 kg/hm²、磷肥(P₂O₅)90 kg/hm²、钾肥(K₂O)150 kg/hm²时,罗单297农艺性状最优,籽粒产量达10260 kg/hm²,较常规施肥增产18.3%,且籽粒粗蛋白、粗淀粉含量显著提升。该配比可作为罗平县罗单297玉米高产优质栽培的推荐施肥方案。

关键词

罗单297; 玉米; 肥料配比; 产量; 罗平县

1 材料与方

1.1 试验地概况

试验于2023年在罗平县板桥镇金鸡村涂兴城大户地里进行,地块海拔1450 m,土壤类型为红壤,耕层土壤有机

【基金项目】云南省曲靖市农业科技攻关项目(项目编号: QJN202408);罗平县玉米产业提质增效专项(项目编号: LP202403)。

【作者简介】李关兰,女,中国云南罗平人,高级农艺师,从事作物栽培试验与农技推广研究。

【通讯作者】张培竹,女,中国云南罗平人,推广研究员,从事作物栽培试验研究与农技推广研究。

质含量18.2 g/kg、碱解氮95.6 mg/kg、速效磷22.3 mg/kg、速效钾108.5 mg/kg, pH值6.2。前茬作物为油菜,产量中等,无灌溉条件,交通方便,地势平坦,肥力均匀。

1.2 试验材料

供试玉米品种:罗单297(罗平县高山玉米研究所选育,适宜西南山地玉米区种植);

供试肥料:尿素(含N 46%,工业级)、过磷酸钙(含P₂O₅ 12%,农业级)、氯化钾(含K₂O 60%,农业级)。

1.3 试验设计

试验采用单因素随机区组设计,设置5个肥料配比处理(表1),每个处理3次重复,小区面积20 m²(4 m×5 m),行距60 cm,株距33 cm,种植密度60000株/hm²。各处理除肥料配比不同外,播种、除草、病虫害防治等田间管理措

施均保持一致,严格按照当地玉米高产栽培技术执行。

表 1 不同肥料配比处理 (单位: kg/hm²)

处理	氮肥 (N)	磷肥 (P ₂ O ₅)	钾肥 (K ₂ O)
CK (常规施肥)	180	75	120
T1	180	90	120
T2	225	90	120
T3	225	90	150
T4	270	90	150

1.4 测定项目与方法

1.4.1 农艺性状

玉米成熟期,每个小区随机选取 10 株代表性植株,测定株高、穗位高、穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数,取平均值。

1.4.2 产量及构成因素

小区实收全部果穗,晾晒至籽粒含水率 14% 后脱粒称重,折算单位面积产量;每个小区随机选取 20 个果穗,测定千粒重(称重法)、穗粒数。

1.4.3 籽粒品质

采用近红外谷物分析仪(型号:Foss DS2500)测定籽粒粗蛋白、粗淀粉、粗脂肪含量,每个处理重复测定 3 次。

1.5 数据统计分析

采用 Excel 2019 进行数据整理,SPSS 26.0 软件进行方差分析,Duncan 氏法进行多重比较(显著性水平 P<0.05)。

2 结果与分析

2.1 不同肥料配比对罗单 297 农艺性状的影响

由表 2 可知,各施肥处理的农艺性状均优于 CK(常规施肥),且随氮肥、钾肥施用量增加呈现先优化后劣化的趋势。T3 处理株高 268.3 cm、穗位高 105.7 cm,株型适中;穗长 21.5 cm、穗粗 5.6 cm,秃尖长仅 1.2 cm,穗部性状最优;穗行数 16.2 行、行粒数 38.5 粒,均显著高于其他处理。T4 处理因氮肥过量,株高、穗位高过高,易引发倒伏风险,秃尖长有所增加,农艺性状表现略逊于 T3。

表 2 不同肥料配比对罗单 297 农艺性状的影响

处理	株高 (cm)	穗位高 (cm)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	秃尖长 (cm)	穗行数 (行)	行粒数 (粒)
CK	245.6d	98.2c	18.3d	5.0d	2.1a	14.8c	32.6d
T1	252.3c	100.5bc	19.5c	5.2c	1.8b	15.2bc	34.5c
T2	260.5b	102.8b	20.8b	5.4b	1.5c	15.8ab	36.8b
T3	268.3a	105.7a	21.5a	5.6a	1.2d	16.2a	38.5a
T4	275.2a	110.3a	21.2a	5.5a	1.4cd	16.0a	37.8ab

注:同列不同小写字母表示差异显著 (P<0.05),下同。

2.2 不同肥料配比对罗单 297 产量及构成因素的影响

从表 3 可见,各处理产量及千粒重均显著高于 CK。T3 处理籽粒产量达 10260 kg/hm²,较 CK 增产 18.3%,千粒重 358.2 g,穗粒数 623.7 粒,均为各处理最高;T4 处理产量 9850 kg/hm²,略低于 T3,主要因氮肥过量导致部分植株倒伏,结实率下降;T1、T2 处理产量随氮肥或钾肥施用量增加逐步提升,但增幅低于 T3。

表 3 不同肥料配比对罗单 297 产量及构成因素的影响

处理	千粒重 (g)	穗粒数 (粒)	穗粒数 (粒)	较 CK 增产 (%)
CK	325.6d	482.5d	8670d	—
T1	338.5c	524.2c	9210c	6.2
T2	348.8b	571.4b	9820b	13.3
T3	358.2a	623.7a	10260a	18.3
T4	352.5ab	604.5a	9850b	13.6

2.3 不同肥料配比对罗单 297 籽粒品质的影响

由表 4 可知,T3 处理籽粒品质最优,粗蛋白含量 10.2%、粗淀粉含量 72.5%、粗脂肪含量 4.8%,均显著高于 CK 及其他处理;T4 处理因氮肥过量,粗蛋白含量略高(10.5%),但粗淀粉含量下降至 70.8%;CK 处理籽粒粗蛋白、粗淀粉、粗脂肪含量均为最低。

表 4 不同肥料配比对罗单 297 籽粒品质的影响 (单位: %)

处理	粗蛋白	粗淀粉	粗脂肪
CK	8.5d	68.2d	4.2d
T1	9.2c	70.5c	4.4c
T2	9.8b	71.8b	4.6b
T3	10.2a	72.5a	4.8a
T4	10.5a	70.8c	4.7ab

3 讨论

氮、磷、钾是玉米生长发育的必需营养元素,合理配施可协调植株营养生长与生殖生长,提升光合产物积累效率。本研究中,罗平县红壤区土壤速效磷、钾含量偏低,常规施肥量无法满足罗单 297 高产需求,适量增施磷肥、钾肥可显著改善穗部性状,增加千粒重与穗粒数。

氮肥过量 (T4 处理) 易导致玉米植株徒长,抗倒伏能力下降,且会降低籽粒淀粉含量,这与西南山地玉米产区的施肥研究结果一致;磷肥增施 (T1 处理) 可促进玉米根系发育与花芽分化,提升成穗率;钾肥增施 (T3 处理) 能增强植株抗逆性,促进籽粒灌浆,改善品质。综合来看,N 225 kg/hm²、P₂O₅ 90 kg/hm²、K₂O 150 kg/hm² 的配比,既能满足罗单 297 各生育期营养需求,又可避免肥料浪费,兼顾

产量与品质提升。

4 结语

本试验结果表明,罗单 297 玉米在罗平县种植时,最佳肥料配比为:氮肥(N) 225 kg/hm²、磷肥(P₂O₅) 90 kg/hm²、钾肥(K₂O) 150 kg/hm²。该配比下,罗单 297 农艺性状优良,抗倒伏能力强,籽粒产量达 10260 kg/hm²,且粗蛋白、粗淀粉含量显著提升,适宜在罗平县及相似生态区(滇东高原红壤山地玉米区)推广应用,可为当地玉米高产优质栽培提供技术支撑。

参考文献

[1] 云南省农业科学院粮食作物研究所. 云南玉米品种选育与栽培

技术[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2018: 68-72.

- [2] 张吉顺, 李新海, 张世煌, 等. 玉米氮高效利用的生理机制与遗传改良研究进展[J]. 中国农业科学, 2020, 53(12): 2427-2441.
- [3] 王立春, 李玉影, 王秀斌, 等. 东北春玉米区肥料利用率演变特征与提升途径[J]. 植物营养与肥料学报, 2019, 25(5): 721-730.
- [4] 李明, 杨晓蓉, 段春芳, 等. 滇东南山地玉米优化施肥技术研究[J]. 云南农业, 2022(7): 45-47.
- [5] 赵久然, 王荣焕, 刘月娥. 玉米高产栽培技术与田间管理要点[J]. 中国农技推广, 2021, 37(9): 34-36.

Research on Innovation and Promotion of Resilient Crop Cultivation Technologies under Climate Change

Fuyuan Ma

Comprehensive Experimental Station for Desertification Control in Minqin Gansu Province, Wuwei, Gansu, 733000, China

Abstract

Global climate change-induced extreme weather events including heatwaves, droughts, floods, and pest outbreaks have become critical factors affecting agricultural productivity and food security. These climatic anomalies not only alter crop growth cycles and phenological patterns but also exacerbate soil degradation and water imbalance, exerting sustained pressure on agricultural ecosystems. To address this challenge, establishing climate-resilient crop cultivation systems has become a core direction for sustainable agricultural development. This study explores innovative approaches to resilient crop cultivation technologies encompassing drought resistance, flood tolerance, heat adaptation, and pest control. Key strategies include precision regulation techniques, ecological cultivation adjustments, intelligent agricultural management, and biological control measures. The research emphasizes integrating technological innovation, variety improvement, and management optimization to enhance crop resilience. Regional demonstration projects and policy incentives are proposed to promote widespread adoption of these technologies. This work provides theoretical foundations and practical references for building climate-resilient agriculture.

Keywords

Climate change; Crops; Stress-tolerant cultivation; Technological innovation; Extension system

气候变化下农作物抗逆栽培技术创新与推广研究

马福元

甘肃省民勤治沙综合试验站, 中国·甘肃 武威 733000

摘要

全球气候变化引发的高温、干旱、洪涝及病虫害频发, 已成为影响农业生产稳定性和粮食安全的关键因素。气候异常不仅改变了农作物的生长周期与物候规律, 还加剧了土壤退化与水分失衡, 给农业生态系统带来持续压力。为应对这一挑战, 构建适应气候变化的农作物抗逆栽培体系是农业可持续发展的核心方向。本文从抗旱、抗涝、抗高温及抗病虫等方面探讨了农作物抗逆栽培技术的创新路径, 涵盖精准调控技术、生态调适栽培、智能农业管理与生物调控策略等。研究强调, 结合科技创新、品种改良和管理模式优化, 提升农作物对逆境环境的适应性, 并通过区域化示范与政策激励体系推动技术广泛应用。本文为构建气候韧性型农业提供了理论依据与实践参考。

关键词

气候变化; 农作物; 抗逆栽培; 技术创新; 推广体系

1 引言

气候变化已成为全球性挑战, 极端天气事件对农业生产带来持续冲击。我国作为受气候变化影响最显著的国家之一, 面临高温、干旱、强降雨和病虫害等多重威胁, 农业生产面临巨大的不确定性与风险。传统栽培管理方式难以应对复杂气候, 导致减产和品质下降。为应对这一挑战, 发展以抗逆性为核心的农作物栽培技术至关重要。抗逆栽培不仅关注作物的生理适应, 还强调生态系统、技术系统和管理系统

的协同优化。随着农业信息化、生物育种及生态农业理念的发展, 抗逆栽培技术正从单一防灾转向综合调控与智慧管理的新阶段。本文探讨了气候变化背景下农作物抗逆栽培的技术创新与推广体系, 旨在推动农业生产的高效、稳定与绿色发展。

2 气候变化对农作物生长环境与生产体系的影响

2.1 气候异常对农作物生态环境的破坏

气候变化通过温度、降水及辐射等多重因素影响农业生态系统。全球变暖导致作物生育期缩短, 光合效率下降, 尤其在南方稻区和北方玉米带, 出现了“早熟减产”现象。

【作者简介】马福元(1974—), 男, 中国甘肃武威人, 工程师, 从事农学研究。

干旱频发导致土壤墒情恶化,限制根系生长与养分吸收;而极端降雨则造成田间渍涝、根系缺氧与病害滋生。气候波动使得耕层结构与微生物群落失衡,生态稳定性下降,农作物生产环境更加脆弱^[1]。

2.2 气候变化导致农作物生理应激加剧

高温和干旱是最典型的气候胁迫类型。高温导致作物叶片蒸腾加剧、光合系统受损,蛋白质失稳而影响籽粒灌浆;干旱胁迫则抑制水分运输和气孔调节,使光合效率下降。低温冷害在北方春季也频繁发生,影响播种与出苗。气候变异引发的病虫害扩散更为显著,如小麦条锈病、玉米黏虫等在不同纬度区交替暴发,进一步增加农田管理难度^[2]。

2.3 农业生产体系的结构性挑战

气候变化不仅影响作物个体生理过程,还对整个农业生产体系提出了新的要求。传统以高投入为特征的农业模式在应对极端气候时缺乏韧性,农业水资源利用率低、土壤退化严重。部分地区作物种植结构单一、区域布局不合理,导致抗风险能力不足。气候变化使得“高产”与“稳产”的矛盾日益突出,农业生产亟需从数量导向转向生态效率与环境适应并重的发展模式。

3 抗逆栽培技术创新的理论基础与发展趋势

3.1 抗逆栽培的系统理念

抗逆栽培技术是一种综合农业体系,整合了作物遗传改良、生态调控和管理优化。其核心理念在于通过植物、环境与管理的协调作用,确保作物在逆境条件下保持高效生产潜力。该技术体系依托生态学原理,通过生物多样性增强、资源循环利用与微生态调节等方式,实现农业系统的动态平衡。通过调节栽培环境、优化农艺措施,使作物能够更好地适应不利的气候和土壤条件,保持稳产高产。这一系统不仅提升了作物的抗逆能力,也为农业可持续发展提供了新的路径^[3]。

3.2 科技创新推动抗逆栽培模式升级

现代科技的进步为抗逆栽培技术的应用提供了强有力的支撑。生物育种技术,特别是基因编辑和分子标记筛选,使得抗旱、抗盐、抗高温的作物品种的培育成为可能,极大提高了作物在不利环境下的生产力。同时,信息化技术的应用使得气象监测、土壤墒情与作物生长过程能够实现数字化监控,精准决策成为现实。智能化设备与无人机施肥、喷灌技术的应用,提高了逆境管理的效率和响应速度。这些科技创新使抗逆栽培由传统的经验农业迈向数据驱动的精准农业。

3.3 可持续农业理念的融入

可持续发展理念强调农业生产应与生态环境相协调。抗逆栽培技术的发展趋势是“生态—科技—经济”的三维融合,倡导通过绿色循环体系减少资源消耗与环境负担。通过建立生态补偿机制,农户可以通过生态种植和减排措施获得政策支持,提升技术推广的社会可行性与经济可持续性。这

一理念的融合,推动了农业生产方式的转型升级,使抗逆栽培不仅具备了提高作物产量和抗逆性功能,也更符合现代农业发展的绿色、环保需求^[4]。

4 主要抗逆栽培技术创新路径

4.1 抗旱与节水栽培技术

干旱是农业生产中的重大挑战,尤其在水资源匮乏的地区,抗旱技术的创新对提升作物产量至关重要。精准灌溉技术,如滴灌、微喷和地下渗灌,能根据土壤墒情的实时变化精准调控水量,从而实现节水和增产的双重目标。此外,深松免耕与地膜覆盖技术有效改善土壤的通透性与保水能力,减少水分蒸发损失。生物刺激剂和抗旱调节剂的使用则能增强作物体内的渗透调节能力,显著提高作物的抗旱性。在品种选择上,通过筛选深根系、高渗透势和高叶片保水性的抗旱品种,可以提高作物的水分利用效率。近年来,基于遥感监测的灌溉决策系统已在黄淮海旱作区得到广泛应用,为农业抗旱管理提供了科学依据,帮助农民根据天气变化和土壤湿度进行精准灌溉,进一步提升了农业生产的可持续性^[5]。

4.2 抗涝与排水调控技术

强降雨的增加导致渍涝灾害风险上升,如何有效管理农田水分,尤其是在湿润气候中,已成为农业抗逆的关键。抗涝栽培的核心是“排、蓄、导、渗”系统建设,包括高畦栽培与沟渠配套系统,能有效改善田间排水条件,防止根系窒息。对于耐渍品种的应用,通过调控根区通气(如使用气根诱导剂与生物孔隙材料)显著提高作物在湿害环境下的生存率。此外,雨水收集与循环利用系统的推广实现了水资源的高效管理,形成了“雨水入库—田间调控—生态回补”的闭环管理模式,兼顾了防涝与水资源的可持续利用。数字化排水监控系统的引入,使得农田排水管理进入智能调度阶段,优化了排水过程,提高了排水效率和精准度。

4.3 抗高温与冷害防控技术

高温和冷害是影响作物生长的重要气候因素,尤其在极端天气条件下,如何有效保护作物免受高温和低温的伤害成为关键。针对高温胁迫,遮阳网覆盖、喷雾降温与夜间补光技术已成为行之有效的高温防护措施,通过调节作物生长环境温度,减少授粉障碍和籽粒形成的损伤。此外,施用海藻提取物和抗氧化剂可增强作物细胞膜的稳定性,有效降低高温对作物造成的损伤。对于冷害防控,地膜保温、烟雾防霜和微气候调控技术(如温湿监测反馈系统)已被广泛应用,能有效减轻低温对作物的伤害。近年来,基于基因编辑技术(如CRISPR)的抗高温品种培育成为研究热点,如耐热水稻和抗热玉米的推广,显著提升了作物的抗逆性和稳产性,为应对气候变化提供了更加精准的解决方案。

5 农作物抗逆栽培的生态调控与管理创新

5.1 生态农业模式的融合

生态农业模式的核心在于提升农业生态系统的自我调

节能能力,并通过优化作物栽培环境来增强抗逆能力。构建“作物—微生物—环境”互利共生的生态系统,能够利用自然资源和生物过程,减少外部资源的依赖,从而提高系统的稳定性与可持续性。绿肥种植与秸秆还田技术是提升土壤质量和增加有机质的有效途径,能够改善土壤的保水保肥能力,提升作物抗逆的生长环境。复合种植与轮作制度不仅能够有效减少土壤退化,还能降低病虫害密度,从而促进生态系统的稳定性。此外,节能型农业设施如太阳能温室和智能大棚通过自动调节气候条件,能够为作物提供稳定的微环境,减少气候变化带来的不利影响。生态型栽培不仅增强了作物的抗逆能力,还推动了农业生产的绿色转型,为实现可持续农业发展提供了技术保障。

5.2 信息化与智能化管理体系

信息化与智能化技术的应用,使抗逆栽培进入了精准管理时代。基于物联网技术的“智能农田系统”能够实时采集气候、土壤墒情、作物生理状态等数据,并通过分析预测逆境风险,自动调节灌溉、施肥及通风等管理环节,确保作物生长条件的最优化。无人机与卫星遥感技术的结合,可以实现大范围的农田监测,尤其在逆境天气或灾害预警方面提供了及时有效的数据支持。此外,人工智能算法能够对作物生长模式进行建模,分析影响因素,实现动态管理决策。通过这些智能化技术的应用,农业生产不仅变得更加精确,还能够在逆境条件下实现主动调控,降低自然灾害或不利环境对作物生长的影响,从而提高农业生产的效率与安全性。

5.3 综合防控与农艺协同策略

抗逆栽培技术的稳定性和持续性依赖于多学科技术的协同应用,特别是在气候变化、病虫害防治及养分管理等方面的综合调控。应建立一套完整的调控体系,结合气候预测、病虫害预警、养分管理和生物防控策略,以实现作物生长的全面调控。病虫害综合治理(IPM)策略,结合生物农药和生态调节剂的应用,能够有效减少化学农药的使用,减少环境污染,同时保护农田生态系统的健康。科学的轮作与间作模式不仅能够优化土壤质量,还能打破病虫害的传播链条,提升系统的抗逆能力。

6 技术推广体系与政策支持机制

6.1 区域化技术示范与推广机制

农作物抗逆栽培的推广应因地制宜,充分考虑各区域的自然条件、气候特点和土壤状况。因此,首先应在不同生态区建立试验示范基地,如东北寒旱区、西北干旱区、长江中下游湿热区等,针对每个地区的特定问题,通过典型案例

展示适宜的技术组合。通过这些试验示范基地,不仅可以验证技术的适用性,还能积累实践经验,为后续的推广提供数据支持。在推广过程中,农技推广部门与科研院所应加强协同,形成“科研—示范—推广—应用”闭环体系,确保科研成果能够顺利转化为生产力。同时,应建立多主体参与机制,鼓励农业企业、合作社与农户共同参与技术示范,这样可以促进科技成果的社会化扩散与本地化适配,提高技术应用的广泛性和有效性。

6.2 政策激励与金融支持体系

抗逆技术的推广需要政策引导和经济激励。政府应完善农作物保险和气候风险补偿机制,减少农民采用新技术的风险。同时,设立专项基金用于抗逆品种的培育和节水设备的更新,帮助农民减少技术转化成本。为推动农业企业的参与,政府应提供绿色信贷、税收减免等政策措施,鼓励农业企业加大对抗逆栽培技术研发和生态农业建设的投入。此外,建立农业碳汇交易与生态补偿机制,将抗逆栽培纳入低碳农业评价体系,既可以增强农民的生态责任感,也能为农民带来生态效益的经济回报,实现生态与经济双赢的局面。

7 结语

气候变化背景下,农作物抗逆栽培技术创新已成为保障农业安全与可持续发展的战略任务。抗逆栽培是一项系统工程,涉及生物科技、生态环境、信息技术与社会管理的综合协调。通过完善的技术创新体系、生态调控机制与高效的推广服务网络,能显著提升农业系统的气候韧性。未来发展应聚焦智能化、绿色化与区域化协同推进,实现从“单项技术”向“系统应对”的转变。在政策层面,需强化国家战略支持与国际合作,推动气候适应型农业模式的全球经验共享。将科技创新、生态理念与社会机制有机结合,才能构建面向未来的可持续农业体系,为粮食安全与生态文明建设提供支撑。

参考文献

- [1] 苏丽敏.秋粮抗逆栽培:构建气候韧性农业的破局之道[J].农村新技术,2025,(09):4-6.
- [2] 齐宝晗.日光温室土壤逆境黄瓜抗逆栽培技术的SWOT分析[D].河北科技师范学院,2021.
- [3] 束胜,胡晓辉,王玉,等.蔬菜作物逆境生理与抗逆栽培研究进展[J].南京农业大学学报,2022,45(06):1087-1098.
- [4] 郭文善.小麦抗逆高产机理与调控技术体系研究及应用.江苏省,扬州大学,2011-02-26.
- [5] 李玮奇.适宜华中地区不同栽培模式下优质抗逆的莴苣品种筛选[D].华中农业大学,2024.

Research on the Transformation of Forestry Ecological Value and High-Quality Development Pathways under the Perspective of “National Treasure Economy”

Wenli Mao

Shaanxi Changqing National Nature Reserve Administration, Hanzhong, Shaanxi, 723000, China

Abstract

This study focuses on the emerging paradigm of “National Treasure Economy,” aiming to explore how it provides a new theoretical perspective and practical pathways for the transformation of forestry ecological value and high-quality development. Traditional forestry economy centers on the extraction of physical resources such as timber, whereas the “National Treasure Economy” specifically refers to a new economic model that prioritizes the protection of nationally symbolic rare species (e.g., giant pandas) or top-tier ecosystems as its core value origin. Through systematic conservation, research, and value transformation, it drives regional green development. The core logic lies in creating scarce ecological and brand assets through extreme conservation, then leveraging technological, cultural, and institutional innovations to convert the resulting diverse values (ecological services, scientific data, cultural symbols, etc.) into sustainable economic benefits and social welfare.

Keywords

National treasure economy; Forestry economy; Ecological value; High-quality development

“国宝经济”视域下林业生态价值转化与高质量发展路径研究

毛文丽

陕西长青国家级自然保护区管理局, 中国·陕西 汉中 723000

摘要

本研究聚焦于“国宝经济”这一新兴范式,旨在探讨其如何为林业生态价值转化与高质量发展提供全新的理论视角与实践路径。传统林业经济以木材等实物资源开采为核心,而“国宝经济”则特指以国家象征性珍稀物种(如大熊猫)或顶级生态系统为保护核心与价值原点,通过系统性的保护、研究与价值转化,驱动区域绿色发展的新型经济形态。其核心逻辑在于:通过极致保护创造稀缺的生态与品牌资产,进而依托科技、文化和制度创新,将由此产生的多元价值(生态服务、科研数据、文化符号等)转化为可持续的经济效益与社会福祉。

关键词

国宝经济; 林业经济; 生态价值; 高质量发展

1 引言

在“国宝经济”的视域下,林业不再仅仅是物质产品的供给者,更是国家生态安全的核心屏障、高端科研的天然实验室和独特文化品牌的孕育地。本研究将系统阐释“国宝经济”驱动林业从“木材产出”向“价值产出”深刻转型的内在机制,重点剖析生态价值通过自然教育、生态体验、特许经营、品牌赋能等路径实现市场化转化的具体模式。研究最终旨在构建一个以“保护-赋能-共享”为核心逻辑的林业高质量发展框架,为以大熊猫国家公园为代表的生态重点

区域实现生态保护、民生改善与区域协同发展提供理论依据与策略选择,为中国式现代化贡献可复制的绿色治理方案。

2 “国宝经济”的理论建构

2.1 林业转型的时代要求与“国宝”资源的独特价值

当前,我国生态文明建设已进入以降碳为重点战略方向、推动经济社会发展全面绿色转型的关键时期。传统林业以木材生产为核心的粗放发展模式,已难以适应高质量发展的时代要求,亟待探索一条生态优先、绿色发展的新路径。在此背景下,以国家珍稀濒危物种及其栖息地为核心的“国宝”资源,其价值已远超生物学意义,成为驱动林业深刻转型的战略支点。

“国宝”资源的独特价值体现为多维度的复合资本:

【作者简介】毛文丽(1988—),女,中国陕西汉中,人,本科,工程师,从事林业,动植物保护研究。

它既是维护国家生态安全的核心屏障与生物多样性“关键基石”，又是具有世界级影响力的超级文化IP与生态品牌，能够为区域发展提供强大的声誉背书。同时，它还是开展前沿生态科学研究、检验“两山”转化理论的天然实验室。这种稀缺性、标志性与公共性的高度统一，使“国宝”资源具备了将生态优势转化为经济优势、文化优势和发展优势的独特潜能，为林业从“木材产出”向多元“价值产出”的跃升，提供了前所未有的时代机遇与价值杠杆。

2.2 “国宝经济”的内涵、特征与理论渊源

“国宝经济”是以大熊猫等国家代表性珍稀物种及其栖息地生态系统为核心资产，通过系统性的保护、赋能与价值转化，驱动区域实现生态保护、民生改善与绿色协同发展的一种创新型经济发展范式。

其核心内涵在于：它并非围绕单一物种的利用，而是以“国宝”这一至高生态标识为价值杠杆，撬动整个森林生态系统的多维价值（生态、文化、科研、品牌）向经济与社会效益的系统性转化。其特征突出表现为：价值复合性（融合生态公共品与市场商品属性）、发展包容性（强调社区参与和利益共享）、品牌引领性（以顶级IP带动全产业链增值）以及政策协同性（依赖自然保护地与绿色治理制度的保障）。

其理论渊源深厚，主要植根于可持续发展理论与“两山”理论，是生态经济学中“自然资本”理论与“生态系统服务”价值化理念的深化实践；同时，它借鉴了品牌经济学与产业融合理论，通过稀缺性、标志性生态文化品牌的塑造，推动一二三产业的深度融合与价值跃升，为生态脆弱区与重点保护区的高质量发展提供了创新的理论框架与实践路径。

2.3 生态价值转化、林业多功能性与自然保护地管理面临的实际问题

生态价值转化的研究多集中于一般性生态产品，对以“国宝”这类超高知名度、强公共属性的特殊生态资产如何实现高溢价、可持续转化的特异性路径与风险管控研究尚显不足，尤其缺乏对“品牌赋能”这一非传统市场化路径的系统性经济分析。

林业多功能性理论确立了森林同时提供经济、生态、社会与文化服务的多元价值体系。但在实践中，如何将多功能性的理论认知，转化为可量化、可考核、可激励的管理目标与政策体系仍是亟待解决的难题。

自然保护地管理范式在以国家公园为主体的保护地体系改革中尚缺乏如何将保护地内的核心生态资产（如“国宝”）战略性、系统性地转化为驱动区域绿色发展的核心引擎，且对此尚未构建出具有普遍解释力的理论模型与完整的政策设计框架。

3 “国宝经济”驱动林业价值重构策略分析

3.1 价值认知升维机制：奠定思想与战略基础

这是转型的逻辑起点。其核心策略在于，通过系统的科学评估、文化挖掘与公众传播，将社会对林业的认知，从

单一的“木材物质资源”维度，全面提升至包含生态资本、文化资本、科研资本与品牌资本的四维复合资本框架。生态资本是根基，强调森林作为生命支撑系统的不可替代性；文化资本赋予森林以民族精神与乡愁的情感价值；科研资本凸显其作为自然解决方案实验室的独特地位；品牌资本则将“国宝”这一国家象征的全球美誉度，转化为可辨识、可信任的无形资产。认知升维为后续所有价值转化活动提供了正当性依据和战略方向。

3.2 价值生成与放大机制：构建核心经济引擎

此机制是价值变现的关键。其策略核心是围绕“国宝”这一超级IP进行价值链的系统性衍生与产业融合。具体表现为：纵向深化，发展以实地体验为核心的自然教育、生态旅游与科研服务；横向拓展，通过特许授权，将IP价值注入林特产品、文创商品及区域公共品牌，获取品牌溢价；跨界融合，推动林业与康养、金融（如碳汇）、数字创意等产业的结合。这一机制将“国宝”的注意力经济和情感认同，高效转化为多元化的市场需求与经济产出，实现了价值的指数级放大。

3.3 利益协同与治理机制：保障系统稳定与公平

价值创造必须伴随合理的价值分配。该机制的策略核心是构建“保护者受益、参与者共赢”的协同治理网络。明确政府的监管与制度供给角色、社区的主体参与与生计替代角色、企业的专业运营与市场链接角色、科研机构的科技支撑角色。通过建立生态补偿、收益共享、社区入股、特许经营反哺等制度化渠道，确保多元主体，尤其是当地社区，能从价值转化中长期获益，从而将外部保护要求内化为内在发展动力，形成可持续的治理格局。

3.4 技术赋能与创新机制：提供精准化支撑工具

该机制是上述所有策略得以高效、精准实施的现代化工具包。其策略体现在：利用天空地一体化监测与物联网技术，实现生态资产与游客行为的实时数字化，为生态保护与产品开发提供数据支撑；通过大数据与人工智能，分析市场需求，优化游客体验，实现精准营销与智慧管理；借助区块链技术，实现碳汇、特许产品等的可追溯与可信交易。技术赋能不仅提升了管理效率，更创造了全新的产品形态（如数字藏品）和价值交换模式，是驱动整个系统迭代升级的加速器。

4 林业生态价值市场化的关键转化模式与实践路径

4.1 自然教育与生态体验模式：实现深度价值转化的关键路径

自然教育与生态体验是“国宝经济”下实现生态与文化价值转化、连接公众并提升其意识的核心方式。其通过深度互动与有组织设计，提供转化性体验，创造高粘性消费与可持续影响。

该模式重点涵盖两方面系统化建设：一是研学旅行课

程与营地体系。课程围绕“国宝”及其栖息地的科学文化内涵，开发分级、分主题的模块化课程，融合项目式学习，包含野外观察、科学实验、社区访谈等实践。营地建设遵循生态最小干扰原则，配备教学、住宿与科研功能，成为生态技术展示窗口，并通过服务采购、向导雇佣等方式联结社区，使其成为自然教育枢纽与社区受益节点。

着眼于小众化与高附加值的生态观察、康养度假等高端体验产品设计，旨在满足高端市场对独特性、私密性与深度恢复的需求。生态观察提供由专家带领的限额体验，如追踪大熊猫、观察朱鹮等，配备专业器材并输出个性化报告，注重知识收获与精神满足。康养度假则基于森林疗养证据，在保护区外围建设高端生态旅舍，设计以“五感体验”为核心的身心恢复计划，并与健康管理机构合作，将生态健康效益转化为可测量、可感知的消费价值。

4.2 特许经营与品牌授权模式：构建规范化的价值转化体系

特许经营与品牌授权模式旨在构建规范化的价值转化体系，通过制度化的准入与品控，将“国宝”的无形品牌价值安全、高效地注入产品与服务，实现价值的规范流转与放大。

核心在于建立“国宝”形象授权的标准、监管与产品开发体系。首先，建立分级分类授权标准，明确区分公益性与商业性使用范畴，并根据不同产品品类设定差异化的生态合规、质量工艺与社会责任门槛。其次，构建全流程数字化监管平台，对授权企业的原料溯源、生产流程与销售渠道进行透明化管理和防伪追溯。产品开发需超越简单“贴标”，转向深度内容共生，开发承载保护故事与生态知识的“叙事性产品”，使消费成为自然教育的延伸。

同时，需加强原产地生态标志产品的品牌化与价值链提升。构建“国家公园/保护区原产地标识”与“国宝守护者品牌”双重认证体系，前者确保产品地理来源与生态生产方式的纯正性，后者注入情感价值与保护使命。通过统一标准提升上游林产品品质，发展绿色加工开发便携化、功能化衍生品，并借助授权渠道与“国宝”IP整合营销，推动产品进入高端商超、电商平台与研学场景，最终实现从原材料到品牌商品的价值跃迁。

4.3 文化创意与数字融合模式：开辟价值转化的新边疆

此模式旨在突破物理生态系统的时空限制，通过创意

与科技手段，创造全新的价值维度与消费市场。

“国宝”文化IP的创意衍生与传播。其核心是从“自然符号”中提炼出具有普世情感与当代审美意义的文化原型与故事体系。创意开发应多层次推进：在轻量化层面，开发表情包、漫画、短视频系列，维持IP的日常热度；在深度化层面，创作绘本、动漫、纪录片乃至影视作品，构建丰满的“国宝宇宙”叙事；在艺术化层面，与艺术家、设计师合作，推出雕塑、数字艺术、时尚联名等高端衍生品。传播策略上，需结合重大生态节日、国际文化交流活动，进行全球化叙事，将“国宝”塑造为连接自然与人文、中国与世界的文化大使。

虚拟现实(VR)、元宇宙技术在生态价值呈现中的应用。这是实现普惠接入与沉浸式体验的革命性工具。VR技术可用于构建无法亲临的核心保护区“数字孪生”，让公众通过头盔沉浸式体验大熊猫的野外栖息地、观察鸟类迁徙，同时完全规避人为干扰。元宇宙应用则更进一步，可创建永续存在的“数字国家公园”，用户能以虚拟化身在其中探索、参与虚拟植树等环保任务、参加线上专家讲座、甚至购买与实体联动的数字藏品(NFT)。这不仅能为机构带来门票、虚拟商品等新收入，更能构建一个全球性的保护爱好者社群，将生态价值的呈现与体验，从有限的物理空间拓展至无限的数字空间，实现影响力的指数级增长。

5 结语

“保护-赋能-共享”三位一体引领“国宝经济”迈向人与自然和谐共生的林业新范式。保护是“国宝经济”的价值源头与不可逾越的红线；赋能是为价值转化扫清障碍、提供动能的关键过程；共享是“国宝经济”可持续发展的社会基石和政治要求。“保护-赋能-共享”是一条将绿水青山真正转化为惠及当代、福泽后代的绿色发展之路。它不仅关乎林业的转型，更关乎我们如何在一个生态约束趋紧的时代，重新定义发展、衡量财富、分配福祉，为实现中国式现代化贡献来自森林的、生生不息的绿色智慧。

参考文献

- [1] 孔凡斌;杨红强.中国式现代化进程中的林业经济发展新使命与历史担当.林业经济,2025(03).
- [2] 黄海桦;黄明德.林业生态高水平保护与林业经济高质量发展协同规划分析.中国林业产业,2025(01).
- [3] 杨欢喜.林业经济可持续发展的路径研究.中国林业产业,2025(01)

Risk Prevention and Adaptation Strategy of Seedling Management from the Perspective of Climate Change

Xuefeng Niu

Forestry Bureau of Pinglu County Yuncheng City Shanxi Province; Pinglu, Shanxi, 044300, China

Abstract

The impact of climate change on the agricultural supply chain has become increasingly pronounced, particularly in the seedling cultivation sector. As the starting point of agricultural production, seedling operations face multiple risks including natural disasters, pest and disease spread, resource constraints, and market volatility, revealing their inherent fragility and systemic vulnerabilities. This study examines the primary risk types and mechanisms in seedling operations from a climate change perspective, with a focus on climate-resilient strategies such as climate-adaptive technological innovation, risk monitoring and early warning systems, and policy-financial support mechanisms. The research concludes that building a resilient seedling industry under climate change requires enhanced technical support, optimized operational structures, and coordinated policy-market efforts to ensure sustainable development and ecological security.

Keywords

Climate change; Seedling management; Risk control; Adaptive strategy; Sustainable development of agriculture

气候变化视角下育苗经营的风险防控与适应性策略

牛雪峰

山西省运城市平陆县林业局, 中国·山西平陆 044300

摘要

气候变化对农业产业链的影响愈加显著,尤其是在育苗环节。作为农业生产的起点,育苗经营面临自然灾害、病虫害扩散、资源约束和市场波动等多重风险,暴露出其脆弱性和系统性风险。本文以气候变化为视角,分析了育苗经营的主要风险类型及其机制,重点探讨了气候适应性技术创新、风险监测与预警体系建设、政策与金融支持机制等方面的防控与适应性策略。研究认为,要构建气候风险下的育苗产业韧性体系,必须加强技术支持、优化经营结构,推动政策与市场的协同,确保产业的可持续发展与生态安全。

关键词

气候变化; 育苗经营; 风险防控; 适应性策略; 农业可持续发展

1 引言

气候变化正以日益显著的速度影响全球生态系统与农业生产格局。气温升高、降水时空分布异常、极端气候事件频发,使得农业生产的不确定性显著增强。育苗环节作为农业生产链的源头,不仅承担种质资源繁育与苗木供给功能,更直接影响下游种植环节的产量、质量与生态适应性。随着气候系统的不稳定性增强,传统育苗经营模式受到前所未有的挑战,包括育苗环境的调控难度加大、病虫害发生频率升高、能源投入成本上升以及市场风险扩散等。当前,尽管国内外学者已对气候变化背景下的农业风险管理进行广泛研究,但针对育苗经营环节的系统分析仍较为薄弱。多数研究

集中于气候适应型作物选育、农业灌溉优化、或灾害保险机制等领域,缺乏对育苗系统在气候变化中如何形成风险传导与应对机制的深入探讨。鉴于此,本文立足气候变化背景,系统分析育苗经营面临的主要风险类型、形成机制及其链式效应,探讨防控与适应性策略,为推动农业可持续转型提供科学支撑。

2 气候变化对育苗经营的影响机制

2.1 气象异常与育苗环境失衡

气候系统的不稳定性直接影响育苗环境的温度、湿度、光照和水分条件,造成温室内温控困难。气温升高导致育苗棚内热负荷增加,苗床蒸腾作用加剧,需水量上升,若未能精准调控,容易引发苗木徒长或脱水死亡。降水模式变化增加了水资源供应的波动性,部分地区可能面临干旱和洪涝交替出现,进一步影响育苗场地的水源保障与基础设施稳定。此外,频发的风暴与冰雹等极端天气不仅损坏温室设施,也

【作者简介】牛雪峰(1981—),男,中国山西运城人,本科,工程师,从事林业研究。

扰乱苗木的生长周期，增加病虫害的传播风险，降低苗木的生理稳定性。

2.2 病虫害扩散与生物入侵风险上升

气候变暖加剧了多种害虫的繁殖周期和越冬能力，导致原本有效的生物防控体系失效。气候变化使得一些原本局限在低纬度地区的害虫向北扩散，打破了区域性的病虫害防控格局。随着气候变化，寄主植物的生长节律发生变化，与害虫生命周期的同步性增强，提高了侵染的效率。苗木在育苗期的生长组织较为脆弱，气候异常进一步增加了病虫害的侵袭风险。防控难度增大，导致农药依赖性和成本增加，对生态环境和经济带来双重压力。

2.3 能源、资源与经济压力叠加

气候变化导致的能源供暖成本上升和水资源短缺加剧了育苗经营中的资源约束问题。冬季育苗依赖加温系统，气温异常偏低时能源支出显著增加，导致经济效益降低。气候事件频发还影响物流通畅和市场供需平衡，苗木销售价格波动加剧，增加了经营的不确定性。此外，极端天气事件频发增加了灾害保险和信贷成本，进一步加重了中小育苗主体的资金压力，增加了其在资金周转和投资决策中的风险，制约了企业的稳定发展。

3 气候变化下育苗风险的分类与传导路径

3.1 自然环境风险

自然环境风险是气候变化对育苗经营影响的重要组成部分，涵盖了温度、降水、风力和辐射等气候因素的异常波动。极端高温条件下，苗木的生理活动会受到严重干扰，可能导致苗木发生热害，进而影响其生长和成活率。反之，低温环境可能导致冻害，破坏苗木细胞结构，尤其是在早春或秋季的突发低温事件中，苗木易遭受冻伤。此外，过量降水或持续干旱也会严重影响苗木的生长。过多的降水会导致苗床根系缺氧，影响根系的正常呼吸与水分吸收；而干旱则直接导致苗木失水，影响其正常发育。长期的气候变化还可能改变局部地区的小气候特征，从而影响该区域的育苗适宜性，甚至迫使育苗基地进行迁移或改造，以适应新的气候条件。这些自然环境的波动和变化，显著增加了育苗经营的风险，影响了农业生产的稳定性与可持续性。

3.2 生态与生物风险

生态与生物风险是气候变化带来的另一大挑战。随着气候变暖，生态系统中的温度升高使得许多微生物与真菌类病原体的繁殖速率加快，导致病虫害的频发和加剧。苗圃环境通常封闭，病害传播速度较快，一旦爆发，防控难度大、损失严重。特别是对于一些专门的苗木品种，缺乏有效的病虫害防治机制会导致大量苗木的死亡。此外，气候变化还带来了新入侵物种的扩散风险，这些物种往往没有自然敌人，其对本土植物的侵袭具有较强的适应性，进一步增加了防控难度和成本。新物种的引入使得传统的生物防控方法不再有

效，需要依赖新的技术与策略，这无疑增加了生态管理的复杂性和育苗经营的成本。为了应对这些风险，必须加强对生态系统变化的监测与评估，探索更高效的生物防控和综合治理措施。

3.3 经济与社会风险

气候变化通过市场机制传导，造成了显著的经济与社会风险。在气候异常导致的灾害性事件发生后，育苗量减少，市场上苗木供不应求，价格在短期内可能暴涨。然而，随着灾后恢复与补苗的推进，产量回升，市场上出现过剩苗木，价格可能随之下跌，造成滞销和经济损失。这样的价格波动不仅影响了育苗企业的盈利能力，也使得市场的稳定性降低，形成周期性的震荡，进一步增加了企业经营的不确定性。社会层面，由于农户对气候变化风险的预期不足，往往采取保守的投资策略，导致技术创新和经营模式的转型进展缓慢。此外，缺乏足够的气候适应性教育和培训也使得部分从业者未能充分认识到气候风险的严峻性，难以做出及时的调整。为了减少经济和社会风险的影响，应加强气候风险教育和市场预测能力建设，帮助从业者更好地应对未来的气候变化挑战。

4 气候风险下育苗经营的防控体系构建

4.1 多层次风险识别与监测体系

气候变化对育苗经营的影响具有复杂性和多变性，因此，建立一个全面的风险识别与监测体系至关重要。首先，应依托遥感技术与气候数据模型，实时监测区域的温湿度、光照等气候因素，并进行动态预测。这些数据有助于在苗木生长的关键阶段，及时调整育苗环境。此外，应结合农田气象站点的实时数据，建立微气候评估网络，对局部地区的气候变化进行精准监测，以评估气候风险的潜在影响。在病虫害防控方面，可以利用物联网技术与人工智能识别手段，实时检测病虫害的发生，并形成智能化的预警机制，提前采取防控措施，减少灾害损失。市场层面的风险监测同样重要，通过建立价格波动指数与供需预测模型，可以提前识别市场波动，制定有效的应对策略，降低经营风险的影响。

4.2 技术支撑与基础设施适应性改造

在气候变化的背景下，育苗技术的创新与基础设施的适应性改造是提升产业抗风险能力的重要途径。首先，育苗技术应实现节能化、智能化与生态化的有机融合。例如，推广节能温室设计，如采用双层薄膜结构与被动式保温墙体，结合地源热泵系统，不仅可以减少外部能耗，还能提高温室内的稳定性。针对不同气候条件，应优化育苗基质与营养液的配比，以提升苗木的抗逆性与适应性。对于极端气候频发的地区，必须强化防灾设施的建设，如有效的排水系统、风障装置与可调光膜系统，以应对强风、暴雨等自然灾害带来的损害。此外，智能控制系统的引入，能够实现温湿度的自动调节，进一步提升育苗环境的稳定性与适宜性。

4.3 金融、保险与政策协同机制

应对气候变化带来的风险，单纯依靠技术与管理手段是不够的，金融、保险与政策的协同作用也至关重要。首先，政府应积极推动气候保险制度的创新，针对苗木生产建立专门的灾害保险产品，以分担气候风险带来的经济损失。此外，金融机构可以通过提供绿色信贷与气候适应性贷款，降低育苗企业的资金压力，帮助其进行设施改造与技术创新。政策层面，政府应出台相应的财政补贴与税收优惠政策，鼓励企业投资节能技术和防灾设施建设，推动绿色低碳发展。通过政府、金融机构与企业三方协同合作，形成良性互动，可以大大提高育苗产业的抗风险能力，确保其在气候变化背景下的可持续发展。

5 育苗经营的适应性转型路径

5.1 气候智能型育苗模式构建

气候智能型育苗体系依托先进的信息技术与精准控制技术，通过全面集成气象数据与作物生长模型，优化育苗环境的调控。其核心在于根据实时气候数据调整育苗温室内的温湿度、光照强度以及灌溉量，实现环境变量与苗木生长需求的动态匹配。通过人工智能与大数据技术，智能化系统能够基于气候预测进行自主调节，确保苗木处于最佳生长条件，显著减少人为干扰与操作误差。此模式不仅能提高育苗的成活率，减少育苗过程中的气候风险，还能提升苗木的生长一致性，确保在气候波动较大的情况下，苗木的质量与生长速度得到有效保障。通过长期数据积累，气候智能型育苗体系能够不断优化调控策略，提高育苗经营的资源利用效率与生态适应性，推动绿色农业的可持续发展。

5.2 区域化与多样化经营布局

气候变化导致不同区域面临的气候风险存在显著差异，这要求育苗经营模式必须根据区域特点进行差异化布局。南方地区气候温暖、湿润，适宜热带与亚热带作物的育苗，而北方地区则更适合培育耐寒性植物品种。通过在不同气候带实施多区域分布的育苗模式，可以有效分散自然灾害带来的风险，减少极端气候事件对单一生产区域的影响。此外，分布式生产模式能够实现资源的高效配置与共享，使得各区域间的互补优势得以发挥。例如，南方地区的苗木可通过“南苗北运”方式向北方市场供给，而北方育苗品种则可通过“北苗南育”的方式提升南方市场的苗木供应能力。此类跨区域的协同机制不仅能提升产业链的抗风险能力，还能通过优化

供应链布局，降低因气候变化带来的市场波动风险，提升整体产业的韧性与稳定性。

5.3 社会化服务与组织创新

在气候变化背景下，单一育苗主体面临的气候风险管理压力巨大，难以单独应对复杂的气候适应性挑战。因此，构建社会化服务与组织创新体系至关重要。育苗合作社、产业联盟以及技术服务中心等社会化组织形式能够整合各方资源，形成信息共享与技术推广的网络平台，提供统一的采购、集中防控、技术指导等服务。通过共同应对气候风险，降低个体经营成本，提高抗灾能力。此外，政府与科研机构应协同建立气候风险数据库与培训体系，帮助从业者增强气候适应认知与管理能力，提升他们的气候风险预警与应对水平。通过信息化与数据驱动的管理模式，推动育苗产业从传统经验型经营向更加科学、精准的决策体系转变，促进育苗产业的高效运营与可持续发展。

6 结语

气候变化已从环境问题转化为农业系统性风险的核心变量。育苗经营作为农业生产的源头，其适应性建设关系到整个产业链的安全与效率。本文在系统分析气候变化影响机制与风险传导路径的基础上，提出了多维度防控与适应性策略：包括构建综合风险识别体系、推进技术与设施的适应性改造、完善金融与政策支持机制、推动智能化与区域化转型。应对气候变化的育苗经营体系，不仅需要技术进步与制度创新，更需形成跨部门、跨区域的协同治理格局。未来研究可进一步深化气候模型与育苗生理模型的耦合机制，构建更精细化的气候风险评估模型，以支撑精准化、智能化、可持续的育苗产业发展路径。

参考文献

- [1] 陈思宁,郭军,赵艳霞,等.气候变化背景下农业适应性调整效果定量评估研究进展[J].湖北农业科学,2021,60(05):5-12+34.
- [2] 任恒,沈雨,夏金,等.烟叶日光大棚漂浮育苗气象条件分析[J].中国农学通报,2024,40(17):89-96.
- [3] 张乾铄,蒙丽.学者齐聚粤探寻树木育种适应气候变化之方[J].农村实用技术,2010,(12):27.
- [4] 宋占宝,池桂杰,张宏伟,等.冀北寒区苹果营养杯节水延迟栽植育苗技术[J].河北果树,2022,(02):32-33.
- [5] 夏亮.林业工程育苗技术管理中存在的问题与解决措施[J].新农村,2025,(03):97-99.

Application Effect and Promotion Strategy of Biological Control Technology in Seedling Management

Chao Wang

Forestry Bureau of Pinglu County Yuncheng City Shanxi Province, Pinglu, Shanxi, 044300, China

Abstract

With the growing demand for sustainable agricultural development, biological control technologies are gaining increasing attention in crop production, particularly in the seedling cultivation sector. These technologies utilize natural biological methods to manage pests and diseases, thereby avoiding the environmental and ecological hazards associated with chemical pesticides. This study examines the application outcomes and promotion strategies of biological control in seedling cultivation. Research indicates that such technologies demonstrate significant benefits in enhancing seedling quality, reducing pest infestations, and protecting ecosystems. However, challenges remain in technology dissemination, including insufficient farmer awareness and difficulties in practical implementation.

Keywords

Biological control technology; Seedling management; Pest control; Green agriculture; Extension strategy

生物防控技术在育苗经营中的应用效果与推广策略

王超

山西省运城市平陆县林业局, 中国·山西平陆 044300

摘要

随着农业可持续发展的需求日益增加,生物防控技术在农业生产中逐渐受到重视,尤其是在育苗经营领域。生物防控技术利用天然生物防治手段来控制病虫害,避免了化学农药对环境和生态的危害。本文探讨了生物防控技术在育苗经营中的应用效果及其推广策略。研究表明,生物防控技术在提升苗木质量、减少病虫害发生、保护生态环境等方面具有显著效果。然而,技术的推广仍面临一些挑战,如农户认知不足、技术应用难度较大等问题。

关键词

生物防控技术; 育苗经营; 病虫害防治; 绿色农业; 推广策略

1 引言

随着全球对环境保护和农业可持续发展的重视,生物防控技术作为一种环保、低风险的病虫害控制手段,逐渐在农业生产中得到应用。传统的病虫害防治方式主要依赖化学农药,这不仅增加了生产成本,还对环境和人体健康产生了负面影响。因此,生物防控技术成为替代化学农药的可行选择,特别是在育苗经营中具有广阔的应用前景。生物防控技术通过利用自然界中的天敌、微生物等对病虫害进行有效控制,不仅能提高育苗质量,还能减少农药的使用,促进生态平衡。然而,尽管该技术在理论和实践中都有着积极的效果,其推广和应用仍面临一系列挑战。本文将深入探讨生物防控技术在育苗经营中的应用效果,并提出相应的推广策略,旨在为农业生产提供更加绿色、可持续的解决方案。

【作者简介】王超(1987—),男,中国山西运城人,本科,工程师,从事林业研究。

2 生物防控技术在育苗经营中的应用效果

2.1 提升苗木质量

生物防控技术通过有效控制病虫害,显著减少了病害对苗木的损害,进而提高了苗木的生长质量和产量。与传统的化学防控手段相比,生物防控技术具有更强的针对性和较长的持效时间,能够在较长一段时间内保持对病虫害的抑制作用。这种长效性使苗木能够在健康、无害的环境中生长,从而提高其生长速度、成活率和质量。研究表明,采用生物防控技术后,苗木的生长速度明显加快,成活率较高,且苗木的质量也得到显著提升。尤其是在抵抗病虫害的能力方面,生物防控技术能够有效避免病虫害的快速扩散,保持苗木的健康成长。此外,生物防控技术的应用能够减少化学农药的使用,降低农药残留对土壤和水源的污染,有助于农业生产向更加绿色、环保的方向转型,推动生态农业的可持续发展。

2.2 减少农药使用

化学农药长期使用虽然能在短期内有效控制病虫害,

但随着使用时间的增加,容易导致环境污染、生态失衡以及农药残留等一系列问题。生物防控技术则通过引入天然天敌、微生物等自然敌人来控制病虫害,减少了农药的依赖,降低了农药对环境的污染和对非靶标生物的危害。通过生物防控技术的应用,农户能够显著减少化学农药的使用量,降低其对土壤、空气和水源的污染。这不仅能减少农药对消费者健康的潜在危害,还能提高农产品的安全性和市场竞争力。在育苗过程中,减少农药的使用还可以增强苗木的生态适应能力,使其更好地适应环境变化,从而提高育苗的成功率和经济效益。生物防控技术作为一种绿色防治手段,符合可持续农业发展的趋势,能够更好地保护农田生态系统。

2.3 保护生态环境

生物防控技术不仅能减少农药的使用,还能够避免化学物质对农业生态环境的污染,保护土壤、水源和空气的质量。长期使用化学农药会破坏土壤中的微生物群落,降低土壤的肥力,进而影响农作物的生长和生态平衡。而生物防控技术通过利用自然敌人,如益虫、微生物等,保持了生态系统的多样性,维护了生物链的稳定。通过引入这些生物防控手段,能够有效减少农药对非靶标生物的伤害,保持农业生态系统的健康和稳定。此外,生物防控技术有助于维护农业的生态服务功能,如土壤的水分保持、养分循环和生物多样性的保护等,进一步推动农业生产的可持续发展。通过减少化学农药的使用,生物防控技术为农业提供了更加环保、可持续的病虫害防治方案,符合绿色农业和生态文明建设的要求。

3 生物防控技术在育苗经营中的应用挑战

3.1 农户认知不足

尽管生物防控技术在育苗经营中具有显著的优势,如环保、低风险等,但许多农户对其认知仍然较为不足。部分农户由于缺乏对生物防控技术效果的充分了解,往往担心其防治效果不如传统的化学农药,因此不愿尝试使用生物防控技术。这种对效果的不确定性使得农户对新技术的接受度较低,尤其是在一些偏远地区,农户对新技术的认知本就较为滞后。传统的农药防治方式已被农户普遍接受,改变其长期以来的生产习惯具有较大的挑战性。由于农户对生物防控技术的认知不足,这也直接影响了该技术的普及和推广。为了改变这种状况,提升农户对生物防控技术的认知,政府和农业技术服务部门需要加大宣传力度,通过多种渠道普及生物防控技术的实际应用效果和长远利益,鼓励农户从化学防控转向更加绿色、可持续的生物防控方式。

3.2 技术应用难度大

生物防控技术的应用需要较高的技术水平和实践经验。在实际操作中,农户不仅需要选择合适的生物防控产品,还需根据不同的病虫害情况采取相应的防控策略。生物防控产品的种类繁多,且每种产品的使用方法和效果因种类、环境、

气候等因素有所不同,因此,农户需要具备一定的专业知识和技能才能有效地应用这些产品。然而,目前许多地区的技术支持和培训体系尚不完善,农户在应用过程中常常面临技术难题,尤其是在缺乏经验的情况下,难以快速判断和处理病虫害问题,影响了生物防控技术的效果。更为重要的是,部分生物防控产品的安全性和效果尚未经过充分验证,某些产品可能因未达到预期效果而增加农户的使用风险,导致他们对生物防控技术的信任度不足。因此,完善技术支持体系,提供针对性的培训和指导,减少技术难度,是推广生物防控技术的关键。

3.3 缺乏有效的推广平台

生物防控技术的推广需要有效的信息传播和技术支持平台。然而,当前在一些地区,相关的技术推广平台不够完善,农户获取技术信息的渠道相对狭窄。虽然科研机构 and 农业技术服务部门已经开展了一些推广工作,但由于宣传和教育力度不足,许多农户对生物防控技术的了解依然有限。在信息传递过程中,农户无法及时获得技术的最新进展,导致技术推广滞后。缺乏有效的推广平台也限制了农户与技术专家、企业之间的沟通与合作,降低了技术应用的效率。为了更好地推广生物防控技术,必须建立起完善的信息共享平台,使农户能够随时获取相关技术资料、应用案例和行业动态。通过这种平台,不仅能加速技术普及,还能够为农户提供及时的技术支持,帮助他们解决在应用过程中遇到的具体问题,促进生物防控技术的广泛应用。

4 生物防控技术推广策略

4.1 加强农户培训和技术支持

为了提高农户对生物防控技术的认知与应用能力,政府及农业技术服务部门应加强农户的技术培训。首先,定期组织培训班和技术交流会,可以有效向农户传授生物防控技术的基本原理、应用方法及操作经验。这类培训活动不仅可以提高农户的技术水平,还能让他们更加了解生物防控技术的优势与局限。其次,培训中应注重实践环节,让农户通过实际操作加深对技术的理解,掌握生物防控技术的具体应用。通过模拟实验和现场演示,农户能够更清晰地了解技术的实际效果与操作流程。此外,技术人员应提供个性化的技术支持,帮助农户解决在应用过程中遇到的具体问题。个性化的技术指导能够确保生物防控技术的正确实施,并提升农户的技术信心,从而推动其广泛应用。

4.2 完善政策支持和激励机制

政府在推广生物防控技术时,应制定并完善相关政策,鼓励农户采用此类技术。政策方面,可以通过提供税收优惠、财政补贴或奖励机制来降低农户应用生物防控技术的成本。这样的政策措施将有效增强农户采用该技术的积极性,尤其是在技术初期阶段,农户可能对技术应用的风险和效果持谨慎态度,因此,政策支持能有效弥补这种不确定性。另一方

面,政府应加大对生物防控技术研究和创新的投入,支持科研机构和企业开发适用于不同地区、作物的生物防控产品,从而提升技术的普及性和适用性。通过政府的引导和激励,可以为农户提供更加稳定的市场环境,降低实施生物防控技术的经济门槛,推动技术的广泛应用。

4.3 建立信息共享平台

为了促进生物防控技术的广泛应用,建立农业信息共享平台至关重要。该平台应定期发布生物防控技术的应用案例、研究成果及相关政策,帮助农户及时掌握行业动态与最新技术进展。通过信息共享平台,农户不仅能够获得技术资讯,还可以了解市场需求、生产实践中的经验教训等内容,从而更好地调整自身生产策略。政府和农业技术服务部门可以利用这一平台开展在线培训、技术咨询等服务,帮助农户解决在实施过程中遇到的具体问题。此外,平台还应注重与科研机构、企业和农户之间的互动,形成技术支持、产品供给与市场需求的良性循环。通过这种信息流动和资源共享,农户能够及时获取最前沿的技术和市场信息,从而提升生物防控技术的应用效果,加速技术的普及与推广。

5 生物防控技术的未来发展趋势

5.1 智能化与精准化发展

随着信息技术的快速进步,生物防控技术正朝着智能化和精准化方向发展。大数据、物联网(IoT)和人工智能(AI)等技术的融合为农业生产带来了全新的视角,使农户能够实时监控苗木生长环境中的病虫害情况,并通过精准的数据分析及时调整防控策略。这些技术的结合有效提高了生物防控的效率和精确度。例如,通过传感器实时监测土壤湿度、气候条件、植物健康状况等因素,农户能够及时发现病虫害的潜在威胁,并采取相应措施,避免不必要的资源浪费。智能化管理不仅提升了生物防控的效果,而且使防治措施更加科学,避免了过度依赖化学农药。此外,通过大数据分析,农户还可以根据历史数据预测病虫害发生的规律,提前做好防控准备,进一步增强生物防控技术的可操作性与实效性。

5.2 多元化应用产品的开发

随着生物防控技术的不断发展,市场对多元化生物防控产品的需求日益增加。除了传统的益虫和微生物防治剂,未来的生物防控产品将涵盖更多领域,涵盖基因工程、RNA干扰技术等新兴技术,提供更加多样化的防控解决方案。这些新型产品能够根据不同的作物类型、病虫害特点以及气候条件等因素,提供定制化的防控措施。基于微生物发酵技术的生物防控产品,具有高效、低毒、环保等优势,

能够有效抑制特定病虫害,具有较强的市场适应性。例如,基因工程技术可通过改造微生物,提升其抗病虫害的能力,甚至针对特定的病虫害进行精准打击。这些创新技术和产品的开发不仅丰富了生物防控的手段,也增强了农户的防治能力,使其能够在不同环境和条件下获得更加可靠的防控效果。

5.3 政策支持与市场激励机制加强

政策支持和市场激励机制是推动生物防控技术广泛应用的重要驱动力。政府应加大对生物防控技术的投入与支持,不仅通过税收减免、财政补贴等手段降低农户的使用成本,还应建立绿色认证体系,为采用生物防控技术的农户提供市场认可。通过制定一系列鼓励政策,政府可以有效激励农户转向更加环保的病虫害防控方式。此外,政府还应支持生物防控技术的研发,推动创新型产品的开发,尤其是那些适用于不同地区和作物的高效安全防控技术。建立长期的市场激励机制,确保技术推广和应用的可持续性。同时,政府和行业协会可以通过加强宣传教育,提高农户对生物防控技术的认知,进一步推动技术的普及与应用。通过政策支持、市场激励和技术研发的三方联动,可以促进生物防控技术的广泛应用,推动农业生产的绿色转型。

6 结语

生物防控技术在育苗经营中的应用,能够有效提升苗木质量、减少农药使用、保护生态环境,具有广阔的推广前景。然而,技术推广仍面临着农户认知不足、技术应用难度大和缺乏有效推广平台等挑战。通过加强农户培训、完善政策支持、建立信息共享平台等策略,可以有效促进生物防控技术的应用,推动农业生产向绿色、可持续方向发展。未来,随着技术的不断创新和推广力度的加大,生物防控技术将在育苗经营中发挥越来越重要的作用,为农业的绿色发展做出积极贡献。

参考文献

- [1] 张欢.林业育苗中病虫害防治技术存在的问题及措施[J].河北农机,2025,(15):143-145.
- [2] 边琳玲,李旭,李天菊,等.会东县蔬菜根肿病生物防控技术研究推广[J].四川农业科技,2023,(02):62-65.
- [3] 张健,肖子丽,吴丽.合浦县甘薯栽植及病虫害绿色防控技术简介[J].南方农业,2024,18(16):109-111.
- [4] 刘锡胤,姜黎明,张秀梅,等.刺参人工育苗病害生态防控技术[J].水产养殖,2021,42(05):67-69.
- [5] 杨会款.育苗基质拌菌对烟草生长及青枯病的防控效果研究[D].西南大学,2020.

Research and Application of Green Integrated Control Technology for Major Diseases and Pests of Potato

Yanhua Cao

Agriculture and Animal Husbandry Technology Extension Center, Right Wing of Chahar Middle Banner, Ulanqab, Inner Mongolia, 013550, China

Abstract

Addressing the practical challenges of diverse, recurrent, and difficult-to-control pests and diseases in potato production, this study systematically analyzes the research and application of green integrated pest management (IPM) technologies. Based on elucidating the types and occurrence characteristics of major pests and diseases, it thoroughly examines key contributing factors such as continuous cropping exacerbation, virus-carrying seed potatoes, improper cultivation management, and monotonous control methods. Integrating field practices and experimental data from various regions, the study focuses on developing a green IPM strategy that combines agricultural control as the foundation, biological control as the core, physical and ecological measures as supplements, and scientific chemical control as a safeguard. It evaluates the effectiveness of this strategy and formulates rational intervention methods. The research aims to provide actionable technical pathways for green and efficient potato production, offering significant reference value for promoting sustainable agricultural development.

Keywords

Potato; Pests and Diseases; Integrated Green Control Technology; Research and Application

马铃薯主要病虫害绿色综合防治技术研究与应用

曹艳花

察哈尔右翼中旗农牧业技术推广中心, 中国·内蒙古 乌兰察布 013550

摘要

针对马铃薯生产中病虫害种类多、发生频繁、防治难度大的现实问题, 本文围绕马铃薯主要病虫害绿色综合防治技术的研究与应用展开系统分析。在阐明主要病虫害类型及其发生特点的基础上, 深入剖析了连作加重、种薯带毒、栽培管理不当及防治方式单一等导致病虫害高发的关键原因。结合各地生产实践与试验数据, 重点探讨了以农业防治为基础、生物防治为核心、物理生态措施为补充、科学化学防治为保障的绿色综合防治策略及其应用成效, 制定合理干预方法。研究旨在为马铃薯绿色高效生产提供可操作的技术路径, 对推动农业可持续发展具有重要参考价值。

关键词

马铃薯; 病虫害; 绿色综合防治技术; 研究应用

1 引言

马铃薯是中国重要的粮食兼经济作物, 在保障粮食安全、促进农民增收方面具有重要地位。然而, 在生产过程中, 病虫害发生频繁且类型复杂, 已成为制约马铃薯产量与品质提升的关键因素^[1]。传统以化学农药为主的防治方式虽能在短期内控制病虫害, 但易引发抗药性增强、生态环境破坏和农产品安全风险。基于绿色农业和可持续发展理念, 探索以生态调控、生物防治和科学用药相结合的绿色综合防治技术, 对提升马铃薯生产效益和生态效益具有重要现实意义。

2 马铃薯主要病虫害类型及特点分析

2.1 主要病害类型及发生特点

2.1.1 晚疫病

晚疫病是马铃薯生产上发生普遍、危害严重的病害, 具有爆发性、流行快等特点, 主要为害叶片、茎秆和块茎, 在叶缘或叶尖产生暗绿色水渍状病斑, 湿度大时迅速扩展并长出白色霉层。晚疫病的发生与低温环境有关, 多发于连阴天或多露季节, 发生后防治不力易导致大流行而出现大面积减产甚至绝产的情况。

2.1.2 早疫病

马铃薯早疫病一般在生育期中后期发生, 在叶片及茎部发病较多, 叶面产生同心轮纹状褐斑。其发展比晚疫病缓慢, 遇到高温干旱或者长势衰弱的情况下, 病情容易加重。

【作者简介】曹艳花(1979—), 女, 中国内蒙古乌兰察布人, 本科, 农艺师, 从事农学研究。

虽然没有晚疫病严重,但是对产量影响很大,时间一长会影响光合功能,影响块茎膨大及商品性。

2.1.3 病毒病

病毒病主要是指由几种病毒混合侵袭而引起的疾病,以矮化、皱缩、花叶、黄化为特征的症状。由于病毒病传染源较多,一般是由带毒的种薯及蚜虫等刺吸性口器害虫传播引发。病毒病的主要特点就是不易发现,很难治疗好,发病后几乎用任何农药都无法将其彻底消灭掉,治疗难度极大,在很大程度上影响了产量以及种薯的质量。

2.1.4 环腐病和软腐病

软腐病和环腐病主要危害马铃薯块茎,前者多在贮藏期或生育后期出现症状,维管束褐变呈环状腐烂;后者多在高温高湿下发病,致块茎组织软腐并散发臭味。这类病害与土壤带菌、种薯消毒不彻底及田间积水有关,是影响马铃薯的商品性和贮存安全性的主要因素。

2.2 主要虫害类型及发生特点

2.2.1 蚜虫

马铃薯种植期间,蚜虫是马铃薯田间最常见的害虫之一,具有繁殖速度快、世代重叠严重的特点。其主要危害方式为刺吸植株汁液,导致叶片卷缩、生长受阻,更为严重的是其在取食过程中可传播多种病毒,是马铃薯病毒病流行的重要媒介。蚜虫多在气候温暖、植株生长旺盛时期大量发生,防控难度较大。

2.2.2 马铃薯瓢虫

马铃薯瓢虫成虫和幼虫均以叶片为食,啃食叶肉,仅留下叶脉,严重时可造成叶片枯死,影响光合作用。该虫具有较强的适应能力,在部分地区呈逐年加重趋势。其发生具有明显的季节性,常在气温较高、田间管理粗放的地块危害严重。

2.2.3 地下害虫

地下害虫如蛴螬、金针虫等,主要危害马铃薯地下块茎和根系,造成块茎穿孔、腐烂,不仅直接影响产量,还显著降低商品品质。地下害虫隐蔽性强,不易被及时发现,其发生与前茬作物类型、土壤环境及耕作制度密切相关。

3 马铃薯主要病虫害高发的原因

马铃薯主要病虫害高发,与种植方式、种薯质量、病虫害防治方法有密切联系,主要有以下几点。

3.1 连作种植普遍,土传病害累积加重

受到经济特点影响,马铃薯有主要生产区域,成片种植特点明显,由于土地条件、生产习惯以及经济收入等原因,连作或者小间隔轮作的现象非常严重。据调查^[2],西北地区、西南部分地区马铃薯主产区,连续种植时间超过3年的田块可以达到60%以上。连作引起土传病害病原体如晚疫病菌、黑痣病菌及环腐病菌等大量累积,导致其数量成指数级增长,从而增加发病几率及危害性;有研究发现^[3],

马铃薯连作3年以上,土传病害的发生率可以比轮作地提高30%~50%,严重的地块甚至会减产40%以上。

3.2 种薯质量参差不齐,病原传播隐蔽性强

种薯作为马铃薯病害的主要传播源,特别是病毒病、环腐病、黑胫病均表现出明显的种薯传病现象,目前一些地区还存在着留用种薯率高、没有进行必要的检疫检查的现象。据调查^[4],在一些小面积种植区中留用种薯的比例仍然高达40%,并且其中未经过脱毒处理的部分占有相当大的比例。由于有些病菌在种薯内呈隐症状态,在田间前期表现不典型,容易被忽视,到生长中后期突然爆发,加大了防治难度;加之不同产区之间调种频繁,如果检疫不严,很容易引起病虫害的异地传播扩散。

3.3 防治方式单一,抗药性与生态失衡问题突出

部分地区仍然习惯采用化学农药进行马铃薯病虫害防治,并且存在用药次数多、药剂种类少等问题。据统计^[5],在部分马铃薯发病较多的地区,整个生育期化学防治次数高达6~8次,个别地块多达10次以上。长期、反复施用同一种作用机理的农药会导致病原菌及害虫出现抗药性。如部分地区晚疫病菌对常用的保护性杀菌剂产生了2~4倍的抗性增长,防效明显降低。另外,超量用药还易造成天敌被杀灭,田间生态系统遭到破坏,致使蚜虫、蓟马等次生害虫上升为主导害虫,越防越重的问题显著。农药残留也是制约绿色生产、保障农产品质量安全的一大难题,目前亟待转变防控理念和模式。

4 马铃薯主要病虫害绿色综合防治技术研究与应用策略

绿色综合防治不是简单地将各单项技术相加,而是以农业防治为基础,辅以生物防治、物理防治以及科学化学防治措施,共同降低病虫害为害程度及防治成本。根据近几年马铃薯主要产区的生产情况,本文认为应从以下几方面开展绿色综合防治技术研究和推广工作。

4.1 以农业防治为基础,构建病虫害源头控制体系

农业防治作为绿色综合防治的前提,对于减少病虫害初始菌源及延迟流行具有重要基础性作用,采取合理的农事活动和田间管理可以有效控制病虫害的发生而不必过多依赖农药。

在生产上,采取合理的轮作方式也是有效防控马铃薯土传病害的重要措施之一。由于连续种植马铃薯导致其晚疫病、黑痣病以及地下害虫的发生均较严重,若采用与禾本科或者豆科植物进行2-3年轮作,则发病率可下降30%-45%。如在西北地区马铃薯优势产区开展“马铃薯-玉米-豆类”轮作种植,土传病害综合发生指数从0.42降到0.26,防治压力明显减小。

同时,选用抗病品种也是降低病虫害发生的关键技术之一,近几年推广种植的中抗晚疫病品种,在一般年份情况

下可减少化学防治次数1—2次,单季农药使用量减少20%以上,结合脱毒种薯的使用,可以有效杜绝病毒病的传播。据调查发现使用脱毒种薯的地块,病毒病发病率一般低于5%,普通种薯种植区发病均在15%以上。

最后,通过合理密植、平衡施肥、科学灌溉来改善田间小气候,也可有效控制病害的发生发展。生产中发现,过多施用氮肥会使植株生长繁茂、群体郁闭,导致晚疫病发病时间较不施氮肥早7~10d,在控氮增钾、配合有机肥的情况下,植株抗逆性较强,病害蔓延速度明显变慢。

4.2 强化生物防治应用,提升绿色防控技术水平

生物防治是绿色综合防治体系中最具生态优势的技术手段之一,通过利用有益生物或其代谢产物抑制病虫害发生,实现对农业生态系统的长期调控。

在病害防治中,生物农药在病害预防中的作用也逐渐被认可。比如枯草芽孢杆菌、木霉菌等微生物源杀菌剂对马铃薯黑痣病、早疫病有较好的控制效果,可以用有效活菌数 $\geq 10^8$ CFU/g的木霉菌,在播前进行拌种处理后将黑痣病发病率下降约40%,同时对植株生长具有一定的促生效果。

在虫害防治中,生物农药的应用比例逐年提升。以苏云金杆菌(Bt)制剂防治马铃薯二十八星瓢虫和地下害虫为例,在虫口密度较低阶段施用,防效可稳定在70%—85%,且对天敌昆虫安全性高。部分示范区数据显示,连续2—3年坚持生物防治措施,田间瓢虫、寄生蜂等天敌数量增加1.5倍以上,虫害自然控制能力明显增强。

最后,保护利用好天敌,是生物防治的一部分。如适当降低广谱性杀虫药剂施用频率,建立生态屏障区等方式,可以增加田间的生物多样性,从而达到对马铃薯病虫害进行可持续的绿色防控的目的。

4.3 推广物理与生态防治措施,降低病虫害扩散风险

物理防治与生态调控技术在绿色综合防治体系中具有操作简便、环境友好等优势,特别适用于病虫害早期监测和局部控制。

对于虫害而言,诱杀具有较好的效果,如利用黑光灯或者性诱捕器在马铃薯地里对夜蛾科的成虫进行诱杀和调查。据试验结果表明,按1个/亩的标准安装诱捕器,在虫害盛发期能够将田间的虫量降低30%左右,并延长了防治的最佳时机。

针对地下害虫和部分地表害虫,可通过覆膜栽培、深翻晒垡等方式破坏其生存环境。研究表明,播前深翻30厘米以上并结合冬季晒垡,可使蛴螬、金针虫等地下害虫基数下降20%—35%。在高寒或干旱地区,结合地膜覆盖技术,不仅改善土壤温湿条件,还能在一定程度上抑制病虫害发生。

最后,建立田间生态控制技术,在田块中合理安排作物布局、生物隔离带及花源带有利于稳定田间生态环境。有的示范点利用马铃薯田四周种植波斯菊、荞麦等蜜源植物,可有效增加寄生性天敌的数量,推迟虫口高峰的到来,利于绿色防控工作的开展。

4.4 科学应用化学防治,实现减量增效目标

在马铃薯病虫害高发年份或暴发条件下,化学防治仍是不可或缺的手段,但必须坚持科学选药、精准施用和严格控制用量的原则,避免对生态环境和产品质量造成不良影响。

从防治措施上看,应坚持以测报为前提进行达标防治。当晚疫病中心病株出现率为1%以下时,采取农业及生物措施便可控制其发展;当发病率超过指标后,及时采用保护性和治疗性药剂交替喷洒,防治次数可在3—4次,避免盲目用药一般需6次以上。

在药剂方面,尽量采用低毒、低残留、对天敌安全的制剂,并适当进行药剂轮换,以减缓其抗性发展速度。据生产调查,采用合理轮换用药的地块比未轮换的地块晚疫病持效期平均长20%左右,用药量降低15%~25%。

最后,采用对症施药、高效低容量喷雾等精准施药技术,提高药效利用率,部分地方开展无人机精准施药试验示范,每亩次减量用药品种用量30%左右,防效稳定,为绿色防控提供技术支撑。

5 结语

实践表明,病虫害的发生具有明显的系统性和区域性特征,只有从源头治理入手,统筹农业措施、生物技术、物理调控与科学用药,才能实现长期稳定控制。在绿色防控技术的应用过程中,避免出现耐药性以及环境破坏等问题,保证马铃薯的质量和产量。未来实践中,需进一步强化技术集成示范及精准化应用,健全监测预警和农民技术培训机制,促进绿色综合防治从技术可行向规模普及转变,实现大面积推广应用,夯实马铃薯产业高质量、可持续发展的根基。

参考文献

- [1] 何晓娟.马铃薯栽培技术及病虫害防治措施研究[J].种子科技,2025,43(15):125-128.
- [2] 张庆华.马铃薯高产栽培技术与病虫害防治策略分析[J].中国种业,2025,(05):194-195.
- [3] 刘美玲.北方马铃薯种植技术和病虫害防治对策[J].种子科技,2025,43(04):140-142+188.
- [4] 张国芝,万宣伍,封传红,等.四川省马铃薯病虫害发生特点与原因分析[J].中国植保导刊,2021,41(10):38-42.
- [5] 马中正,任彬元,赵中华,等.近年我国马铃薯四大产区病虫害发生及防控情况的比较分析[J].植物保护学报,2020,47(03):463-470.

Occurrence regularity of common diseases and insect pests of oats and construction of high efficient control technology system

Haimei Chai

Chahar Right Wing Middle Banner Science and Technology Development Center, Ulanqab, Inner Mongolia, 013550, China

Abstract

As a vital dual-purpose crop for both food and forage, oats have seen increasing pest and disease occurrences in recent years due to environmental changes and cultivation practices, which now critically constrain yield and quality improvement. This study systematically examines common oat pests and diseases, analyzing their occurrence patterns through climate conditions, growth stages, variety resistance, and cultivation management. The research demonstrates that pest and disease outbreaks exhibit distinct climatic dependence, seasonal concentration, and controllable management characteristics. Based on these findings, an integrated control system is proposed, featuring agricultural prevention as the foundation, ecological and biological control as priorities, monitoring and early warning systems as support, and scientific chemical control as supplementary measures. This framework aims to provide practical technical pathways and operational references for sustainable, efficient, and eco-friendly oat production.

Keywords

Oat; Pest and disease; Occurrence patterns; High-efficiency control technology; System construction

燕麦常见病虫害发生规律及高效防控技术体系构建

柴海梅

察哈尔右翼中旗科学技术事业发展中心, 中国·内蒙古 乌兰察布 013550

摘要

燕麦是重要的粮饲兼用作物,但近年随着环境变化及种植因素,燕麦病虫害发生频率和危害程度加重,已成为制约产量与品质提升的关键因素。本文在系统梳理燕麦常见病虫害类型及危害特点的基础上,结合气候条件、生育阶段、品种抗性及其栽培管理等因素,深入分析了燕麦病虫害的发生规律。研究表明,病虫害发生具有明显的气候依赖性、生育期集中性和管理可调控性。基于此,构建了以农业防治为基础、生态与生物防治为重点、监测预警与物理防治为支撑、科学化学防治为补充的高效防控技术体系;旨在为燕麦绿色、高效、可持续生产提供切实可行的技术路径和实践参考。

关键词

燕麦;病虫害;发生规律;高效防控技术;体系构建

1 引言

燕麦在保障粮食安全、促进畜牧业发展和改善生态环境方面具有重要作用。近年来,随着燕麦种植面积扩大和栽培方式集约化程度提高,病虫害发生频率和危害程度呈上升趋势,已成为制约燕麦产量稳定和品质提升的重要因素^[1]。系统梳理燕麦常见病虫害类型及其发生特点,是科学认识其发生规律、构建高效防控技术体系的基础,对于实现燕麦绿色高产和可持续发展具有现实意义。

2 燕麦常见病虫害类型

2.1 主要病害类型及危害特点

2.1.1 燕麦冠腐病

燕麦冠腐病是近几年来发生比较普遍的一种土传病害,是由镰刀菌属病原引起的根及茎基部病害。发病后植株基部初现褐色至暗褐色病斑,后期蔓延扩大,重者导致植株早衰甚至枯死。在连续种植3年以上燕麦田块中,冠腐病的发生率平均可达20%~35%。部分重茬率达45%以上,损失率在10%~25%左右^[2]。此病主要发生在拔节到灌浆时期,在土壤含水量较高以及前茬为禾本科作物较多的情况下发生较为普遍。

2.1.2 叶斑病类(包括褐斑病、网斑病)

叶斑病是燕麦生产中最为常见的叶部病害之一,主要危害叶片,影响光合作用。褐斑病在叶片上产生褐色到深褐

【作者简介】柴海梅(1987—),女,中国内蒙古乌兰察布人,本科,农艺师,从事农学研究。

色大小不一的不规则斑，重者可相互连接造成整片叶子变色枯死。网斑病呈网状或条斑病。根据田间观察结果发现^[3]，在降雨量大、空气相对湿度超过80%的情况下，发病率为40%以上，减产一般为5%~15%，高密度下达20%左右。

2.1.3 白粉病

白粉病主要发生在燕麦生育中后期，多在温暖干燥、昼夜温差较大的环境下流行。受害叶片表面出现白色粉状霉层，严重时扩展至叶鞘和穗部，影响籽粒灌浆。相关试验结果显示^[4]，白粉病严重发生年份，燕麦千粒重可下降5%~10%，籽粒蛋白含量明显降低，对饲用品质产生不利影响。

2.2 主要虫害类型及危害特点

2.2.1 蚜虫类害虫

蚜虫是燕麦生产中发生最广、危害最普遍的害虫之一，主要以刺吸式口器吸食植株汁液，导致叶片卷曲、植株生长受阻。更为严重的是，蚜虫还是多种病毒病的重要传播媒介。在气候温暖、降雨偏少的年份，蚜虫高峰期田间百株虫量可达2000头以上，若不及时防控，产量损失可达10%~20%。

2.2.2 地下害虫（蛴螬、金针虫等）

地下害虫主要危害燕麦幼苗根系和地下茎，造成缺苗断垄。其发生具有隐蔽性强、不易早期发现的特点。数据显示，在前茬为牧草或长期未深翻的地块，地下害虫发生率明显偏高，局部地块缺苗率可超过15%，对苗齐苗壮影响显著。

2.2.3 粘虫和夜蛾类害虫

粘虫、部分夜蛾科害虫以幼虫咬食叶片，具有暴食性、迁飞性等特点，一旦集中发生，可短期造成大范围缺刻至整株叶片被食空。从监测资料看，夏季高温多雨季节，粘虫发生量比常年增加30%以上，对燕麦生育中后期影响较大。

3 燕麦常见病虫害发生规律

3.1 气候条件主导病虫害发生的时空分布

首先，气候条件是造成燕麦病虫害危害的主要外部原因。温度、降雨量以及空气湿度等因素都与燕麦常见病害的危害程度有较为明显的联系，中国北方燕麦主产区，若燕麦整个生育期间的平均气温达到15~22℃、相对湿度大于70%，则易引发叶斑病、锈病等真菌类疾病；据相关资料统计显示，降水比常年多20%以上的年份，可将燕麦叶斑病田间发生基数从常年的15%提高到30%~40%，重发地块病株率可达50%以上。

此外，在虫害上，蚜虫、黏虫的发生发展都与温度关系密切，在气温迅速回暖、春季整体偏暖的情况下，蚜虫的发生会较往年提早7~10天，种群数量高峰期也会较常年多1倍上下；而春夏之交如果持续出现高温少雨的情况，则会导致蚜虫大量滋生蔓延，是传播病毒病的主要途径。

3.2 生育期差异决定病虫害发生高峰

燕麦在不同时期对于病虫害的抗逆性有较大的差别，

在不同的生长时期所发生的病虫害情况有所差别。通常情况下，苗期主要受地下害虫以及蚜虫的危害；拔节到抽穗期间主要是受到真菌类病害及刺吸式的虫害影响较多；灌浆期间则是叶部病害不断蔓延加上一些害虫的再次侵害。对于苗期管理粗放、播期较早的地，地下害虫可高达8%~12%，远超过整地良好的地块（3%~5%）。至拔节期后，由于植株封垄及田间湿度过大，导致叶斑病和锈病蔓延，这一时期病害蔓延占总生育期的60%以上，若防治不及时，则至抽穗期达最高峰，对穗部建成及灌浆产生连续的影响，导致最后的千粒重减少5%~10%^[5]。

3.3 品种抗性与栽培制度影响发生强度

不同燕麦品种之间对病虫害具有不同程度的抵抗力，这是其是否容易发生病虫害的一个重要因素。根据生产经验可知，对于一些不具较强抗病性的地方品种来说，在具备相应的病虫害发生的条件的情况下，往往会出现比那些抗性强的品种发病率更高，一般会高出15%~25%。在同一地区进行实验种植的过程中，感锈品种的锈病指数常常可以达到35以上，而在中抗品种则基本能够控制在15以下。

此外，栽培制度也会对病虫害的发生产生一定的控制效果。如果长期连作或者轮作不合理的现象，会导致土壤中的病原菌以及害虫数量不断增加。根据相关研究表明，在燕麦连作超过3年的情况下，土传性病害的发生率可以增加20%~30%，并且由于播种过于密集或者是只注重施用氮肥等一些不合理的栽培方式会使得田间植株徒生，并且导致通透性降低。增加了田间小气候对病虫害发生的有利条件，从对比试验看，播量增加20%，其叶部病害发生率平均提高18%左右。

3.4 防治方式与生态环境影响持续发生趋势

防控手段及方法对病虫害的发生演变有深远的影响。部分地区采用化学农药，而且品种单调，造成病原物和害虫产生不同程度的抗性。在连年用一种杀菌剂防治的田块中，叶斑病的效果从最初使用的80%以上降到现在的60%，发病次数增多。

此外，过量施药导致田间生态环境恶化，天敌昆虫减少，使得一些次要害虫成为优势种群，造成危害加重；而采取绿色防控技术及生态调控措施后，整体上病虫害为害减轻。如采用减量化控（减少化学农药30%）并辅以生物防治的方法，则能将燕麦主要虫害发生程度降低25%~40%，推迟发病时间。

4 燕麦常见病虫害高效防控技术体系构建策略

4.1 以农业防治为基础，强化病虫害源头控制

农业防治是建立在防控基础上的工作之一，对于降低初侵染源和减缓病虫害的发生有着重要作用，其中合理的轮作以及抗性品种的选择和田间管理能够起到很好的效果，在不增加防控成本的情况下，有效地降低病虫害发生的可能。

在轮作方式上，连片种植燕麦容易造成土传病害和地

下害虫逐年加重,对于连作3年以上的燕麦田块,其根腐病及叶斑病发病率较2年以上的轮作田高25%~40%。因此,应采用“燕麦+豆类+马铃薯”或“燕麦+油菜+玉米”的轮作方式进行栽培,能够减少土传病害的发生30%以上,并改良土壤理化性状。

在品种选择上,选用抗病、耐逆性强的燕麦品种是建立防控体系的一个重要抓手。在相同栽培条件下,抗叶斑病品种的病株率比一般品种低20%~35%,且千粒重平均增加3~5g;配合使用无病种子和种子包衣,可进一步降低苗期病害发生率10%~15%。

据研究发现,在种植密度高于推荐种植密度水平20%以上的地块中,叶部病害发生的概率可以提升约18%;在控氮增钾、增施有机肥的地块上,燕麦植株的抗逆性会有所增加,蚜虫的发生密度也有可能降低15%左右。因此,需要通过合理的栽培措施如合理密植、平衡施肥及合理灌水以改善田间小气候来达到抑制病虫害的目的。

4.2 突出生态与生物防治,提升绿色防控效能

生物防治和生态调控是构建燕麦高效防控技术体系的重要方向,有助于减少化学农药使用量,维护农田生态系统稳定。

病虫害防治方面,生物防治菌剂的应用效果逐渐凸显。如枯草芽孢杆菌、木霉菌等生物防治菌剂对燕麦根腐病、叶斑病都有较好的防治作用。用生物防治菌剂于播前进行种子包衣,可以显著降低燕麦苗期的根腐病的发生率35%~45%,能增强植株根系活力,提高穗的有效分蘖个数5%~8%。

虫害防治上,利用天敌控制害虫发生为害程度。在少用广谱杀虫剂、保护寄生蜂和瓢虫等益虫的地块内,蚜虫自然控制率达50%以上,比正常化学防治地块高20%左右。通过在燕麦田周围种植蜜源作物如荞麦、苜蓿等,可使天敌昆虫量增加1.3~1.8倍,以有效地降低虫峰水平。

4.3 加强监测预警与物理防治,实现精准防控

精准防控是提高燕麦病虫害防治效率、减少资源浪费的重要途径,其核心在于加强监测预警并合理运用物理防治措施。

首先加强监测预警,构建田间调查和天气条件结合的预测预报系统。根据近年来的研究结果,一般认为春季日平均温度高于10℃及持续3天以上的相对湿度大于80%,容易导致燕麦叶斑病的发生流行;蚜虫生长发育最适温度为15~20℃。因此,可以基于上述因子开展病虫害预测预报工作。可以提前7~10d进行预警预报,为防控争取时间。

在生物诱杀角度,采用诱杀和阻隔手段压低虫量,如在燕麦地中悬挂黄板,每亩地悬挂20~30个,可以起

到良好的诱杀蚜虫成虫的作用;对于地下害虫,采取深耕晒垡、清理田内残留植株等方式,可将越冬虫源控制在20%~30%之间。

4.4 科学实施化学防治,推动减量增效与安全生产

在燕麦病虫害中高发或暴发年份,化学防治仍是不可或缺的手段,但必须坚持科学用药和减量增效原则,作为综合防控体系的兜底措施。

一在施药决策上,应以防治阈值为依据实施精准用药。当燕麦蚜虫百株虫量低于200头时,通过生物和物理措施即可控制;超过该阈值时,适量使用选择性杀虫剂可将防治次数控制在1~2次,而盲目用药往往需3次以上。

二是选用低毒、低残留、对天敌影响小的药剂并实行轮换用药制。研究表明,适当轮换不同作用机制的药剂能延缓抗性的产生速度30%以上,还能维持较好的防效水平;有些示范区应用科学用药措施后,每公顷农药施用量降低了20%~25%,而产量并没有降低。

三在施药方式上,推广精准施药技术同样重要。应用低容量喷雾和无人机施药技术,可使药液利用率提高15%~20%,减少农药飘移和环境污染,为燕麦绿色高效生产提供技术保障。

5 结语

燕麦病虫害防控是一项系统性、长期性的工作,其成效取决于对发生规律的科学认识以及多种防治技术的协同应用。研究表明,单一防治措施难以实现稳定、持久的防控效果,只有将农业措施、生态调控、生物防治、监测预警与科学化学防治有机结合,才能在保障产量和品质的同时,实现农药减量和生态环境保护的双重目标。未来,应进一步加强区域性病虫害监测数据积累,完善预测预警模型,推动绿色防控技术与机械化、信息化手段深度融合,不断提升燕麦病虫害防控的精准化和智能化水平,为燕麦产业高质量发展和农业可持续发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 鲍根生,李媛,冯晓云,等.施氮量和混播方式对燕麦/饲用豌豆间作系统氮素吸收和干物质产量的影响[J].草业学报,2025,34(11):161-173.
- [2] 蔡宗程,吕亮雨,刘青青,等.施肥和种植密度对燕麦饲草产量、品质和土壤理化性质的影响[J].河南农业科学,2025,54(07):30-39.
- [3] 景芳,南铭,刘彦明,等.品种和种植密度对燕麦饲草产量、品质和病害的影响[J].草地学报,2023,31(10):3174-3184.
- [4] 王兆辉.燕麦种植技术和主要病虫害防治[J].现代畜牧科技,2021,(07):63+65.
- [5] 马建华,王颖,闫雅,等.宁夏燕麦主要虫害发生种类、规律及危害研究[J].宁夏农林科技,2020,61(12):46-47+59.

Research on the Synergistic Enhancement of Ecological and Aquaculture Benefits in Integrated Rice-Paddy Farming Systems

Wanqi Li

Anji County Rural and Agricultural Development Guidance Center, Huzhou, Zhejiang, 313300, China

Abstract

Zhejiang Province is renowned as the “land of fish and rice”, with rice fields spread across the northern Zhejiang Plain, Ningbo-Shaoxing Plain and other areas. It has a long history and solid foundation in freshwater aquaculture, playing a crucial role in ensuring regional food and aquatic product supplies. However, the traditional rice field planting model suffers from low resource utilization efficiency, weakened ecological functions, and single economic benefits, making it difficult to meet the demands of Zhejiang’s modern agriculture green transformation and high-quality development. The integrated rice-fish farming model, as an innovative direction of traditional planting, introduces local freshwater aquaculture species such as prawns, soft-shelled turtles, and mandarin fish to create a symbiotic ecosystem of “rice protecting fish and fish promoting rice”, achieving the dual benefits of “one water, two uses; one field, double harvests”. In-depth research on the coordinated improvement mechanism of ecological and economic benefits of integrated rice-fish farming under the regional characteristics of Zhejiang, and solving the bottleneck problems in their coordinated development, is of great practical significance for promoting the development of ecological circular agriculture in Zhejiang, ensuring food and ecological security, and increasing fishermen’s income.

Keywords

Integrated rice-fish farming; Ecological benefits; Aquaculture benefits; Synergistic improvement; Circular agriculture

稻田综合种养生态效益与养殖效益协同提升研究

李万祈

安吉县农业农村发展指导中心, 中国·浙江 湖州 313300

摘要

浙江素有“鱼米之乡”之称, 稻田资源遍布浙北平原、宁绍平原等区域, 淡水渔业养殖历史悠久、基础雄厚, 在保障区域粮食安全与水产品供给中占据重要地位。传统稻田种植模式存在资源利用效率低、生态功能弱化、经济效益单一等问题, 难以适配浙江现代农业绿色转型与高质量发展的需求。稻田综合种养模式作为传统种植模式的革新方向, 通过引入青虾、甲鱼、黄颡鱼等浙江特色淡水养殖品种, 构建“稻护渔、渔促稻”的共生生态系统, 实现“一水两用、一田双收”的综合效益。深入研究浙江地域特色下稻田综合种养生态效益与养殖效益的协同提升机制, 破解二者协同发展中的瓶颈问题, 对于推动浙江生态循环农业发展、保障粮食与生态安全、促进渔民增收具有重要现实意义。

关键词

稻田综合种养; 生态效益; 养殖效益; 协同提升; 循环农业

1 引言

近年来, 国家高度重视生态循环农业发展, 先后出台多项政策推动稻田综合种养产业升级。数据显示, 截至2024年底, 全国稻田综合种养面积已突破4000万亩, 较2018年增长近50%, 亩均综合效益较传统稻田提升2-3倍。然而, 在产业快速发展过程中, 部分地区出现了重养殖轻生态、重产量轻品质、重短期效益轻长期发展的现象, 导致生

态系统破坏、养殖产品质量下降、效益波动较大等问题, 制约了生态效益与养殖效益的协同提升。本文通过梳理相关研究成果, 结合实地调研情况, 系统分析稻田综合养种的生态与养殖效益, 探究协同提升的关键路径, 为产业高质量发展提供支撑。

2 稻田综合种养生态效益与养殖效益的协同机制

2.1 物质循环协同

稻田综合种养模式构建了闭环的物质循环系统, 实现了资源的梯次利用。水稻生长过程中产生的光合产物、秸秆

【作者简介】李万祈(1982—), 男, 中国浙江湖州人, 本科, 工程师, 从事水产养殖研究。

等为水生生物提供了饵料与栖息环境；水生生物摄食稻田中的害虫、杂草、浮游生物，减少了病虫害与杂草危害，同时其排泄物为水稻生长提供了天然有机肥；微生物则将有机废弃物分解为无机养分，供水稻与水生生物吸收利用。这种物质循环模式既减少了化肥、农药、饲料等外部投入，降低了养殖成本，提升了养殖效益，又减少了农业面源污染，改善了生态环境，提升了生态效益。

2.2 能量流动协同

在稻田生态系统中，太阳能通过水稻光合作用转化为化学能，一部分用于水稻生长，另一部分通过饵料链传递给水生生物，实现了能量的多级利用。与传统稻田相比，稻田综合种养模式的能量转化效率提升30%-40%，既保障了水稻产量，又增加了养殖产出，实现了生态效益与养殖效益的同步提升。同时，能量流动的优化减少了生态系统的能量损耗，增强了生态系统的稳定性，为养殖效益的持续提升提供了保障^[1]。

2.3 生态调控协同

稻田综合种养模式通过生物之间的相互作用实现了生态调控，减少了养殖风险与生态风险。水生生物对害虫的摄食作用降低了病虫害发生风险，减少了农药使用，提升了水稻与水产品的品质，增强了产品的市场竞争力；水稻与水生植物的净化作用改善了水质，减少了养殖水体污染，降低了水生生物病害发生风险，提升了养殖成活率。这种生态调控协同既保障了生态系统的健康稳定，又降低了养殖成本，提升了养殖效益，形成了“生态良性循环-养殖风险降低-效益提升”的良性互动。

2.4 产业融合协同

稻田综合种养生态效益的提升为养殖效益的增值提供了基础，而养殖效益的提升又为生态效益的持续改善提供了资金支持。生态养殖的水产品因品质优良获得更高的市场价格，带动了品牌建设与发展；通过发展休闲农业、观光农业，将稻田综合种养的生态景观价值转化为经济价值，进一步提升了综合效益。同时，产业融合发展带动了技术研发与推广，促进了生态种养技术的优化升级，推动了生态效益与养殖效益的深度协同^[1]。

3 稻田综合种养生态效益与养殖效益协同提升的现存问题

3.1 模式同质化严重，协同适配性不足

当前浙江稻田综合种养模式以“稻+青虾”“稻+鳖”“稻+小龙虾”为主，占比超75%，模式同质化突出。部分地区未结合地域条件盲目跟风，导致模式与生态环境、产业基础不匹配。例如，山区与平原发展差距大。山区县模式较为单一，且因无法机械化导致劳动力成本高；品牌与三产融合滞后，产品附加值低；盲目跟风主流模式，缺乏对市场容量和差异化的前瞻规划，产销对接不畅，同质化导致产品集中上市，易受全国市场价格波动冲击。例如，丽水“稻蛙共生”

的黑斑蛙就面临外省规模化养殖的低价竞争。

3.2 技术支撑体系不完善，关键技术瓶颈突出

浙江稻田综合种养的协同提升受限于技术支撑体系不足，具体表现为：优质品种适配性不强，缺乏耐深水、抗倒伏且适配淡水养殖的水稻品种，以及抗病性强、生长周期与水稻匹配的虾类品种；生态调控技术不成熟，针对浙江梅雨季节高温、盛夏高温等气候特点的病虫害绿色防控、水质调控技术研究不足，部分农户仍依赖化肥、人工饲料；智能化技术应用不均衡，浙北平原智能化种养覆盖率不足30%，山区仍以传统经验种养为主，水温、水质监测不精准，养殖风险较高；技术推广体系不健全，基层淡水渔业技术人员不足，农户获取针对性技术指导的渠道有限，难以掌握生态种养关键技术^[2]。

3.3 效益平衡机制缺失，短期利益导向明显

部分地区在发展稻田综合种养过程中，存在重养殖轻生态、重短期效益轻长期发展的现象，缺乏生态效益与养殖效益的平衡机制。一些农户为追求养殖产量，过度投放苗种与人工饲料，导致水体污染、土壤肥力下降、病虫害发生风险增加，破坏了生态平衡；部分地区在规划布局时，忽视了生态承载能力，大规模连片发展稻田综合种养，导致水资源短缺、生态系统退化等问题。同时，生态效益的外部性特征导致其价值难以量化，农户难以获得生态效益带来的直接收益，进一步加剧了对短期养殖效益的追求，制约了二者的协同提升^[2]。

3.4 产业链条不完善，附加值提升受限

浙江稻田综合种养产业仍以初级产品生产为主，产业链条短、附加值低。加工环节薄弱，稻田淡水产品以鲜销为主，缺乏虾酱、蟹罐头、鱼干等精深加工产品，产品附加值提升受限；流通体系存在短板，山区冷链物流设施不足，产品损耗率达15%-20%，市场覆盖范围受限；品牌建设不均衡，除少数区域品牌外，多数产品缺乏市场影响力，同质化竞争激烈；产业融合深度不够，休闲农业多停留在初级体验层面，未能充分挖掘江南农耕文化与淡水渔业文化价值，综合效益未充分释放。

3.5 政策保障体系不健全，支撑力度不足

稻田综合种养生态效益与养殖效益的协同提升需要完善的政策保障，但当前相关政策体系仍存在诸多不足。一是财政支持力度不足，缺乏针对生态种养模式的专项补贴，农户投入压力较大；二是金融服务滞后，贷款难、贷款贵问题突出，制约了农户扩大生产规模与技术升级；三是标准体系不完善，缺乏统一的生态种养标准、产品质量标准与认证体系，导致产品质量参差不齐，市场秩序混乱；四是监管机制不健全，对化肥、农药、饲料等投入品的监管不到位，部分违规使用投入品的行为影响了生态效益与产品品质；五是生态补偿机制缺失，对生态效益突出的农户与地区缺乏合理的补偿，难以调动其保护生态环境的积极性^[3]。

4 稻田综合种养生态效益与养殖效益协同提升的路径

4.1 创新种养模式，提升协同适配性

结合浙江地域特征与淡水渔业优势，推动种养模式多元化、差异化发展。一是因地制宜布局特色模式：浙北平原水资源丰富，推广“稻+青虾”立体种养模式；浙西丘陵山区，推广“稻+石斑蛙”节水型模式；二是推动模式生态化升级，发展“稻+渔+草+微生物”循环模式，提升生物多样性；三是推广智能化种养模式，引入物联网技术，实现水质、水温、土壤肥力精准调控，适配浙江气候多变的特点；四是建立省级模式筛选推广机制，依托浙江省农科院、浙江大学开展试点示范，总结推广适宜不同区域的最优模式^[3]。

4.2 完善技术支撑体系，突破关键技术瓶颈

加强技术研发与推广，构建完善的技术支撑体系，为协同提升提供技术保障。首先，加强优质品种选育，开展水稻与水生生物品种的杂交育种与分子育种，培育适配性强、产量高、品质优、抗逆性强的优质品种；其次，突破生态调控关键技术，加强病虫害绿色防控、水质生态调控、天然饵料培育等技术的研究与推广，减少化肥、农药、人工饲料用量；再次，通过“浙江农业博览会”“乡村振兴讲堂”等平台，提升农户生态环保意识；四是强化市场引导，健全绿色产品认证体系，推广“浙农码”溯源系统，实现优质优价，引导农户追求协同效益；最后，健全技术推广体系，加强基层技术服务人员培训，建立“科研机构+企业+农户”的技术推广模式，通过田间学校、技术培训、线上指导等方式，提升农户技术应用能力^[4]。

4.3 建立效益平衡机制，引导绿色发展

构建生态效益与养殖效益的平衡机制，破解短期利益导向问题，引导产业绿色可持续发展。建立生态效益量化评价体系，采用生态系统服务价值评估方法，对稻田综合种养的碳汇、水质净化、生物多样性保护等生态效益进行量化，为生态补偿提供依据；同时，完善生态补偿机制，设立生态种养专项补偿资金，对采用生态种养模式、生态效益突出的农户与地区给予补贴，调动其保护生态环境的积极性；此外，加强宣传引导，通过科普宣传、典型示范等方式，提升农户的生态环保意识，引导其树立“生态优先、绿色发展”的理念，并强化市场引导，建立绿色产品认证体系，对生态养殖产品给予认证标识，通过优质优价机制，引导农户追求生态效益与养殖效益的协同提升。

4.4 延伸产业链条，提升产业附加值

推动产业融合发展，延伸产业链条。一是加强加工环

节建设，培育壮大农产品加工企业，开发虾酱、甲鱼肽、鱼干等精深加工产品，提升附加值；二是完善流通体系，加大山区冷链物流设施投入，建立“产地仓+冷链+电商”流通模式，降低损耗率；三是强化品牌建设，整合“湖州稻虾”“绍兴稻鳖”等区域品牌，加强品牌宣传推广；四是推动新业态融合，结合浙江乡村旅游资源，开发稻田研学、水乡垂钓、农事体验等项目，实现“种养+旅游+文化”深度融合，挖掘生态与文化双重价值^[4]。

4.5 健全政策保障体系，强化支撑力度

完善政策保障体系，加大对稻田综合种养产业的支撑力度，为协同提升提供坚实政策保障。通过设立稻田综合种养专项扶持资金，重点对模式创新、技术研发、示范基地建设及品牌建设等关键环节给予补贴，强化产业发展资金保障；同时优化金融服务供给，鼓励金融机构针对性开发信用贷款、抵押贷款等适配性信贷产品，进一步降低贷款门槛，切实解决农户融资难题。建立统一的生态种养标准、产品质量标准与认证体系，规范产业种养行为和市场秩序，提升产业标准化水平；强化监管机制建设，聚焦化肥、农药、饲料等投入品全流程监管，严厉打击违规使用行为，筑牢产品质量安全与生态安全防线。此外，科学编制稻田综合种养产业发展规划，合理布局种养区域，精准控制种养规模，避免过度开发，确保产业发展与生态承载能力相适配。

5 结语

稻田综合种养作为生态循环农业的重要模式，其生态效益与养殖效益通过物质循环、能量流动、生态调控、产业融合形成了协同联动机制。然而，当前产业发展中仍存在模式同质化、技术支撑不足、效益平衡失衡、产业链不完善、政策保障不健全等问题，制约了二者的协同提升。推动稻田综合种养生态效益与养殖效益协同提升，需要从创新种养模式、完善技术支撑体系、建立效益平衡机制、延伸产业链条、健全政策保障体系等多维度发力，实现生态良性循环、养殖效益提升、农民增收致富的多重目标。

参考文献

- [1] 李思思,陈轩,施龙中. 稻田综合种养与华墨香品种采纳对农户经济效益的影响研究[J]. 华中农业大学学报, 2025, 44(03): 176-191.
- [2] 岳勇,张书海,董响红,等. 稻田综合种养研究进展及其在贵州省的发展现状[J]. 山地农业生物学报, 2023, 42(05): 46-51.
- [3] 项桂德,林勇,王大鹏,等. 广西稻田综合种养现状分析与对策建议(上)[J]. 科学养鱼, 2023, (06): 19-20.
- [4] 李媛媛,曾璨. 稻田综合种养在农耕文化中的价值与案例分析[J]. 农村. 农业. 农民(B版), 2022, (02): 59-60.

Development of Ecological Agriculture Tourism and Optimization of Agricultural Economy: Problems, Values and Sustainable Development Strategies

Wanqing Li

Qingshan Township People's Government, Datong Hui and Tu Autonomous County, Xining, Qinghai, 810102, China

Abstract

Against the backdrop of the comprehensive implementation of the rural revitalization strategy, this study identifies the synergistic advancement of eco-agricultural tourism and agricultural economic restructuring as a pivotal approach to stimulate rural endogenous growth and drive high-quality transformation of agricultural industries. Grounded in three theoretical frameworks—industrial integration, sustainable development, and regional economic coordination—the research systematically elucidates their intrinsic theoretical connections. It addresses practical challenges in the integration process, including ambiguous industrial positioning and fragmented stakeholder linkages, while proposing targeted solutions through three dimensions: redefining integration logic, innovating product development models, and refining distribution mechanisms. This study not only expands the application scope of industrial integration theory in agriculture and tourism but also provides actionable insights for achieving sustainable rural industrial development across diverse regions.

Keywords

Eco-agricultural tourism; Agricultural economic optimization; Industrial integration; Income distribution; Rural revitalization

生态农业旅游发展与农业经济优化：问题、价值与可持续发展策略

李万青

大通回族土族自治县青山乡人民政府，中国·青海 西宁 810102

摘要

在乡村振兴战略全面推进的背景下，将生态农业旅游与农业经济结构优化的协同共进，作为激活乡村内生动力、推动农业产业向高质量升级的重要核心方式。本文具体依据产业融合、可持续发展及区域经济协调三种理论，系统且深入地阐释二者间的内在理论关联。全面分析融合过程中存在的产业定位模糊、利益联结松散等现实问题，并从重塑融合逻辑、创新产品开发方式、完善分配体系三个维度提出针对性实践办法，该研究不仅有效拓展了产业融合理论在农业和旅游领域的应用范围，更能为不同地域实现乡村产业可持续发展提供切实可行的实践借鉴。

关键词

生态农业旅游；农业经济优化；产业融合；收益分配；乡村振兴

1 引言

在乡村振兴战略向深层次推进从而为农业产业改造升级明确路径的背景下，作为农业和旅游业深度交融新产业形态的生态农业旅游成为盘活乡村资源、改善农业经济结构的关键手段，针对目前有些地区开展生态农业旅游时存在融合逻辑偏差、产品开发同质化、利益分配失衡等导致旅游对农业经济优化赋能作用未充分发挥的状况。本文以可持续发展、产业融合和乡村振兴理论为理论基础，全面分析生态农

业旅游与农业经济优化的理论联系，梳理两者融合发展中存在的问题，并针对性提出实践策略，以期在乡村振兴背景下农业经济的高质量发展提供理论参考和实践途径。

2 生态农业旅游与农业经济优化的理论基础

2.1 可持续发展理论：确立“生态承载力”为经济优化的前置阈值

可持续发展理念作为生态农业旅游和农业经济优化融合的基本遵循，核心要点是把生态承载力作为农业经济优化的首要限定条件，进而确定旅游开发的规模、产业形态类型和空间分布，防止因过度开发触碰生态保护红线。浙江安

【作者简介】李万青（1974—），土族，男，中国青海大通人，本科，农业经济师，从事农业经济研究。

吉白茶生态农业旅游区依据白茶种植生态系统的承载能力严格管理旅游接待规模与配套设施建设、划定核心生态保护区禁止商业开发的实践，在保护白茶种植生态基础的同时通过合理生态旅游开发获得经济收益，体现了将生态承载能力作为经济优化首要约束条件的理论合理性与实践必要性。

2.2 产业融合理论：提出“农业场景价值转化”的经济增值新路径

产业融合原理为生态农业旅游带动农业经济增效给出以促进农业场景价值转变、冲破农业与旅游业产业界限并将农业生产、生态景致、民俗文化等场景元素与旅游服务紧密融合，该原理表明农业场景除生产作用外还包含体验、文化、审美等多种价值且可借助旅游业态引入将这些潜在价值转化为实际经济回报。四川成都郫都区战旗村依靠这一原理将蔬菜种植、花卉培育的农业生产场景转变成农事体验、文创开发、民宿服务等旅游产品，使农业场景的价值从初级农产品销售的单一层面延伸到多元旅游服务的复合层面，实现农业经济增效升级并印证农业场景价值转变作为产业融合核心机制的理论意义。

2.3 乡村振兴理论：明确“三产融合收益反哺农业”的经济优化目标

乡村振兴相关理论明确生态农业旅游带动农业经济优化的最终方向为借助三次产业融合收益反哺农业。让生态农业旅游经济效益重新流入农业生产领域以推动农业现代化升级及乡村整体发展，并规定生态农业旅游发展不能只着眼于旅游收益增加，更要通过收益反哺完善农业生产基础设施、升级农业技术、培育农业产业化主体以实现农业经济可持续优化。江苏南京溧水傅家边现代农业园将生态农业旅游收益用于农业生产技术改进、农产品深加工体系构建及农户技能培训并支持乡村基础设施和公共服务建设的实践很好契合把三次产业融合收益反哺作为农业经济优化核心目标。

2.4 比较优势理论：构建“特色资源聚焦”的融合发展核心逻辑

比较优势理论为生态农业旅游与农业经济优化的精准结合提供理论支撑，其核心逻辑在于引导乡村聚焦自身独特的农业资源、生态禀赋或民俗底蕴，通过差异化发展形成竞争优势，避免产业融合过程中的同质化误区。该理论强调不同区域应基于自身比较优势进行产业定位，将有限资源集中投入到最具发展潜力的领域，实现生态农业旅游与农业经济的高效协同。例如云南普洱澜沧县依托当地独特的普洱茶种植资源和拉祜族民俗文化，打造集普洱茶采摘制作体验、茶文化研学、民族风情展演于一体的生态农业旅游模式，既突出了普洱茶产业的核心优势，又通过旅游开发放大了特色农业的经济价值，使区域比较优势转化为实实在在的产业竞争力，为同类地区的产业融合提供了典型借鉴。

3 生态农业旅游发展与农业经济优化的现存问题

3.1 融合逻辑偏差：将旅游作为农业附加环节，未实现场景价值的深度转化

一些区域在推动生态农业旅游和农业经济融合发展进程中存在把旅游看作农业附属部分、违背产业融合理论中“业态共同生存、价值共同创造”核心要义的认识偏差，其开发理念依然停留在传统农业单一生产观念层面，仅仅将旅游当作农业产值补充方式而不是作为重构农业经济价值体系关键途径。以青海生态农业旅游为例，青海门源某油菜花海旅游区的开发实践便凸显了这一问题，该区域依托万亩油菜花海打造旅游项目时，仅开放固定的观光通道供游客观赏花海景观，既未向游客开放油菜移栽、田间管理等核心农事操作体验项目，也未结合油菜生长周期与高原种植技艺设计花期研学、油菜籽榨油体验等深度体验产品。这种单一的观光产品供给，既无法满足游客对高原乡村生产生活的深度体验需求，也未能将高原农业生产过程中的潜在价值转化为旅游产品的核心竞争力，难以通过产品创新实现对农业经济的持续增值拉动。

3.2 产品开发误区：以观光替代体验，忽视农业生产过程的旅游价值挖掘

生态农业旅游产品开发存在“重视观光、轻视体验”情况，源于对农业生产流程旅游价值挖掘思路不足及违背产业融合理论中“要素重新组合、实现价值增加”基本规则，大部分旅游区域仅将农业景观作为静态视觉观赏资源，却忽视农业生产作为动态过程所蕴含的互动性、知识性和文化性价值，且未从游客体验需求与农业产业特点出发对农业生产环节进行旅游改造和价值重构。西南地区一个花卉种植旅游区在依靠千亩花卉种植园开发旅游项目时仅开放固定观光通道供游客欣赏花海景观，既未开放花卉扦插、修剪、养护等核心农事操作的体验项目，也未结合花卉生长周期和培育技艺设计花期研究学习、花艺制作等深度体验产品。这种单一的观光产品供应因既不能满足游客对乡村生产生活的深度体验需求、也未将农业生产过程中的潜在价值转化为旅游产品的核心竞争能力，最终陷入“同质化现象严重、吸引力不强”的供给侧难题，难以通过产品创新实现对农业经济的持续增值带动。

3.3 利益分配短板：按产业环节分割收益，未建立基于农业基底价值的分配体系

从根本上看，生态农业旅游收益分配里按产业环节划分的情况因关键之处在于没有建立起以农业基础价值为依据的分配制度、使得农业生产主体的核心贡献没有得到合理的价值回报而和乡村振兴理论中“第三产业融合收益回馈农业”的目标相背离；在生态农业旅游的产业架构当中，农业生产作为不只是旅游开发的资源基础更是旅游产品的核心

内容来源,其生态价值、文化价值和生产价值构成了旅游产业增值的根基。华东某果蔬生态旅游区利益分配实际情况显示,由旅游企业负责主要运营、旅游收益主要集中在门票销售、餐饮住宿、衍生品开发等旅游环节并归属于运营企业和管理方,而农户只能获得果蔬采摘、农产品售卖等农业初级生产环节收益且无法参与旅游品牌溢价、文创产品开发等增值环节分配的不均衡分配模式。从根本上打击农户参与生态农业旅游主动性,让农业经济难以从旅游产业发展中获得实际资金回流和技术升级支持,使农业生产现代化进程缺少动力,最终违背生态农业旅游推动农业经济优化的核心目的,对乡村振兴战略下农业经济可持续发展造成阻碍。

4 生态农业旅游发展与农业经济优化的实践策略

4.1 重构融合逻辑:以农业生产场景为核心,设计“旅游赋能农业”的业态模式

重构融合逻辑的关键在于舍弃“旅游依赖农业”的表面思路并以农业生产场景为中心构建“旅游带动农业”的业态模式,形成对产业融合理论中“业态共同生存、价值共同创造”内涵的实际响应。具体需把农业生产的整个流程场景当作旅游开发的核心资源,通过植入旅游业态激发农业场景的多种价值。以云南哈尼梯田生态农业旅游区为例,当地未将梯田仅作观光景观,而是以水稻种植的农事场景为中心,在农耕研究学习环节让游客跟随哈尼族农户参与育秧、插秧、收割等完整水稻种植过程以深入了解梯田稻作的生态智慧,在文化感受体验环节依托梯田的民族文化内涵打造哈尼族节庆活动、稻作民俗表演等旅游产品,在生态民宿环节把民宿建筑与梯田景观相融合且将民宿运营收益直接用于梯田生态保护与水稻种植技术提升,这种以农业生产场景为中心的业态模式证明了“旅游带动农业”业态模式的实践有效性。

4.2 创新产品开发:聚焦农业生产过程,打造“沉浸式农事体验”特色旅游产品

创新产品开发重点在于突破以观光活动为主要内容的产品设计思路,将关注点置于农业生产流程核心价值方面,构建具备“沉浸式农事体验”特点的旅游产品体系,以解决旅游产品供给与需求不匹配问题并契合产业融合理论中“要素重新组合、价值实现增长”的发展逻辑;打造沉浸式农事体验产品需深入发掘农业生产流程中蕴含的互动属性、知识属性与文化属性价值,把农业生产关键环节转化为游客可参与、能感知的旅游体验项目。以山东寿光蔬菜高科技示范园为例,当地未将范围限定于向游客展示蔬菜种植景观,而是聚焦蔬菜育苗、无土栽培、病虫害绿色防治等农业生产关键流程开发多层次沉浸式体验产品,让游客在采摘新鲜蔬菜后于专业厨师指导下制作特色菜肴,实现农业生产与美食体验的结合;该示范园通过围绕农业生产流程进行沉浸式体验设

计,使游客从农业生产的“旁观者”转变为“参与者”,在增加游客停留时长的同时,将农业生产流程的潜在价值转化为旅游产品的核心竞争优势,达成旅游产品从同质化观光向差异化体验的提升,并推动农业经济从初级产品销售向旅游服务增值的转变。

4.3 优化分配体系:依据农业资源基底贡献度,建立按要素参与的收益分配机制

完善收益分配体系的关键在于打破按产业环节划分收益的固定模式并基于农业资源基础的贡献程度构建按要素参与的收益分配机制,鉴于农业生产主体作为生态农业旅游资源供给者所拥有的土地、劳动力、农业技术和文化资源是旅游产业实现价值增长的核心基础,在收益分配过程中需充分考虑农业生产要素的贡献价值以使农户不仅能获得初级农产品销售收益还能共享旅游产业增值收益。以青海湖周边的共和县生态农业旅游区为例,农户以承包的草场、农田等土地资源入股旅游运营项目,按照高原特色农业资源的评估价值获得股权分红;参与农事体验指导、藏族民俗文化讲解的农户,按照劳动贡献获得服务报酬;掌握高原牦牛养殖、藏系羊放牧等特色农业技术的农户,将技术转化为牧场景观体验、畜牧文化展示等旅游体验项目的核心内容,按照技术贡献度参与增值收益分成。

5 结语

本研究以生态农业旅游与农业经济优化的协同发展为重点探究对象,分析两者融合过程中存在的融合逻辑偏差、产品开发误区和利益分配短板等实际问题,并提出针对性实践策略。研究表明生态农业旅游与农业经济优化的深度融合并非简单的产业相加,而是通过创新业态模式、提升产品体验及优化分配机制,使旅游切实为农业生产提供助力并对农业经济起到反哺作用。在未来,随着乡村振兴战略的不断深入实施及产业融合理论的持续落地,生态农业旅游对农业经济的优化作用将更加显著,各地需立足自身农业资源基础的独特性,不断探索适合本地的融合发展路径,让生态农业旅游成为推动农业经济高质量发展、实现乡村全面振兴的持久动力源泉。

参考文献

- [1] 彭思喜,张日新,马佩菲.农业生态旅游可持续发展机制研究——以梅州丰华为例[J].广东农业科学,2014,41(13):220-224.
- [2] 韩林平.农业生态旅游经济的可持续发展研究[J].农业经济,2013(2):3.
- [3] 李文祥,赵燕,毛昆明.论生态农业与农业可持续发展的关系[J].经济问题探索,2001(8):4.
- [4] 李文祥,赵燕,毛昆明.论生态农业与农业可持续发展的关系[J].经济问题探索,2001(8):4.
- [5] 魏玲丽.生态农业与农业生态旅游产业链建设研究[C]//cnki.cnki,2015:5.

Research on Environmental Protection Problems and Countermeasures of Animal Husbandry under Green Cultivation Model

Naranggerle

Xinjiang and Jing County Xiebinairbu Town Agricultural Development Service Center, Hejing, Xinjiang, 841300, China

Abstract

With the continuous advancement of large-scale and intensive livestock farming, while contributing to agricultural economic development, breeding operations have also brought environmental challenges such as manure discharge, gas pollution, and low resource utilization efficiency. Green farming models, centered on resource recycling and ecological conservation, are recognized as crucial pathways for sustainable livestock development. Guided by green development principles, the industry is gradually transitioning from traditional extensive production methods to eco-friendly and circular models. However, practical implementation still faces challenges including inadequate manure treatment capacity, uneven adoption of pollution control technologies, and incomplete environmental management mechanisms in certain regions. Research on livestock environmental protection under green farming frameworks—analyzing pollution sources and influencing factors, exploring approaches to manure resource utilization, applying ecological farming technologies, and optimizing environmental management systems—holds significant importance for promoting the green transformation of the livestock sector.

Keywords

Green farming; Animal husbandry; Environmental protection; Manure resource utilization; Ecological agriculture

绿色养殖模式下畜牧环境保护问题与对策研究

那仁格日勒

新疆和静县协比乃尔布呼镇农业发展服务中心, 中国·新疆 和静 841300

摘要

随着畜牧业规模化与集约化程度不断提高, 养殖生产在推动农业经济发展的同时, 也带来了粪污排放、气体污染以及资源利用效率偏低等环境问题。绿色养殖模式以资源循环利用和生态环境保护为核心, 被视为推动畜牧业可持续发展的重要路径。在绿色发展理念引导下, 养殖业逐渐由传统粗放型生产方式向生态化、循环化模式转变。然而在实际发展过程中, 部分地区仍存在粪污处理能力不足、污染治理技术应用不均衡以及环境管理机制不完善等问题。围绕绿色养殖背景下的畜牧环境保护问题展开研究, 分析污染来源与影响因素, 并探讨粪污资源化利用、生态养殖技术应用以及环境管理机制优化等路径, 对于促进畜牧业绿色转型具有重要意义。

关键词

绿色养殖; 畜牧业; 环境保护; 粪污资源化; 生态农业

1 引言

畜牧业是农业生产的重要组成部分, 在保障食品供给和促进农村经济发展方面具有重要作用。随着养殖规模不断扩大, 养殖密度逐渐提高, 一些地区在发展过程中出现了环境压力加大的情况。养殖废弃物处理不当可能对水体、土壤和空气环境造成影响, 从而对生态系统产生不利作用。在生态文明建设不断推进的背景下, 畜牧业发展逐渐强调绿色生产和资源循环利用。绿色养殖模式通过科学管理和技术创

新, 使养殖活动与环境保护之间形成协调关系, 从而实现生态效益与经济效益的统一。围绕绿色养殖模式开展环境保护研究, 对于推动农业可持续发展具有重要意义。

2 绿色养殖模式的理论基础

2.1 绿色养殖理念与内涵

绿色养殖模式是在生态农业理念指导下形成的一种生产方式, 其核心目标是实现资源高效利用和环境保护之间的协调发展。在这种模式下, 养殖生产不仅关注产量与经济收益, 还强调对生态环境的保护。绿色养殖通过优化养殖布局、加强废弃物资源化利用以及减少污染排放, 使养殖活动在生态系统中形成循环关系。通过科学管理和技术应用, 可以将

【作者简介】那仁格日勒(1979—), 女, 蒙古族, 中国新疆人, 本科, 中级兽医师, 从事畜牧兽医研究。

养殖废弃物转化为农业生产资源，从而实现农业生产系统内部的物质循环。

2.2 畜牧业与生态环境关系

畜牧业生产活动与生态环境之间具有紧密联系，养殖规模和管理方式直接影响区域生态系统的稳定性。在养殖生产过程中，粪污排放、废水排放以及气体排放等问题如果未得到有效控制，容易对周边环境造成一定压力。例如，养殖废水中通常含有较高浓度的有机物和氮磷等营养元素，当其进入自然水体后可能引发水体富营养化问题，从而影响水生生态系统平衡。养殖过程中产生的氨气、甲烷和硫化氢等气体，也可能对空气质量产生影响，并对周边居民生活环境造成干扰。由此可见，畜牧业生产方式与环境保护之间存在密切关联。通过建立以资源循环利用为核心的绿色养殖模式，可以有效降低污染排放水平，使养殖活动在满足生产需求的同时保持对生态环境的良好保护状态。

2.3 绿色养殖模式的发展意义

绿色养殖模式的推广对于推动农业可持续发展具有重要意义。在传统养殖模式中，生产活动往往侧重产量增长，对资源利用效率与环境保护关注不足，而绿色养殖通过引入循环利用理念，使养殖废弃物能够重新进入农业生产体系。例如，通过粪污资源化处理，可以将其转化为有机肥料或能源，从而减少资源浪费并降低环境污染。在农业生产系统中，养殖业与种植业之间逐渐形成互补关系，养殖废弃物为农田提供养分，农作物秸秆等副产品又可作为饲料资源，实现农业系统内部的循环利用。这种生产模式不仅能够提高农业资源利用效率，还能够减少对外部化学投入品的依赖。随着生态文明理念不断深化，绿色养殖逐渐成为现代畜牧业发展的重要方向，对于推动农业生态化转型和实现农村经济与生态环境协调发展具有深远意义。

3 畜牧养殖环境污染问题分析

3.1 养殖粪污排放问题

在规模化畜禽养殖持续发展的背景下，粪污排放逐渐成为养殖业环境治理中最为突出的生态问题之一。养殖过程中产生的大量粪便和尿液若未能得到科学收集与处理，容易对周边生态环境造成不利影响。一些养殖场在扩大生产规模的过程中，对粪污处理设施建设重视程度不足，导致处理能力难以与养殖规模相匹配，进而增加污染风险。粪污中含有较高浓度的有机物、氮磷等营养元素，当其进入河流、湖泊或渗入土壤环境时，可能引发水体富营养化或土壤污染等问题。因此，在养殖业发展过程中，加强粪污收集、储存与处理体系建设具有重要意义。通过推动粪污资源化利用和规范化管理，可以在减少污染排放的同时提高农业资源利用效率，使养殖业逐渐向生态循环发展方向转变。

3.2 养殖废气污染问题

畜禽养殖活动在动物代谢与粪污分解过程中会产生多

种气体排放，其中氨气、甲烷以及硫化氢等气体较为常见。这些气体在一定浓度条件下不仅会对空气质量产生影响，也可能对周边居民生活环境造成干扰。当养殖密度较高或养殖环境通风条件不足时，废气问题往往更加突出。气体排放不仅影响养殖场周边生态环境，也可能对动物生长环境产生一定影响，从而降低养殖生产效率。针对这一问题，需要通过改善养殖设施环境条件、优化饲养管理方式以及加强通风系统建设等措施，降低有害气体在养殖环境中的积累。同时，通过改进粪污处理方式和饲料结构，也能够一定程度上减少气体产生量，从而减轻废气排放对环境造成的影响。

3.3 养殖废水排放问题

养殖废水是养殖生产活动中产生的重要污染源之一，其主要来源包括养殖场地清洗用水、动物排泄物混合液体以及部分生产废水。这类废水通常含有较高浓度的有机物、悬浮物以及微生物，如果未经处理直接排入自然水体，容易对水环境质量造成不利影响。当污染物进入河流或地下水系统时，还可能对周边农业生产和居民生活用水安全产生潜在影响。针对这一问题，需要在养殖场建设过程中同步完善污水处理系统，通过沉淀处理、生物处理或资源化利用等技术手段降低废水污染负荷。同时，加强日常管理与监测工作，可以确保废水处理设施稳定运行，从而减少养殖废水对区域生态环境带来的压力。

4 绿色养殖环境保护技术路径

4.1 粪污资源化利用技术

在绿色养殖体系建设过程中，粪污资源化利用被视为实现污染减排与资源循环的重要技术路径。养殖过程中产生的大量粪污如果处理不当，容易对水体、土壤以及周边环境造成不利影响。通过采用科学处理技术，可以将这些废弃物转化为可再利的农业资源。例如，通过厌氧发酵或堆肥处理技术，养殖粪污能够转化为稳定的有机肥料，在农业生产中作为养分来源使用，从而减少化肥投入并改善土壤理化性质。在部分地区，粪污还被用于沼气工程建设，通过厌氧发酵产生可利用的沼气能源，实现能源利用与污染治理的协同效果。这种处理方式不仅能够降低养殖污染排放，也能够一定程度上提高农业资源利用效率。通过建立完善的粪污收集、处理与利用体系，养殖废弃物可以逐渐由污染源转变为农业生产的重要资源，从而推动养殖业向循环利用方向发展。

4.2 生态养殖系统构建

生态养殖系统强调农业生产要素之间的循环利用，通过将养殖活动与种植业结合，可以构建较为稳定的农业生态系统。在这种模式下，养殖环节产生的粪污经过处理后被应用于农田，为作物生长提供养分来源，农作物秸秆和副产品又可以作为饲料资源进入养殖环节，使农业生产形成资源循环利用的闭环结构。这种“种养结合”的生产方式不仅能够

减少农业废弃物排放，还能够提高农业系统整体资源利用效率。在实践中，一些地区通过发展生态循环农业，将畜禽养殖、作物种植以及有机肥生产进行系统整合，从而形成较为稳定的生态农业模式。通过这种方式，农业生产在保持产量稳定的同时，也能够降低对外部化肥和能源的依赖。生态养殖系统的构建，使养殖业逐渐融入农业生态循环体系，在提高农业生产效率的同时，也能够实现生态环境保护目标。

4.3 养殖环境管理技术

在绿色养殖模式运行过程中，科学的环境管理技术对于减少污染物产生具有重要作用。养殖场环境条件直接影响动物生长状况以及污染物排放水平，通过合理的管理措施可以有效降低环境压力。例如，通过优化养殖场通风条件、合理控制养殖密度以及改进饲料结构，可以减少氨气等有害气体的产生，同时降低粪污排放量。饲料配方的优化能够提高饲料利用效率，使养殖过程中的营养物质转化更加充分，从而减少未被利用的养分排放。养殖环境管理还需要依托环境监测技术，通过对空气质量、水体状况以及土壤环境进行持续监测，可以及时掌握养殖活动对环境的影响程度。当监测结果出现异常变化时，管理人员能够及时调整养殖管理措施，从而避免环境问题进一步扩大。通过将环境管理技术与日常养殖管理相结合，可以使养殖生产在保障动物健康生长的同时，也保持对生态环境的良好保护状态。

5 推动绿色养殖发展的管理对策

5.1 完善政策支持体系

绿色养殖的发展离不开稳定而系统的政策支持。在农业绿色转型不断推进的背景下，政府需要通过制度设计为养殖业绿色发展提供长期保障。通过制定专项扶持政策，可以引导养殖主体在生产过程中更加重视资源节约与环境保护。例如，在粪污资源化利用、生态养殖模式推广以及污染治理设施建设等方面，通过财政补贴、项目资金支持和税收优惠等措施，能够有效降低养殖主体在环保设施建设中的资金压力。政策体系的完善还需要在规划层面形成整体布局，将绿色养殖纳入区域农业发展规划和乡村振兴战略之中，使生态环境保护与农业产业发展形成协同关系。通过明确发展目标、技术路线以及监管要求，可以为养殖业转型提供清晰的发展方向。当政策支持与产业发展需求形成良好匹配时，绿色养殖模式便能够在更大范围内推广，并逐渐形成以生态友好为特征的现代养殖发展格局。

5.2 加强技术推广与培训

在绿色养殖体系建设过程中，技术推广与人员培训是实现模式转型的重要环节。许多养殖主体在生产实践中对环保养殖技术了解有限，技术推广能够帮助养殖户掌握科学的生产方法，从而提升养殖管理水平。通过建立技术示范基地

和推广示范项目，可以将先进养殖技术与实际生产相结合，使养殖户在实践环境中了解粪污处理、生态循环利用以及节能养殖设备的应用方式。培训活动不仅能够传播技术知识，还能够增强养殖主体的环境保护意识。当养殖户能够理解绿色养殖技术在提高生产效率与减少环境污染方面的综合价值时，技术应用的积极性也会随之提高。技术推广体系还需要依托农业技术推广机构、高校科研单位以及行业协会形成协同机制，通过多方合作不断完善技术服务网络，使绿色养殖技术能够在更广范围内得到应用，从而推动养殖业整体发展水平的提升。

5.3 建立环境监管机制

绿色养殖模式的持续发展离不开规范化的环境监管体系。通过建立完善的环境监管机制，可以对养殖活动中的污染排放行为进行有效约束，使生产活动在环境承载能力范围内运行。监管体系需要明确污染排放标准、监测要求以及信息报送制度，使养殖企业在生产过程中能够遵循统一的环境管理规范。监管部门通过定期监测和现场检查，可以掌握养殖企业粪污处理设施运行状况以及污染排放水平，并对不符合环保要求的行为进行及时纠正。信息公开制度的建立也有助于提高监管透明度，通过社会监督能够促使养殖主体更加重视环境保护责任。当环境监管与产业发展形成协同机制时，养殖业在保持生产效率的同时也能够减少对生态环境的影响。规范而稳定的监管体系不仅能够保障绿色养殖模式长期运行，也能够为农业生态环境治理提供制度支撑。

6 结语

绿色养殖模式为畜牧业实现生态化发展提供了重要路径。在养殖规模不断扩大的背景下，加强环境保护已经成为畜牧业发展的重要任务。通过推进粪污资源化利用、构建生态养殖系统以及完善环境管理机制，可以减少养殖活动对环境的影响，并提升资源利用效率。未来，在政策支持、技术创新以及管理体系完善的共同推动下，绿色养殖模式将不断发展，为农业可持续发展和生态环境保护提供有力支撑。

参考文献

- [1] 米玛多吉.绿色畜牧养殖技术的有效推广探究[J].新农村,2025,(34):124-125.
- [2] 都佳乐.新疆南疆农牧户畜牧养殖行为的风险因素研究[D].塔里木大学,2025.
- [3] 黎小辉.畜牧养殖生产中的环保措施及发展绿色养殖的意义[J].绿色中国,2025,(04):166-168.
- [4] 乌宁巴特尔.生态绿色养殖技术提升畜牧养殖效益分析[J].北方牧业,2024,(03):7.
- [5] 马金.生态循环农业与绿色优质鲜奶生产技术研究及示范.甘肃省,甘肃前进农业科技有限责任公司,2022-12-20.

Research on the Delineation of Property Rights, Value Assessment, and Revenue Distribution Mechanisms for Smart Agriculture Data

Chunling Li Yu Han

Zhucheng City Rural Work Service Center, Shandong Province, Weifang, Shandong, 261000, China

Abstract

Against the backdrop of the deep integration of the digital economy and smart agriculture, data has become a key new factor of production driving agricultural modernization. However, the value release of smart agricultural data factors currently faces three systemic obstacles: unclear ownership, difficult-to-measure asset value, and imbalanced benefit distribution. This study aims to construct an integrated theoretical analysis framework of “property rights definition - value assessment - benefit distribution” to address these core challenges. The research proposes that property rights definition should follow the principle of separating “data resource holding rights, data processing and use rights, and data product operation rights,” establishing a dynamic configuration model based on the data lifecycle and contribution. Value assessment needs to move beyond single methods and construct a comprehensive evaluation system integrating the cost method and multi-scenario income method. Benefit distribution should design a pluralistic incentive-compatible mechanism combining monetization, servitization, and equity-based approaches, relying on trusted organizational intermediaries to ensure fairness. Finally, the study proposes systematic policy recommendations from four aspects: institutional innovation, market cultivation, financial support, and capacity building, to promote the healthy development of the smart agricultural data factor market and provide theoretical reference and practical pathways for empowering high-quality agricultural development.

Keywords

smart agriculture; data factor; property rights definition; value assessment; benefit distribution

智慧农业数据产权界定、价值评估与收益分配机制研究

李春玲 韩宇

山东省诸城市农村工作服务中心，中国·山东 潍坊 262200

摘要

在数字经济与智慧农业深度融合的背景下，数据已成为驱动农业现代化的关键新型生产要素。然而，当前智慧农业数据要素的价值释放面临产权归属不清、资产价值难以衡量、收益分配失衡三大系统性障碍。本研究旨在构建一个集成性的“产权界定-价值评估-收益分配”理论分析框架，以破解这些核心难题。研究提出，产权界定应遵循“数据资源持有权、加工使用权、产品经营权”三权分置原则，建立基于生命周期与贡献度的动态配置模型；价值评估需超越单一方法，构建融合成本法与多场景收益法的综合评估体系；收益分配则应设计货币化、服务化与权益化相结合的多元激励相容机制，并依赖可信组织中介保障公平性。最后，研究从制度创新、市场培育、金融支持与能力建设四个方面提出了系统性政策建议，以促进智慧农业数据要素市场的健康发展，为赋能农业高质量发展提供理论参考与实践路径。

关键词

智慧农业；数据要素；产权界定；价值评估；收益分配

1 绪论

在数字经济时代，数据已成为驱动农业现代化的核心生产要素。智慧农业通过物联网、遥感等技术产生了海量数据，但当前这些数据要素的价值远未得到充分释放，主要面临三大瓶颈：产权界定不清、价值评估困难、收益分配失衡。

这些难题阻碍了数据市场的形成，抑制了各参与主体的积极性。

为解决上述系统性障碍，本研究构建了一个集成的分析框架，系统探讨智慧农业数据的产权界定、价值评估与收益分配机制。研究综合运用文献分析、案例比较与理论模型构建等方法，旨在为破解数据要素市场化困境提供理论依据与实践路径。本研究不仅将三个关键环节进行一体化审视，还紧密结合农业领域的特殊性，力求提出具有可操作性的政策建议，对推动智慧农业发展和促进数据要素公平高效利用

【作者简介】李春玲（1974-），中国山东诸城人，本科，农艺师，从事农学研究。

具有重要理论与现实意义。

2 智慧农业数据产权界定的现实困境与理论框架

2.1 困境根源：农业数据的四大特性

智慧农业数据产权界定面临的根本挑战源于其自身的四大特性：

主体多元与生成交织性：数据由农户、企业、政府等多方共同生成，贡献难以物理剥离。

场景依附与生物关联性：价值深度绑定于特定地块、作物和农时，流通应用受限。

公私属性双重性：兼具私人经营数据（竞争性）与公共基础数据（非竞争性）的双重属性。

要素融合性：是土地、劳动、技术等传统要素的数字化映射与增值枢纽。

2.2 现实困境：四重障碍

基于上述特性，实践中确权面临四重障碍：

法律空白：缺乏专门法律明确数据财产权属与内容，“数据二十条”的原则需具体规则落地。

技术瓶颈：数据全链条可信溯源与权利精细化分割在技术上实现难度高。

主体失衡：小农户与企业间存在巨大的数据意识、能力与议价权差距，导致实质不公。

动力不足：数据价值实现的后验性与不确定性，削弱了各方前期投入确权的意愿。

2.3 理论框架：“三权分置”动态配置模型

为破解困境，本文提出“基于数据生命周期与贡献分类的复合确权框架”。其核心是遵循“数据二十条”精神，将数据产权分解为数据资源持有权、数据加工使用权、数据产品经营权，并依据数据所处生命周期阶段及各主体的实质性贡献，进行动态、契约化的配置。

该框架的核心操作指引如表1所示，它展示了“三权”如何在不同阶段向不同主体配置：

表1 智慧农业数据产权“三权”动态配置矩阵

数据生命周期阶段	核心参与主体	数据资源持有权	数据加工使用权	数据产品经营权
原始数据采集	农户、农场 (A)	A 享有初始持有，可授权。	A 享有基本使用权；其他方依授权受限使用。	未形成，通常不涉及。
数据汇聚标准化	A、科技公司 (B)、平台 (C)	可协议为 A 与 C 共同持有，或 A 授权 C 持有。	B、C 在授权范围内进行清洗、标准化等加工。	对形成的基础数据集，可由 A、C 按约共享经营收益。
数据产品开发	B、C	B、C 对开发的衍生数据产品享有持有。	B 是核心，运用算法模型创造主要增值。	B、C 是主要经营者，通过销售、订阅等方式获利。
数据产品应用	A、政府 (D)、市场用户	产品购买方依合同获得有限的持有。	各应用方依产品许可协议约定使用。	分层经营：A 可获分成；B、C 负责市场运营。

框架支撑：该理论框架的落地需要三重支撑：(1) 契约化（推广标准合同范本）；(2) 技术性（应用区块链实现可信溯源，利用隐私计算实现“可用不可见”）；(3) 治理创新（探索“数据信托”或“数据合作社”模式，代表分散农户管理权益）。

3 智慧农业数据资产的价值评估体系构建

3.1 价值评估的挑战：特殊性带来的核心难点

智慧农业数据的价值评估面临根本性挑战，其价值由内在质量与外部应用共同决定，却难以直接度量。

价值构成复杂：其价值取决于内在质量（准确性、时效性、连续性）、外部应用场景的广度与深度，以及市场稀缺性和产权清晰度。

核心评估难点：由此衍生四大难点：

成本与价值弱关联：高昂的前期固定成本与近乎为零的边际复制成本并存，且高投入未必带来高价值。

价值实现的间接性与滞后性：数据价值多体现为“增效降本”，其贡献难以从农业总收益中精确剥离，且存在生产周期滞后。

市场参照系缺失：交易市场不成熟，公开可比案例极少，数据产品非标准化。

收益预测不确定性高：受技术迭代、自然风险、市场接受度等多重不确定因素影响。

3.2 传统方法的适用性分析与改造

传统资产评估方法需经针对性改造方能适用，如表2：

3.3 综合评估模型：一个多层框架

为克服单一方法局限，本文构建一个“基础价值层-应用场景价值层”综合评估模型。该模型遵循的逻辑流程如图1所示：

模型数学表达与说明：

最终评估价值 V 由基础价值与各场景价值合成，计算公式为：

$$V = V_{base} \times K + \sum (V_{scenario_i})$$

其中：

V_{base} （基础价值）= 重置成本 $\times Q \times S \times P$ 。它反映了数据的“料工费”及内在属性，是价值的压舱石。

$\sum (V_{scenario_i})$ （场景价值总和）= $\sum [\Delta R_i \times C_i \times Prob_i \text{ 的折现值}]$ 。这是模型核心，通过枚举数据在精准

施肥、灾害保险、优质优价等具体场景 ($i=1,2,\dots,n$) 中能创造的年度增量收益 (ΔR_i)，并客观评估数据在该场景的贡献度 (C_i) 及场景落地概率 ($Prob_i$)，经折现后加总，以此捕捉数据的未来盈利潜力。

K 为调整系数 (通常 $0 < K < 1$)，用于衡量基础价值与

场景价值可能存在的重叠部分。

模型应用示例 (简化的示意性计算)：

假设评估某小麦产区数据集，其重置成本 500 万元，经系数调整后 $V_{base}=459$ 万元。识别三个应用场景，其年化收益、贡献度与概率预估如表 3：

表 2

评估方法	核心思想	在农业数据评估中的主要局限	适应性改进方向
成本法	资产价值 \approx 重置成本	仅反映历史投入，无法体现未来收益潜能，易低估或高估。	作为价值基础下限。需区分沉没 / 可重用成本，引入质量、稀缺性、产权等调整系数。公式： $V_{base} = \text{重置成本} \times Q(\text{质量系数}) \times S(\text{稀缺系数}) \times P(\text{产权系数})$
市场法	参照可比资产市场价格	缺乏活跃、可比的交易市场，数据产品非同质性强。	作为趋势参考。可关注内部转移定价、数据服务订阅费等“准交易”价格，未来依赖数据资产入表积累案例。
收益法	未来收益折现现值	收益分离与预测困难，未来现金流高度不确定，折现率难确定。	最具本质性，但需精细化。采用“多场景收益分解”与“数据贡献度系数法”来分离收益，并应用较高的风险调整折现率。

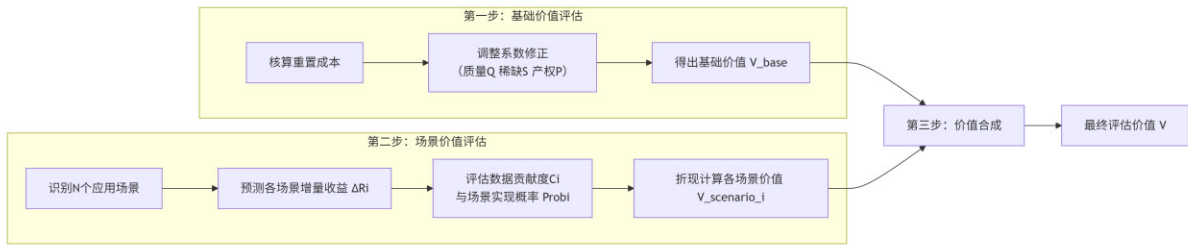


图 1

表 3

应用场景	年增量收益 (ΔR_i)	数据贡献度 (C_i)	实现概率 ($Prob_i$)	场景价值 (折现后近似)
精准施肥	150 万元	40%	90%	≈ 162 万元
灾害保险	200 万元	30%	70%	≈ 126 万元
优质优价	300 万元	20%	60%	≈ 108 万元
场景价值总和 $\Sigma (V_{scenario_i})$				≈ 396 万元

取 $K=0.3$ ，则最终价值 $V = 459 \times 0.3 + 396 \approx 533.7$ 万元。

该模型的意义在于，它系统融合了成本、质量与未来收益预期，将评估焦点从“数据是什么”转向“数据能做什么”，为交易、融资与入表提供了更合理的价值叙事与量化方法。模型参数 ($Q, S, P, C_i, Prob_i$ 等) 的校准需依靠行业数据库与专家系统持续优化。

4 智慧农业数据收益分配的多元机制设计

4.1 理论基础与核心原则

收益分配是智慧农业数据价值链的最终闭环，其机制设计需融合多元理论：

产权与贡献理论：收益权是产权的核心，分配应首先反映法律或契约约定的产权归属及各主体的实质性贡献。

要素分配理论：数据作为新型生产要素，其收益应能衡量和反映其边际产出贡献。

合作博弈理论：收益分配方案需满足集体理性与个体

理性，确保联盟稳定，夏普利值 (Shapley Value) 等为量化分配提供工具。

基于此，设计分配机制必须遵循四大核心原则：

效率与公平并重：激励价值创造者，同时保障原始数据提供者 (如农户) 的合理权益。

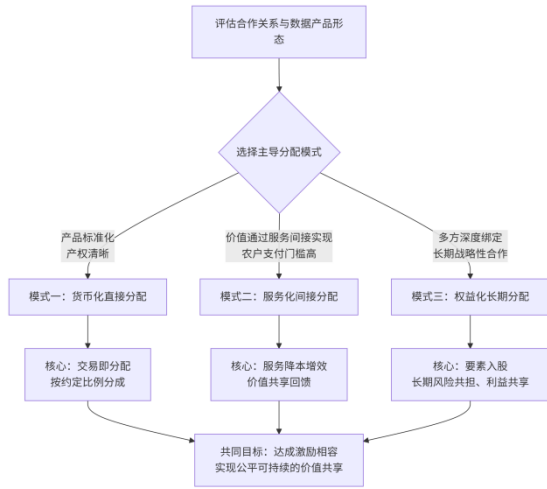
激励相容：使各方在追求自身利益时，其行为自动实现集体价值最大化。

可持续与可扩展：着眼于长期合作，能随价值增长与生态扩展而动态调整。

透明与可信：规则与过程公开，利用技术 (如区块链) 降低信任与执行成本。

4.2 分配模式分类与设计框架

针对多元主体 (农户、科技公司、平台、政府) 的不同诉求，收益分配可归纳为三类主导模式。其选择逻辑与核心设计如流程图 2 所示：



三种模式的具体设计要点、优缺点及应用场景如下表

表：三类收益分配模式核心对比

模式	核心逻辑	典型方式	优点	挑战	适用场景
货币化直接分配	交易即分配	数据产品销售收入按约定比例（如 5:3:2）在源方、加工方、平台方之间分成。	收益直接，关系清晰。	要求产品标准化高；易成简单买卖关系。	标准化数据产品（如土壤数据包、气候数据集）的挂牌交易。
服务化间接分配	服务创造价值，价值共享回馈	农户以数据换取精准农技、智慧灌溉、优惠信贷等服务，通过节本增收间接获益。可设计“效果付费”条款。	降低农户现金支付门槛；收益与效果挂钩，激励一致。	间接收益核算复杂，价值链长。	数据驱动的农业社会化服务（如智能灌溉、指数保险）。
权益化长期分配	风险共担，利益共享	各方以数据、技术、资金等要素入股，成立实体或虚拟组织，按股权或权益份额长期分红。可设计“租金+薪金+股金”复合结构。	深度绑定长期利益；适合战略性数据资产开发。	治理结构复杂；谈判与信任成本高。	多方共建的智慧农业产业园、数据合作社。

表：典型收益分配案例比较

案例	对应模式	参与主体	核心分配机制	关键特征
浙江“金土地”数据挂牌	货币化直接分配	村集体（农户）、国企、平台	销售收入纳入村集体，部分用于分红与反哺基建。	政府主导的普惠共享。解决了数据聚合问题，但个体贡献差异体现不足。
湛江“翡翠青柚”资产化	融合间接与权益化分配	农业企业、金融机构	数据资产化获得融资，价值通过企业扩大再生产（提升雇员福利）和股东增值实现。	企业封闭式运营。产权清晰、金融路径直接，但社会溢出效应有限。
鹰潭智慧农业基地	复合多元分配	运营商、村集体、农户	“三重红利”：土地流转租金+劳务数据薪金+数据价值股金。	利益深度绑定。通过村集体组织，全面覆盖农户各项贡献，兼顾短期与长期激励。

5 结论与展望

本研究系统探讨了智慧农业数据要素价值释放的三大核心问题，形成如下结论：第一，产权界定需摒弃对所有权利思维，转向“数据资源持有权、加工使用权、产品经营权”分置的动态配置框架，并通过契约与技术手段保障小农户权益。第二，价值评估需构建“成本基础层+场景收益层”的综合模型，以量化数据在具体应用中的预期价值，克服传统方法局限。第三，收益分配应发展货币化、服务化、权益化相结合的多元模式，并通过可信中介与复合方案实现激励相容的公平分享。

所示：

4.3 案例比较与综合启示

选取国内三个典型案例进行比较分析，可直观揭示不同模式的实践形态：

综合启示：

模式适配情境：没有最优通用模式，需根据数据资产类型、主体结构和价值链选择最适方案。

组织中介关键：合作社、村集体等可信中介是聚合分散农户、实现公平分配不可或缺的节点。

复合结构优势：“货币化+间接+权益化”的组合拳能更全面激励各类主体，保障公平与可持续。

一体化设计必要性：收益分配机制的有效性，根植于产权清晰界定（第二章）与价值科学评估（第三章），三者构成环环相扣的完整体系。

基于此，提出关键政策建议：加快制定农业数据分类分级与确权指引，建立评估标准；培育区域性数据平台与第三方服务，创新数据资产金融产品；强化合作社的数据聚合与代理能力，提升农户数字素养。

未来研究可深入探索区块链与隐私计算对确权分配的技术赋能、人工智能大模型带来的价值评估范式变革，以及农业数据跨境治理等前沿议题，以持续完善数据要素市场理论，赋能农业全面数字化。

参考文献

- [1] 中共中央，国务院. 关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2022(35): 6-13.

- [2] 农业农村部.“十四五”全国农业农村信息化发展规划[J]. 中华人民共和国农业农村部公报, 2022(1): 4-15.
- [3] 维克托·迈尔-舍恩伯格, 肯尼思·库克耶. 大数据时代: 生活、工作与思维的大变革[M]. 盛杨燕, 周涛, 译. 杭州: 浙江人民出版社, 2013: 56-89.
- [4] 蔡维德, 刘琳, 王荣. 数据要素产权“三权分置”的理论逻辑与法律表达[J]. 中国法学, 2023(2): 45-63.
- [5] 欧阳日辉, 杜青青. 数据资产价值评估: 理论演进、方法比较与实践路径[J]. 经济学动态, 2022(11): 32-47.
- [6] 张勋, 万广华. 数字经济、普惠金融与包容性增长[J]. 经济研究, 2019, 54(8): 71-86.
- [7] 宁波市农业农村局. 宁波“数字乡村”建设助力特色产业升级——以象山“红美人”柑橘为例[R]. 宁波: 宁波市农业农村局调研报告, 2023.
- [8] 湛江市人民政府. 湛江市探索农业数据资产化改革试点工作总结报告[R]. 湛江: 湛江市人民政府办公厅, 2023.

Study on the Physiological Function of *Cistanche deserticola*

Xiaojia Liu

Yijinhuoluo Banner Development and Reform and Science and Technology Bureau, Ordos, Inner Mongolia, 017200, China

Abstract

Cistanche, a specialized root-parasitic plant of the *Cistancheaceae* family, possesses significant medicinal value. Its host is the sand-fixing plant saxaul (*Equisetum aridum*). To elucidate the parasitic relationship between saxaul and *Cistanche*, as well as the seed germination mechanism of *Cistanche*, this study employed tissue culture methods to treat *Cistanche* seeds with various hormones and concentrations of the specific substance 2,6-dimethoxybenzquinone (DMBQ), observing the formation of seed suckers in the parasitic plant. Results showed: When IBA, GA₃, and 6-BA were added to MS medium for seed treatment, only GA₃ induced germination. Seeds with seed coats did not germinate, indicating that GA₃ is a necessary condition for germination. The germination rate of GA₃ was 1.0 mg/L and 6-BA was 0.5 mg/L, and the germination rate of IBA was 15% when IBA was 0.5 mg/L, which indicated that IBA had a significant effect on germination. DMBQ combined with GA₃, 6-BA, and IBA can enhance germination rates: the average germination rate in MS medium was 6.67%, while it reached 10% in 1/2MS medium, indicating that adding DMBQ to 1/2MS medium along with these hormones effectively promotes germination. The results provided the basis for revealing the mechanism of *C. sinensis*, and had theoretical and practical significance for its propagation, environmental protection and medicinal material production.

Keywords

parasitic plant; *cistanche*; stomata; DMBQ

肉苁蓉生理机能研究

刘晓佳

伊金霍洛旗发改和科技局, 中国·内蒙古·鄂尔多斯 017200

摘要

肉苁蓉是列当科专性根寄生植物, 具有重要药用价值, 其寄主为固沙植物梭梭。为阐述梭梭和肉苁蓉的寄生关系以及肉苁蓉种子萌发机理, 本研究采用组织培养法用不同种类和浓度的激素与特异性物质2, 6-二甲氧基对苯醌(DMBQ)对肉苁蓉种子进行处理, 观察寄生植物种子吸器的形成。结果表明: 在MS培养基中添加IBA、GA₃、6-BA单独处理种子, 仅GA₃可诱导萌发, 带种皮种子不萌发, 说明GA₃是萌发必要条件。固定GA₃为1.0 mg/L、6-BA为0.5 mg/L, 配合不同浓度IBA, 发现IBA为0.5 mg/L时萌发率最高, 达15%, 表明IBA对萌发有明显促进作用。DMBQ与GA₃、6-BA、IBA配合使用可提高萌发率: MS培养基平均萌发率为6.67%, 1/2MS培养基可达10%, 说明1/2MS培养基添加DMBQ与上述激素能有效促进萌发。以上结果为揭示肉苁蓉寄生机理提供了依据, 对其繁殖、环境保护及药材生产具有理论与实践意义。

关键词

寄生植物; 肉苁蓉; 吸器; DMBQ

1 引言

1.1 肉苁蓉的简介

肉苁蓉 (*C. deserticola* Ma) 为列当科 (*Orobanchaceae*) 肉苁蓉属 (*Cistanche*) 的一种多年生专性根寄生植物, 别名: 苁蓉, 大芸, 蒙古名: 察干高要。肉苁蓉有极好的药用价值, 具有补肾、益精、润肠、抗衰老, 调解免疫力等功效, 是使用频率最高的补肾中药。因其生长在荒漠中, 且药用价值甚高, 所以素有“沙漠人参”之美誉^[1,2]。李时珍曰: “此物

补而不峻, 故有从容之兮”。肉苁蓉属植物约有 20 种, 主要分布在欧洲、亚洲温暖的干燥地区, 我国有 6 种, 分布在新疆、内蒙古、宁夏、甘肃、青海等省区。我国内蒙古西部为主产区的荒漠肉苁蓉为中药肉苁蓉正品。品质好产量大的为以梭梭 (*Haloxylon ammodendron* Bge) 及白梭梭 (*Haloxylon persicum* Bunge) 为寄主的肉苁蓉, 以怪柳属 (*Tamarix*) 植物为寄主的管花肉苁蓉。

何松春等对我国的 6 种肉苁蓉: 肉苁蓉 *C. deserticola* Y. C. Ma、盐生肉苁蓉 *C. salsa* (C. A. Mey.) G. Beck、沙苁蓉 *C. sinensis* G. Beck、管花肉苁蓉 *C. tubulosa* (Schenk) Wight、兰州肉苁蓉 *C. lanzhouensis* Z. Y. Zhang 和草苁蓉 *Boschmiakia rossica* Fedtsch. et Flerov 进行了分类鉴定。白花

【作者简介】刘晓佳 (1981-), 女, 中国陕西人, 本科, 农艺师, 从事农学研究。

肉苁蓉 *C. salsa* var. *albiflora* 是新发现的变种^[3]。



图1 肉苁蓉出土开花

1.2 开采现状及存在的问题

肉苁蓉为专性根寄生植物，其寄主为有名的固沙植物梭梭。梭梭生长迅速，耐旱、耐风沙、耐盐碱，为优良的固沙树种，在维护荒漠地区生态平衡和社会经济发展中发挥着重要作用。近年来，随着中医药事业的发展和对肉苁蓉药用成分及其药理分析和药用活性物质的深入研究，肉苁蓉的利用空间将越来越宽，供需矛盾会日趋突出。梭梭林受到无节制的乱砍乱伐和过度放牧，加之对肉苁蓉野生资源进行掠夺式的采挖，梭梭群落的生态平衡遭到了严重破坏，荒漠地区的生态系统失去平衡，肉苁蓉及其寄主处于濒危境地，现为国家二级保护植物^[4]。随着国内外对肉苁蓉资源需求的增长和野生资源产量下降的矛盾日趋明显，人们开始认识到肉苁蓉采种、驯化、人工培养、基础生物学特性等研究的重要性。一方面要加快寄主梭梭林的栽培力度，另一方面要深入研究肉苁蓉寄主特性以及种子萌发机理，人工接种梭梭-肉苁蓉复合体植株苗，从多方面协调这一供求矛盾^[5]。

目前国内外对肉苁蓉的研究已有很多，但大部分是从其药理性质、化学成分分析、胚的形态、人工栽培、组织培养等方面进行的研究，就组织培养方面而言其绝大多数以肉苁蓉的营养器官为研究对象，种子萌发所需要的激素及诱导物的条件很少有人研究；梭梭的根系分泌物中存在着诱导肉苁蓉萌发的特异性信号物质，但究竟是什么物质诱导了肉苁蓉吸器的产生尚无定论，对于梭梭根系分泌物有待于深入研究。

1.3 肉苁蓉人工培育现有技术的不足

现有人工培育肉苁蓉的技术或方法的成功实现，均是以破坏梭梭群落稀为代价而实施的。目前的人工培育肉苁蓉技术，一般都是将处理过的野生肉苁蓉种子播种在梭梭的根系周围，或者是人工直接接种于梭梭根系，人为切开小口的根毛区来诱导肉苁蓉种子萌发。但是，①梭梭群落植被稀疏，在人工培育时，再容不得两次（播种，采收各一次）挖深根和较大面积破坏梭梭根基土层，而造成的严重破坏梭梭正常生长及其土壤和水分动态平衡；②人工培育的肉苁蓉要经3~4年的生长才能收获，采收肉苁蓉，无疑将是对梭梭植株根系土层和根基植被造成更严重的人为破坏；③播种和采

收挖掘工作劳动强度较大。因此，投入产出比大。④目前的技术无论基质床，还是肉苁蓉种子人工处理萌发，在其后期进一步生长发育过程中，均离不开野生肉苁蓉生长的天然生态环境。目前人工培育肉苁蓉的技术的具体实施，首先是梭梭群落中植被的保育不允许。其次经费投资回报方面受到限制。再则，就是技术的不成熟问题。

1.4 目前和未来近期肉苁蓉培育的对策

1.4.1 人工培育肉苁蓉和常规育种途径

在营造培育肉苁蓉人工梭梭林基地的基础上，应用人工播种梭梭——肉苁蓉复合体植株苗的思路，采用细胞生物学的方法，在实验室或具备一定实验设备的温室中完成人工诱导肉苁蓉种子萌发以及肉苁蓉种苗与梭梭输导支持组织结合生长的共寄生关系的建立。将培育成功的复合体植株，按照一定的株行距，用既方便日后肉苁蓉的采收，又不破坏梭梭根基周围地面植被，并有利于人工梭梭林的后期生长的穴杯或特制穴盘，移栽定植到适合肉苁蓉后期生长的人工梭梭林的野生环境中，以期得到一定规模产量的肉苁蓉植物体。

1.4.2 组织培养途径

分析利用现有的有关肉苁蓉生长发育生态环境因子作用的研究成果和资料，进一步研究出肉苁蓉生长发育成熟个体的主导生态环境因子调控机理和人工调控的技术措施，并研究筛选出肉苁蓉生长发育所需的激素种类及其浓度，采用植物细胞组织培养的方法，实现一定规模的工厂化组培生产线，生产出具有野生肉苁蓉生物学特性的人工培育肉苁蓉植物体。

1.4.3 转基因途径

采用基因工程技术，将合成肉苁蓉生物活性物质的基因，经筛选、确定、定位、分离纯化后，结合其相应的调节、转录、表达的基因构件，拼接到转基因微生物的遗传DNA链上，并促进其得到有效表达和保留，来获得肉苁蓉的生物活性物质^[6]。

2 寄生植物的研究现状

2.1 寄生植物种子的类型

在被子植物中，大约有4000余种是以寄生方式摄取营养物质，营寄生生活^[7]。目前知道的寄生种子植物大约有3000多种，主要分布在地中海和亚热带地区，在两极和热带地区也有分布，分属于18个科。寄生植物有不同的类型（见表1），但寄生植物的共同特征在于利用吸器侵入寄主维管束等组织器官中，吸取营养物质，赖以生存。

2.2 寄生植物种子的萌发

寄生被子植物的种子成熟时，胚发育不完全。其种子的萌发需要一个后熟过程或休眠期，这个过程可长达数月或数年。Wolf和Timko等^[8,9]证明独角金（*striga asiatica*）种子经数月后熟以后再保湿1-2周才能萌发。普遍认为寄生被

子植物从种子萌发到寄生在寄主上是两个完全独立而又相互关联的过程。前者产生吸器，后者通过形成的吸器与寄主的维管束相通，吸收寄主的水分和养分来维持自身的生长和发育。在这两个阶段之间有一个临界发育阶段，一般称之为前寄生阶段或自由生活阶段。这一阶段可延续数天或数月，主要取决于寄生方式，种子内存物质和种子的发根能力等^[10]。

Stewart等^[11]认为，寄生植物种子萌发需有来自寄主释放的萌发刺激物质，即在萌发前寄主植物释放化学信号物质，

而其中大部分还需要另一化学信号才能发育功能性吸器。特定的寄主根系分泌物对于专性寄生植物是非常严格的，像独角金和列当，在这些属中寄主识别系统是非常高级的，因为这些植物为了存活下来，必须在萌发几天内就得碰到寄主的根系，因此必须有寄主根系释放出来的寄生识别特殊分子作为萌发信号^[12]。还有相关报道，植物激素也可单独的或联合的对某个或某些寄生植物种子的萌发有诱导作用^[13]。

表 1 寄生植物的分类

分类标准	类型	比例	举例
根据在寄主植物上寄生的位置	根寄生植物	60%	列当属 (<i>Orobanch</i>) 和独角金属 (<i>striga</i>)
	茎寄生植物	40%	菟丝子科、樟科无根藤属 (<i>Cassytha</i>)
根据叶绿素的有无	全寄生性植物	20%	列当属寄生植物
	半寄生性植物	80%	槲寄生科和无根藤属寄生植物

2.3 特征性器官“吸器”的重要性

寄生被子植物有一个共同的特点：寄生植物萌发吸器，穿透寄主植物的组织，通过吸器引导营养物质向寄生植物体内流动^[14]，成为寄生植物与寄主植物之间形态结构和生理功能的桥梁。大多数寄生植物的吸器一般是由寄主根系分泌物中的次生代谢物质诱导形成的，吸器形成后与寄主根系木质部建立连通，这可能与寄生植物渗透寄主组织时所产生的水解酶有关。

吸器是由寄生植物根端初生组织细胞分化产生的，或由根和茎的维管柱鞘或皮层细胞脱分化产生的，有些种类的吸器首先就由培根的端部直接转变而来。通常在吸器与寄主植物组织的交接面上，吸器中薄壁组织所占的比例较维管组织大，韧皮部发育不典型，有时还不连续，但相对而言全寄生植物的韧皮部发育要比半寄生植物的更完善。全寄生植物完全要依靠寄主提供的水、无机盐和有机营养，其韧皮部发育较好；半寄生植物只需要寄主植物提供无机营养，其韧皮部发育发育不明显。大多数种的吸器表面有吸器毛，其上有乳突，乳突的功能是将吸器毛吸附在寄主植物体表面。樟科的无根藤属 (*Cassytha*) 寄生植物寄生时，先产生垫状的吸盘，再从吸盘的内部产生出吸器。列当科的列当属 (*Orobanch*) 寄生植物的吸器与寄主植物根接触后，开始共同形成巨大的瘤状结构，顶端继续形成内生植体^[15]。

吸器在寄生植物和寄主植物之间起到的是连接纽带的作用，是寄生植物从寄主植物获得营养物质的通道，没有吸器的萌发，也就无从谈起寄生关系的建立，所以吸器对于寄生植物来说是至关重要。

2.4 诱导寄生植物吸器萌发的信号物质

大量的研究表明，寄主释放的刺激物质对植物间寄生关系的建立和维持起了重要的调节作用。许多寄生植物种子萌发需要有来自寄主植物的萌发刺激物质，即在萌发前寄主植物给一化学信号，激活休眠种子内部酶的活性，从而打破

休眠促进萌发^[16]。寄生植物对寄主植物的识别是通过寄主植物释放的化学信号实现的。现已发现寄生植物对寄主植物的识别主要有两种方式：一是寄生植物种子在适宜条件下预先萌发生长，萌发后寄生植物根部感受到寄主植物释放的化学信号物质，诱导产生吸器 (*haustorium*) 固定到寄主植物根部。二是寄生植物的种子在没有接受到寄主植物释放的刺激其萌发的化学信号前一直处于休眠状态，一旦这些种子感受到寄主植物的化学信号后，立即开始萌发，在寄主根部产生吸器进而完成寄生过程^[17]。

目前人们已经鉴别出来一系列丰富的自然的和人工合成的吸器诱导物质，如从高粱根中分离出来的 2, 6-二甲氧基-对-苯醌，(简称 2, 6-DMBQ)，从棉花中提取出的倍半烯化合物独角金醇和其有相似结构的一系列化合物(统称为 GR24)等。另酚类化合物中的阿魏酸、芥子酸及丁香酸对吸器的发育也有作用^[18]。Handa^[19]等研究发现 DMBQ 广泛的分布在植物界的 29 个科 48 个属当中，它可以诱导许多寄生植物吸器的萌发。半寄生植物的吸器可在玉米的根系分泌物和 DMBQ 存在的条件下被诱导，而且在其根系生长阶段添加植物生长素对吸器的形成有促进作用，这说明生长素在吸器形成的某个阶段扮演重要的角色。

植物激素对吸器的形成也有作用。姚东瑞等^[20, 21]在寄生植物无根藤的吸器发育过程中发现，无根藤缠绕寄主茎之后，在建立寄生关系之前，吸器原基在皮层中出现时，IPA 和 ZR 含量很高，分别为对照部位的 20 倍和 4 倍，说明吸器发育与细胞分裂素密切相关。黄建中等^[22]，寄生植物体内合成的细胞分裂素在日本菟丝子 (*Cuscuta japonica*) 吸器形成过程中起决定性作用。由此可以推测，细胞分裂素不是诱发吸器形成的化学信号，而是吸器发育的调节物质，某些植物激素对吸器的萌发也起到一定的作用。

目前没有足够的证据说明寄生植物的萌发是由单一的或一类化合物诱导形成的^[23]。寄生植物不能广泛的寄生在

大多数植物上而是具有专一性的,说明寄主和寄生植物之间还存在着特殊的识别问题尚待深入了解。

2.5 寄生植物肉苁蓉的研究现状

2.5.1 肉苁蓉人工栽培和组织培养

肉苁蓉在自然条件下种子成熟后落在地表通过沙埋接触到寄主的根系,在寄主根系分泌的诱导物质作用下萌发,开始生长发育到开花结实完成一个生命周期。所需的周期长而且接种率非常的低,因此给人工栽培带来了很多的困难。关于肉苁蓉人工栽培技术的研究,戈建新首先发明了营养土种床基质栽培法,使中药肉苁蓉单纯依靠野生资源获取转变为人工栽培种植为主,缩短了繁育周期同时也提高了产量^[24]。在盐碱地、沙地生长着大量的梭梭、红柳、碱蓬、柽柳等肉苁蓉的寄主,可利用他们直接接种肉苁蓉,省去了播种寄主及管理生产工序,降低生产成本,但由于天然寄主已经生活几十年根系老化,萌发力弱,肉苁蓉接种出土比人工种植寄主接种出土迟^[25]。在肉苁蓉天然寄主分布少的条件下可进行寄主种植,寄主种植成活后当年或第二年接种肉苁蓉^[25]。新疆昌吉州吉木萨尔良种实验站近年来又发明使用“接种纸”技术,一张种子纸上有180粒种子,种子生命力可达数十年。在距离寄主30~50cm处挖长40cm,宽20cm,深30~40cm的坑,将接种纸放入,然后回填土至坑沿10cm左右,不可填满,利于贮存雪水或雨水。种子纸制种成功,节约了种子,提高了接种率,使原肉苁蓉自然接种率从50-90%提高到1-35%,是突破肉苁蓉规模化生产的核心技术之一。近年来在内蒙古和新疆等地建立起了大面积的肉苁蓉人工栽培基地,肉苁蓉的人工栽培有了较大规模的发展^[25]。

目前,在肉苁蓉组织培养上,*Cistanche Deserticola*的肉质茎上幼芽、鳞片、与*Cistanche tubulosa* Wight的种子培养进行了培养基的组分、培养环境条件等的研究^[29,30]。苏格尔,李天然等人,对锁阳种子休眠原因进行研究,锁阳几乎是专一性寄生植物,多寄生于蒺藜科白刺属(*Nitraria l.*)植物根部^[26]BA/IAA不同比例可以刺激锁阳种子萌发,天然条件下种子萌发尤其是幼苗的形态发生依赖寄主的刺激^[27]。宋文坚在对列当种子萌发的研究中得到结论,GA₃、IAA、KT可以促进其发芽^[28]。吴新等用添加BA、IBA、GA₃的B5培养基,由*C.Deserticola*肉质茎诱导出了愈伤组织;守屋明等^[31]用添加ZEA、IBA等的WH和MS培养基,由*C.tubulosa* Wight的种子胚诱导出了愈伤组织。在刘德华^[32]的试验中,添加2,4-D、KT的培养基从外植体上诱导出了愈伤组织。茎片段在添加2,4-D,不添加KT的培养基上诱导的愈伤组织呈白色、块状,而在添加KT的培养基上诱导的愈伤组织呈黄绿色、颗粒状;没有添加2,4-D、KT的培养基没能诱导出愈伤组织。这说明2,4-D和KT在愈伤组织的分化上起了决定性的作用。欧阳杰等人研究得出,将种子去皮,激素水平为2.4-D1.0mg/L,KT 0.5mg/L,GA₃1.0mg/

L是肉苁蓉种子愈伤组织诱导的最佳条件。

从以上研究结果中我们可以看出2,4-D、KT、GA₃、IBA都对肉苁蓉及其相近科属寄生植物愈伤组织的诱导起到一定的作用,但对于肉苁蓉种子究竟如何配比激素仍需要进一步的研究。欧阳杰等^[33],在用肉苁蓉种子诱导愈伤组织的试验中发现将种子在不同温度和时间下进行热处理,然后剥去种皮,接种于MS培养基上,只有经过较高温度处理的种子才能形成愈伤组织,其中以50℃处理1h最好,愈伤组织的产生率为25%,未经高温处理的种子不能形成愈伤组织,这与肉苁蓉的生长特性密切相关,自然条件下,肉苁蓉种子成熟后进裂,散落在沙土中,经历了沙漠中昼夜温差的变化(30~60℃),人工采集种子时,为了避免采集困难,在果实快成熟时就将果实采下,种子没有经过沙漠中自然环境的温度变化。高温处理的目的是模仿沙漠中的自然环境变化,高温处理可能对肉苁蓉种子有强烈的刺激作用,植物细胞温度被提高或称热休克(heatshock)时,植物就会暂时合成一些新的蛋白质称热休克蛋白(Hsp)。Hsp可能会刺激植物体内一些酶的产生以及诱导一些生长激素的产生,从而诱导愈伤组织的形成。试验表明,高温处理能使植物种子生理功能趋于完善,萌发性能增强^[34]。肉苁蓉组织培养的研究为在工业条件下大量分裂繁殖,累积野生植物的药物成分,提供了有价值的参考依据。

2.5.2 肉苁蓉的种子萌发特性

据内蒙古农业大学盛晋华在实验过程中发现,荒漠肉苁蓉种子靠近胚囊的珠孔端位置,有两个独立存在、完全分开、同等大小的球形原胚。并且胚率与其他单胚种子相同,TTC染色呈桃红色,活力很强。这就是肉苁蓉的双胚现象^[35]。肉苁蓉是一种多年生根寄生草本植物,正是由于这种专性的寄生特性,导致肉苁蓉种子特殊的萌发特征以及特殊的生理和形态特征。种子一般是由种皮,胚,胚乳等几部分组成。种子千粒重不到0.1g^[36],其种子成熟时胚发育不完全,无胚根、胚芽、子叶的分化,属球形原胚。胚乳包被在胚之外一般有3-5层细胞组成,提供胚萌发时所需要的营养,种皮褐色由一层木质化了的细胞构成^[37]。种子在自然环境里要经过两个冬季其胚才能完成后熟过程^[38]。完成后熟后落在寄主根附近,寄主新生的幼根根尖从肉苁蓉种子的种孔穿入种皮内,分泌化学信号物质,诱导胚细胞进入活跃状态,吸收胚乳提供的营养,在种孔端长出一个芽管状突起,即为“吸器”,并与寄主根一起由种孔端伸出种皮外,吸器前端与寄主接触处逐渐膨大,最后产生一瘤状物,随着寄主的根生长和分化,瘤状物直径达1-3mm时,其前端伸入寄主皮层内,由寄主获得营养来源后,吸器逐渐萎缩并与种皮一起脱落,而在远离寄主根部一端分化产生芽原基,以后发育为肉苁蓉植株,其茎膨大成肉质^[39,50]。

李天然等^[39,40]做过实验证明,肉苁蓉种子在无寄主的人工条件下无论用任何萌发刺激物处理均无法萌发,只有在

培养皿中呆 1-2 个月才会萌发。作者在实验中将剥去种皮和未剥去种皮的种子分别在添加了激素的培养基上培养,发现只有剥去种皮的种子才能形成吸器。盛晋华在实验中发现将种子层积处理后发现种子中的可溶性蛋白和糖的含量都有提高,赤霉素 (GA_3) 和细胞分裂素 (CAT) 含量均有提高,而脱落酸 (ABA) 变化不明显,种子的表现胚率明显增大,是形态后熟的表现^[41]。结合这些资料表明肉苁蓉萌发困难的原因很可能是多方面的,种子细小、胚发育不完全,胚乳中含有的营养物质有限、种子休眠,需要有个后熟的过程、种皮的机械阻碍、需要特定的信号物质启动萌发等都可能是影响萌发的原因。如何让肉苁蓉种子在离寄主条件下萌发,需要一些什么样的条件,又是如何与寄主识别并寄生到寄主根系上的,还需进一步深入研究。

3 肉苁蓉吸器萌发条件的研究

寄生植物只有在寄主植物存在的条件下才可以形成吸器,表明寄主分泌的某些物质可诱导吸器的发育。现在可诱导吸器发育的物质大致分成四类:类黄酮,对甲氧基酸,醌类,和细胞分裂素 (Lynn and Chang, 1990)^[42]。这些物质大多是寄主植物释放的异源识别物质,现以 2, 6-二甲氧基对苯醌 (DMBQ) 研究的较多,它可在很短时间内诱导玄参科植物吸器的萌发,但在肉苁蓉上还没有相关的报道,本试验的主要目的是研究肉苁蓉种子在有 DMBQ 和各类激素存在的条件下吸器形成的情况,为肉苁蓉种子吸器萌发提供一些理论依据。

3.1 实验材料

肉苁蓉种子由内蒙古阿拉善盟林研站提供。

激素类包括吲哚丁酸 (IBA)、赤霉素 (GA_3)、萘乙酸 (NAA)、吲哚乙酸 (IAA) 和细胞分裂素 (6-BA), 为分析纯,均为国产。

吸器诱导物质 DMBQ: sigma 公司所产

3.2 实验方法

3.2.1 培养基的配制

实验所用的培养基为 MS、1/2MS 培养基 (李合生 2002), 激素分别添加的为不同浓度的吲哚丁酸 (IBA)、萘乙酸 (NAA)、吲哚乙酸 (IAA)、细胞分裂素 6-BA、赤霉素 (GA_3)。

3.2.2 种子预处理

精选一定量饱满的肉苁蓉种子用蒸馏水冲洗多次,直到清洗液不再呈棕黄色变为无色为止。然后将肉苁蓉种子在 50℃ 的水浴锅中恒温加热一小时,然后将种子移至培养皿中,用解剖针剥离种皮,将胚放进装有润湿滤纸的培养皿中,用 0.1% 的 HgCl 消毒 1-2min, 然后用蒸馏水冲洗多遍,即可进行接种。未剥去种皮的种子加热后直接消毒即可接种。

3.2.3 实验设计

将种子接种在添加生长素 (IBA), 赤霉素 (GA_3), 细

胞分裂素 (6-BA) 的培养基上。浓度梯度分别设置为 0.1mg/L, 0.5mg/L, 1.0mg/L, 三个浓度。每皿接种 10 粒种子, 每个处理重复二次, 18℃ 下暗培养, 观察结果。

将 GA_3 浓度固定为 1.0mg/L, 6-BA 浓度固定为 0.5 mg/L。分别在 MS 培养基中添加 IBA、NAA、IAA, 将 IBA、NAA 的浓度分别设置 0.1mg/L, 0.5mg/L, 1.0mg/L 三个梯度; IAA 的浓度设置为 0.5mg/L, 1.0mg/L, 1.5mg/L 三个梯度。每瓶接种 10 粒种子, 每个处理重复二次, 18℃ 条件下暗培养, 观察结果。

激素配比为 GA_3 浓度 1.0mg/L、6-BA 浓度 1.0mg/L、IBA 浓度 0.5mg/L, DMBQ 浓度 10 μ mol。(见附图 1, 2)

实验 1: MS 和 1/2MS 培养基中添加以上三种激素。

实验 2: MS 和 1/2MS 培养基中不加任何物质。

实验 3: MS 和 1/2MS 培养基中添加 DMBQ 和以上三种激素。

每瓶接种 10 粒种子, 每个处理重复三次, 18℃ 条件下暗培养, 观察结果。

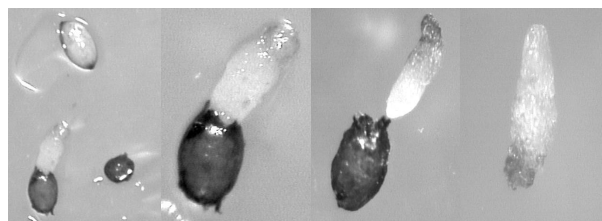
3.3 实验结果

3.3.1 不同激素对肉苁蓉种子吸器形成的影响

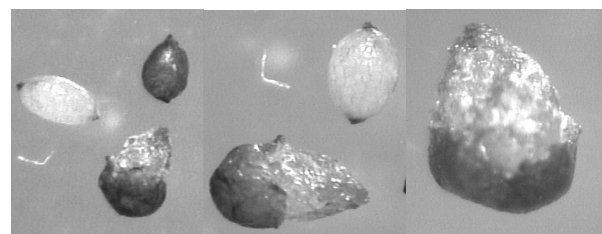
45 天左右见到赤霉素浓度为 1.0mg/L 的处理中剥去种皮的肉苁蓉种子萌发 (见图 4), 但萌发率不是很高, 其他处理均无萌发现象, 可见赤霉素在刺激肉苁蓉种子萌发上有一定的作用。有研究表明: ABA/GA 的比值小, 有利于种子的萌发。本实验在培养基中加入一定量的 GA_3 , 相对降低了 ABA 的浓度, 减小了 ABA/GA 的比值, 促进了肉苁蓉种子的萌发。带皮种子没有萌发, 可能种皮中存在有某种萌发抑制物, 具体是何种物质, 其机理如何还有待于进一步研究。

3.3.2 GA 和 6-BA 与不同生长素结合对肉苁蓉种子萌发的影响

一个月后在培养基中有肉苁蓉种子萌发产生吸器及愈伤组织。(结果见表 2 和图 5、6)



附图 1 1/2MS 培养基中添加激素和 DMBQ



附图 2 MS 培养基中添加激素

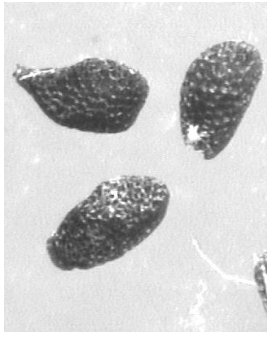


图3 带皮种子的情况



图3 去皮后添加其他激素的种子萌发情况



图4 添加 GA3 后肉苁蓉种子的萌发情况

表2 固定 GA 和 6-BA 的浓度后，不同生长素对肉苁蓉种子萌发的影响

	NAA (mg/L)			IBA (mg/L)			IAA (mg/L)		
	0.1	0.5	1.0	0.1	0.5	1.0	0.5	1.0	1.5
GA(1.0mg/L) 6-BA(0.5mg/L)	10%	20%	---	10%	20%	---	10%	---	---
GA(1.0mg/L) 6-BA(0.5mg/L)	10%	---	10%	---	10%	---	---	10%	---
平均萌发率	10%	10%	5%	5%	15%	0	5%	5%	0

由结果看出 GA、6-BA 结合生长素类物质提高了萌发率，其中 IBA 浓度为 0.5mg/L 的效果最好，萌发率达到 15%。

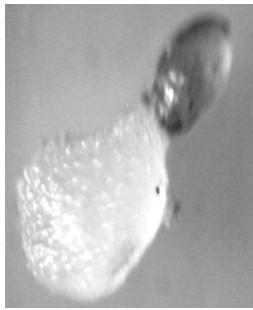


图5 GA、6-BA 与 IBA 结合对肉苁蓉种子的影响

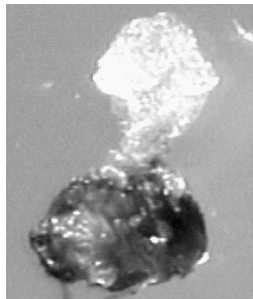


图6 GA、6-BA 与 IBA 结合对肉苁蓉种子的影响

3.3.3 DMBQ 和各种激素混合应用时对肉苁蓉种子吸器形成的影响

DMBQ 是一种诱导种子萌发的特异物质，在其他寄生

植物种子萌发过程中起明显的促进作用。本实验在培养基中添加 DMBQ 观察它是否对肉苁蓉起作用。

结果表明：不剥去种皮的种子均不萌发。DMBQ 在和激素 GA₃、6-BA、IBA 配合使用的情况下，吸器的萌发率有所提高，用 MS 培养基时平均萌发率为 6.67%，而在用 1/2MS 培养基时平均萌发率为 10%。有可能因为 MS 培养基不能满足肉苁蓉种子萌发所需的水分，而 1/2MS 培养基由于水分含量高，能够满足肉苁蓉种子萌发的要求，从而提高了萌发率（见表 3、4 和图 7、8）。

表3 MS 培养基时不同处理的实验结果（萌发率%）

MS 培养基	单独加激素		不加激素		激素与 DMBQ 混合	
	剥皮	不剥皮	剥皮	不剥皮	剥皮	不剥皮
1	10%	0	0	0	10%	0
2	0	0	0	0	10%	0
3	10%	0	0	0	0	0
平均萌发率	6.67%	0	0	0	6.67%	0

表4 1/2MS 培养基时不同处理的实验结果（萌发率%）

1/2MS 培养基	单独加激素		不加激素		激素与 DMBQ 混合	
	剥皮	不剥皮	剥皮	不剥皮	剥皮	不剥皮
1	10%	0	0	0	10%	0
2	10%	0	10%	0	10%	0
3	0	0	0	0	10%	0
平均萌发率	6.67%	0	3.33%	0	10%	0

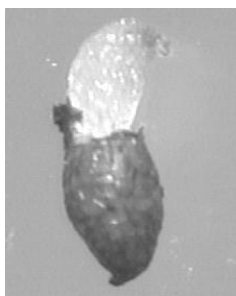


图7 MS培养基中添加激素和DMBQ

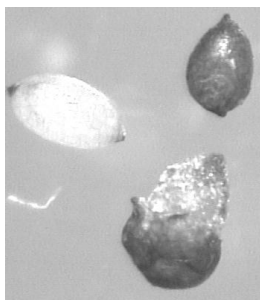


图8 MS培养基中添加激素

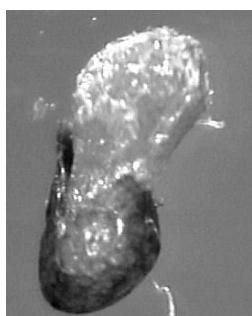


图9 1/2MS培养基中添加激素和DMBQ

3.4 讨论

寄生被子植物有一个共同的特点：能穿透寄主植物的组织，通过吸器从寄主植物获得水、碳水化合物、矿质营养^[12]。寄生植物萌发吸器的过程是寄生过程中的重要阶段，寄生植物只有在萌发形成吸器后才可能和寄主建立寄生关系。肉苁蓉种子的萌发和寄生到寄主植物体内是一个复杂的过程，由于种子细小、种皮造成的机械障碍、胚发育的不完全及缺少外源诱导物质等原因造成吸器很难突破种皮萌发。李天然等^[39, 40]做过实验证明，肉苁蓉种子在无寄主的人工条件下无论用任何萌发刺激物处理均无法萌发，本次试验在高温处理后又添加了各种激素和特异性物质 DMBQ 后萌发率有所提高，说明这个过程可能启动了萌发机制中的关键步骤。

Bergmann 等认为 GA_3 对种子的萌发是必需的^[43]，苏格尔^[44]等用水浸泡锁阳小坚果半月以上，剥去果皮用 GA_3 处理后萌发率达 90% 以上。是否是 GA_3 激活了种子的胚进入活跃状态，感觉到有特异性物质 DMBQ 的存在，启动了

萌发机制还需进一步的探讨。本次实验采用在激素 GA_3 、6-BA 和 IBA 与 DMBQ 共同处理后萌发率有了提高，实验结果可以告诉我们在激素和 DMBQ 混合处理的情况下可以提高萌发速度和萌发率，机理尚不明确。这与 Harro J Bouwmeester^[45] 的研究，即没有足够的证据说明寄生植物的萌发是由单一的或一类化合物诱导形成的结论相符。

4 结论

将各类激素 IBA, GA_3 , 6-BA 添加到 MS 培养基中的方法来观察诱导肉苁蓉种子萌发的效果，结果表明：单独使用各种激素处理时，只见 GA_3 处理的有萌发现象，其余未见萌发。带种皮的种子不萌发，可能种皮中存在有某种萌发抑制物，具体是何种物质，其机理如何还有待于进一步研究。

将 GA_3 的浓度固定在 1.0mg/L 和 6-BA 固定在 0.5mg/L 时，用不同的生长激素与之组合，结果表明 IBA 浓度是 0.5mg/L 时萌发率为 15%，说明 IBA 对肉苁蓉种子的萌发有明显的促进作用。

DMBQ 在和激素 GA_3 、6-BA、IBA 配合使用的情况下，吸器的萌发率有所提高，用 MS 培养基时平均萌发率为 6.67%，而在用 1/2MS 培养基时平均萌发率为 10%。有可能因为 MS 培养基不能满足肉苁蓉种子萌发所需的水分，而 1/2MS 培养基由于水分含量高，能够满足肉苁蓉种子萌发的要求，从而提高了萌发率。

5 研究展望

肉苁蓉是我国重要的中草药资源，应用前景十分广阔。目前在胚的形态、人工栽培和组织培养及药理作用等方面均取得了一定的成果^[25 29 32 39]，为肉苁蓉进行离体细胞或组织的液体培养，诱导其直接合成野生肉苁蓉植株所具有的生物活性物质奠定了基础，但就其基础生物学和寄生机理方面的研究还比较薄弱。由于种子细小其萌发前、萌发后的许多生理生化指标很难测定；种子不易萌发的原因尚不明确，对于如何促进胚的后熟、打破休眠、寻找刺激种子萌发的物质和萌发的适宜条件、种皮中是否含有抑制物质等问题还需进一步的研究；肉苁蓉和寄主之间是如何进行识别的，寄主根系分泌物中能诱导肉苁蓉吸器萌发的化学信号物质尚不确定，如何使肉苁蓉在脱离寄主的情况下萌发也是亟待解决的问题之一。在此基础上进一步研究调控肉苁蓉的生长发育规律，以解决实际生产中的低接种率、种子资源浪费严重和产量不高等问题也是未来研究中的主要方向。随着西部开发战略的实施，大力发展肉苁蓉种植产业和药用成分的提取加工对加强我区农业产业结构的调整，发展有特色的农业经济，保护我区沙漠地区的生态平衡具有现实而深远的意义。

参考文献

- [1] 马毓泉 内蒙古大学学报(自然科学版), 1960, (1): 61~66
- [2] 马毓泉 内蒙古大学学报(自然科学版), 1977, (1):

69~75

- [3] 何松春 中药肉苁蓉类的药源调查及原植物鉴别, 上海医科大学学报 1995年03期
- [4] 盛晋华 梭梭(*Haloxyylon ammodendron*(C.A.Mey.)Bunge)物候期的观察, 中国农业科技导报 2003年03期
- [5] 谭德远 郭泉水等 我国肉苁蓉资源状况及开发利用研究 林业资源管理2004.4 NO.2 29-32
- [6] 包金英 董占元等 内蒙古肉苁蓉开发研究现状及其对策 内蒙古林业科技 2 0 0 1 .NO.4 41—42
- [7] Matvieko M, Wojtowicz A, Wrobel R, Jamison D, Goldwasser Y, Yoder JI: Quinone oxidoreductase message levels are differentially regulated in parasitic and non-parasitic plants exposed to allelopathic quinines. *Plant* 2001, 25: 375-387
- [8] Timko MP, Florea CS, Riopel JL. Control of germination and early development in parasitic angiosperm. In Taylorson RB(ed). *Recent Advances in the Development and Germination of Seeds*. New York: Pleum Press, 1989. 225
- [9] Wolf SL, Timko MP, Analysis of in vivo protein formation and histological studies of haustorial formation in root cultures of witchweed (*striga asiatica* L.Kuntz). *J Exp Bot*, 1992, 43(225): 1339
- [10] Fer A, Russo N, Simier P et al. Physiological changes in a root hemiparasitic angiosperm, *Thesium humice*(santalaceae), before and after attachment to the host plant (*Triticum vulgare*). *J Plant physiol*, 1994, 143: 704
- [11] Chang M, Lynn DG. The haustorium and the chemistry of host recognition in parasitic angiosperms. *J Chem Ecology*, 1986, 12(2): 561
- [12] Stewart GR, Press MC. The physiology and biochemistry of parasitic angiosperms. *Ann Rev Plant Mol Biol*, 1990, 41: 127
- [13] Chang M, Netzly DH, Butler LG, Lynn DG: Chemical regulation of distance: Characterization of the first natural host germination stimulant for *Striga asiatica*. *J Amer Chem Soc* 1986, 108: 7858-7860.
- [14] 李天然 寄生被子植物的种子生理及其寄主的相互关系. 植物生理通讯, 1996. 32(6): 450-457.
- [15] John I Yoder, Host-plant recognition by parasitic Scrophulariaceae *Current Opinion in Plant Biology* 2001, 4: 359-365
- [16] 谭德远 采挖和接种肉苁蓉对梭梭群落及其生理生态的影响 学士论文, 2004年6月
- [17] 盛晋华 翟志席 郭玉海 荒漠肉苁蓉种子萌发与吸器形成的形态学研究 中草药 *Chinese Traditional and Herbal Drugs* 第35卷第9期 2004年9月 1047-1049
- [18] 胡飞 孔垂华 寄生植物对寄主植物的化学识别. 生态学报, 2003. 23 (5) 965: 971
- [19] Handan, S.S. Kinghorn, A.D., Cordeu, G.A., and Farnsworth, N.R. 1983. Plant anticancer agent XXVI. Constituents of *Peddiea fischeri*. *J. Chem. Soc. Chem. Commun.* 1975: 656-658
- [20] 李扬汉 姚东瑞 无根藤吸器发育过程的解剖组合组织化学的研究 植物学报, 1992 34 (10) 753
- [21] 姚东瑞 郑小明 黄建中等 寄生植物无根藤吸器发育过程中酸性磷酸酯酶与细胞分裂素变化的研究. 植物学报, 1994, 36 (3): 170
- [22] 黄建中, 李扬汉, 外源细胞分裂素诱导日本菟丝子形成吸器与钙调素的关系. 西北植物学报, 1991, 11: 116
- [23] Harro J Bouwmeester, Radoslava Matusova et al. Secondary metabolite signaling in host-parasitic plant interactions. *Current Opinion in Plant Biology* 2003, 6: 358-364
- [24] 戈建新, 肉苁蓉人工栽培技术---营养土种床基质栽培法, 1988年各省、市、自治区及有关部门申报国家发明奖目录[N]. 光明日报, 1988.4.29. 第二版
- [25] 郑兴国, 等. 肉苁蓉人工栽培技术研究[J] 新疆林业, 2001 (1)
- [26] 苏格尔, 李天然, 于彦珠等. 寄生植物锁阳种子萌发抑制物质的研究. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1995, 26 (5): 600
- [27] 刘基焕 药用寄生植物锁阳的生长观察 植物生理学通讯 1995年 01期
- [28] 宋文坚 影响根寄生植物列当种子萌发因素的研究 种子 2 0 0 5年 0 2 期
- [29] 吴新, 李森, 董效成等. 肉苁蓉的愈伤组织的培养[J]. 西北药学杂志, 1998, 13(3): 103-104.
- [30] 刘德华, 等. 肉苁蓉组织培养的研究[J] 湖南农业大学学报, 2003, 1 (29): 35-37
- [31] 守屋明, 唐傅英, 有马博, 等. *Cistanche*属植物组织培养研究. *Cistanche tubulosa* Wight子からのカルスのトの分化[J]. 植物组织培养, 1995,
- [32] 刘德华, 等. 肉苁蓉组织培养的研究[J] 湖南农业大学学报, 2003, 1 (29): 35-37
- [33] 欧阳杰, 王晓东, 等. 肉苁蓉愈伤组织诱导条件的研究, 中国药理学杂志, 2002, 7 (37)
- [34] 刘江华, 方新湘 加速人工种植肉苁蓉技术研究 新疆农业科学 2003年 06期
- [35] 盛晋华 肉苁蓉寄生生物学的研究, 中国农业科技导报 2004年第 6卷 (1) 57-59
- [36] 封兴明, 等. 肉苁蓉现状及其调查 [J]. 国外畜牧学——草原与畜牧 1997, 16(1) 33—34.
- [37] 马虹, 屠骊珠, 肉苁蓉胚胎学研究: II 胚和胚乳的发育[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 1997, 28 (2): 219-221
- [38] 何松春, 等. 中药肉苁蓉的药源调查及原植物鉴别 [J]. 上海医科大学学报, 1995, 22(3): 186—188
- [39] 李天然, 戈建新, 许月英等. 肉苁蓉 (*Cistanche deserticola*

- Ma) 种子萌发及与寄主梭梭的关系.内蒙古大学学报(自然科学版).1989, 20(3): 395
- [40] 许月英, 李天然, 戈建新等.寄生植物肉苁蓉种子活力测定的研究.内蒙古大学学报(自然科学版), 1993, 24(1): 95
- [41] 盛晋华、翟志席, 肉苁蓉寄生物学的研究.中国农业科技导报, 2004, 第6卷(1)
- [42] Lynn DG, Steffens JC, kamat VS et al. Isolation and characterization of the first host recognition substance for parasitic angiosperms. J Am Chem soc, 1981, 103: 1868
- [43] Bergmann C, Wegmann K, Frischmuth K et al. Stimulation of *Orbanche crenata* seed germination by (+) strigol and structure analogues. J Plant Physiol, 1993, 142:338
- [44] 苏格尔, 李天然, 于彦珠等.寄生植物锁阳种子萌发抑制物质的研究.内蒙古大学学报(自然科学版), 1995, 26(5): 600
- [45] Harro J Bouwmeester, Radoslava Matusova et al. Secondary metabolite signaling in host-parasitic plant interactions. Current Opinion in Plant Biology 2003, 6: 358-364
- [46] 申建波, 张福锁.根分泌物的生态效应.中国农业科技导报, 1999, 1(4): 21-27

The Mechanism of New Agricultural Technology Extension Models in Enhancing the Production Efficiency of Smallholder Farmers

Husheng Zhang

Liangcheng County Bureau of Agriculture, Animal Husbandry, and Science & Technology, Ulanqab, Inner Mongolia, 013750, China

Abstract

With the continuous advancement of agricultural modernization, improving the agricultural production efficiency of smallholder farmers has become a key issue in enhancing agricultural development and promoting rural economic growth. Although traditional agricultural technology extension models have contributed to increased agricultural productivity to some extent, they face a series of challenges, including delayed information dissemination, limited service content, and low farmer participation. In recent years, the emergence of new agricultural technology extension models has provided novel pathways for enhancing the production efficiency of smallholder farmers. By incorporating digital technologies, professional service teams, and multi-stakeholder collaboration mechanisms, these new models can offer more precise and efficient technical support to smallholder farmers, fostering continuous improvement and innovation in their agricultural practices. This paper begins by examining the essence of new agricultural technology extension models, analyzes their operational mechanisms and specific impacts on the production efficiency of smallholder farmers, and aims to provide theoretical foundations and practical references for optimizing future agricultural extension systems and advancing smallholder agricultural modernization.

Keywords

new agricultural technology extension; agricultural production efficiency; smallholder farmers; technical support; agricultural modernization

新型农技推广模式对提升小农户农业生产效率的作用机制

张虎胜

凉城县农牧和科技局, 中国·内蒙古 乌兰察布 013750

摘要

随着农业现代化进程的不断推进, 如何提高小农户的农业生产效率, 成为提升农业发展水平和促进农村经济发展的关键问题。传统的农技推广模式虽然在一定程度上推动了农业生产力的提升, 但面临着信息传递滞后、服务内容单一、农民参与度低等一系列问题。近年来, 新型农技推广模式的兴起, 为提升小农户农业生产效率提供了新的路径。通过数字技术、专业服务团队的加入, 以及多方合作机制的构建, 新型农技推广模式能够为小农户提供更加精准和高效的技术支持, 促进其在农业生产中的持续改进与创新。本文从新型农技推广模式的内涵入手, 分析其作用机制及对小农户农业生产效率提升的具体影响, 旨在为未来农技推广体系的优化与小农户农业现代化提供理论依据和实践参考。

关键词

新型农技推广; 农业生产效率; 小农户; 技术支持; 农业现代化

1 引言

小农户在全球农业生产中占有重要地位, 尤其在我国的农民和小农户的生产活动仍占据着农业总产出重要份额。然而, 由于受限于生产条件、技术应用、信息获取等多方面因素, 小农户的农业生产效率一直较低。传统的农技推广模

式在一定程度上未能有效解决这些问题, 导致农业生产技术的传播受限, 农民的生产水平提升缓慢。近年来, 随着信息技术、互联网技术以及多方合作模式的发展, 新型农技推广模式逐渐被提出并应用于农村地区。这种模式不仅强调技术的推广, 更注重农民与科技服务的互动与参与, 利用现代信息技术手段优化农业服务, 推动农业现代化。新型农技推广模式通过精准的技术传递与广泛的服务覆盖, 能够为小农户提供更高效的支持, 从而在更大范围内提升农业生产效率。因此, 研究新型农技推广模式对提升小农户农业生产效率的作用机制, 具有重要的理论意义和实践价值。

【作者简介】张虎胜(1974-), 男, 中国内蒙古乌兰察布人, 本科, 副高级(高级农艺师), 从事农学、农技推广研究。

2 新型农技推广模式的内涵与特征

新型农技推广模式是基于传统农业技术推广体系的一种创新，它借助现代科技手段和新型服务机制，以提高农民生产能力、推动农业技术创新和促进农业可持续发展为目标。该模式的核心在于通过综合性、系统性的技术支持，帮助小农户实现从单纯依赖生产技术到综合利用资源、优化生产过程、提高经济效益的转变。

2.1 数字化农技推广

数字化技术的引入使农技推广突破了传统的单向信息传递模式，通过大数据、物联网等技术手段，实现农业技术的精准推广。数字化农技推广不仅能够通过网络平台实时传递信息，还能够通过智能化的设备为小农户提供个性化的技术方案。例如，通过基于农业气象数据和土壤分析的智能决策系统，农民可以根据具体的气候条件和土壤质量调整种植策略，优化农作物的种植和管理，提升农业生产的精准度和效率。

2.2 多方协同服务模式

新型农技推广模式强调多方合作，包括政府部门、农业科研机构、农业企业以及农民之间的协同合作。通过整合多方面的资源，形成农技推广的合力，构建全方位、立体化的技术服务网络。这种模式能够增强农民的参与感和获得感，提升农技服务的覆盖面和效率。以农民合作社为载体，组织农业专家、技术人员和市场需求方共同参与农技推广，为小农户提供全程服务，帮助他们解决在生产过程中遇到的技术问题，从而促进农业生产的提质增效。

2.3 精准扶贫与定制化技术服务

精准扶贫是新型农技推广模式的另一显著特征。不同地区的小农户面临不同的农业生产挑战，因此，推广的技术需要根据当地的农业特点和小农户的具体需求进行定制化服务。通过农技推广服务团队的走访调研，为农户量身定制符合其生产条件的技术方案，不仅能够提升农民的生产效益，还能促进农业生产效率的提升。

3 新型农技推广模式对小农户农业生产效率提升的作用机制

新型农技推广模式的实施是推动农业现代化的关键措施之一，尤其在提升小农户的农业生产效率、促进绿色农业发展、增强农民的自主创新能力等方面发挥了重要作用。传统的农业生产方式面临着多重挑战，如生产效率低、技术水平差异大、资源浪费严重等问题，而新型农技推广模式通过信息化、数字化和智能化手段，改变了这一局面。以下将从三个方面详细探讨新型农技推广模式对小农户农业生产的积极影响。

3.1 提供精准技术支持，优化生产过程

传统农技推广模式往往存在着“单一化”和“粗放型”的问题，无法根据不同地区、不同农田条件提供个性化的技

术方案。而新型农技推广模式则通过信息技术和数字化工具的广泛应用，能够为小农户提供更加精准、个性化的技术支持。精准农业技术可以根据农田的土壤类型、气候条件、作物生长状况等因素，量身定制相应的技术方案，避免传统农业模式中普遍存在的技术“一刀切”问题。

例如，在施肥技术上，传统的施肥方式通常采用固定的肥料配方，可能造成土壤养分过剩或不足，从而影响作物生长。而新型农技推广模式通过精准施肥技术，根据土壤肥力的具体情况进行数据分析，确保施肥量适中，不仅能提高土壤的生产力，避免资源浪费，还能提高作物的产量与质量。此外，通过遥感技术和地理信息系统（GIS）等工具，农民可以实时监控农田的生长情况，及时调整种植策略，最大限度地提高农田的生产效率。

精准技术的支持使得小农户不再依赖经验型农业生产，而是能够借助先进的技术方案，合理规划农田的种植与管理。这种精准化的技术支持不仅提高了生产效率，还能够减少农业资源的浪费，从而实现高效、可持续的农业发展。

3.2 提升农业生产知识与能力，增强农民自主创新能力

新型农技推广模式强调通过培训和互动交流的方式，提升农民的农业生产知识和技术能力，进而增强其自主创新的能力。在过去的农业生产中，由于技术信息的传播渠道有限，农民往往只能依赖传统的经验进行生产操作，难以接触到最新的农业技术和管理方法。而新型农技推广模式通过线上与线下相结合的方式，极大地拓宽了农民的学习和获取信息的途径。

线上平台可以为农民提供随时随地访问的技术支持，农民可以通过手机、电脑等设备，获取最新的农业技术资讯、学习先进的农业生产模式，甚至在线与专家进行互动交流。这种方式打破了时空限制，极大地提升了农民的学习效率和技术水平。例如，农民可以通过观看视频教程、参与在线讲座等方式，学习到精准施肥、病虫害防治、作物轮作等专业知识，提高其实际操作能力和创新能力。

线下培训则可以通过现场指导和实践操作，帮助农民更好地理解 and 掌握新技术。通过定期的培训班、示范田现场讲解等形式，农民能够在实际操作中逐步积累经验，提升技能水平。尤其在农村地区，许多农民可能面临着教育资源不足的问题，而新型农技推广模式通过多样化的培训形式，不仅让农民获得知识，还增强了他们对新技术的接受度和创新意识。

通过提高农民的技术能力，不仅能够提升短期的生产效率，还为农业的可持续发展打下坚实的基础。农民能够在掌握先进技术的基础上，探索适合自身生产情况的创新方式，提高农业生产的自主性，推动农业生产方式的转型升级。

3.3 促进农业生产的绿色转型，提升环境效益

农业生产的绿色转型是当今农业发展的重要趋势之一，

传统的农业生产方式过度依赖化肥、农药等高投入、高消耗的方式，导致了资源浪费和环境污染。新型农技推广模式通过引导农民采用更加环保、可持续的农业生产方式，推动了农业的绿色转型，减少了对环境的负面影响。

新型农技推广模式不仅仅关注单一的产量提升，更注重农业生产方式的可持续性。例如，在推广过程中，农民可以学习到生态种植技术、农药使用规范、有机肥料的使用方法等。这些技术能够帮助农民减少对环境的污染，同时提升土壤肥力和水资源的利用效率。通过推动生态农业和有机农业的推广，减少了传统农业生产中对化肥和农药的过度依赖，降低了水体污染和土壤退化的风险。

此外，新型农技推广模式还推动了农业生产与生态环境的协调发展。农民通过采用生物防治、轮作等技术，减少病虫害的发生，提高作物的抗逆性，降低化学品使用的需求。与此同时，通过推广水肥一体化技术和节水灌溉技术，农民能够更高效地利用水资源，减少农业用水浪费，提升农业的水资源利用率。

绿色农业不仅能够提高生产效率，还能有效改善农业生态环境，为农业的长期可持续发展提供保障。通过新型农技推广模式，农民逐步转向低碳、环保、生态的农业生产方式，不仅能够提升农产品的质量和市场竞争力，还能为保护生态环境和实现绿色发展贡献力量。

4 新型农技推广模式实施中的挑战与对策

虽然新型农技推广模式在提升小农户农业生产效率方面展现出了较大的潜力，但在实际推广过程中仍面临一些挑战。

4.1 农民接受度与参与度问题

新型农技推广模式虽然在技术支持和服务方面具有明显优势，但农民的接受度和参与度问题仍是推广过程中的一大难题。由于部分农民缺乏对新技术的了解或存在传统思想的束缚，导致他们对新型农技推广模式的接受度较低。为了克服这一问题，推广方需要通过宣传、培训、示范等方式，增强农民对新技术的认知和接受度。同时，可以通过提供示范点和试点项目，让农民通过亲身体验新技术的实际效果，增加他们的信任感和参与积极性。

4.2 信息技术与服务体系的完善

新型农技推广模式高度依赖信息技术，特别是数字化平台和数据分析技术。在一些农村地区，由于信息基础设施的薄弱和互联网普及率低，农民难以获得及时有效的技术支持。为此，政府和相关部门应加大对农村信息基础设施的投入，提升农村地区的信息化水平。此外，还需要完善农技推广服务体系，加强服务人员的培训，确保其具备足够的技术水平和服务能力。

4.3 资金投入与政策支持不足

尽管新型农技推广模式具有较高的效益，但其实施仍

需要较高的资金投入。在一些经济相对薄弱的地区，农民和地方政府可能面临资金不足的问题。因此，政府应加大财政投入，通过政策激励和资金支持，促进新型农技推广模式的推广和普及。此外，金融机构也可以创新金融产品，为农民提供低息贷款，帮助他们购买先进的农业设备和技术服务。

5 结语

新型农技推广模式通过精准的技术支持、多方协同服务和绿色转型等多方面的措施，显著提升了小农户的农业生产效率，推动了农业现代化进程。这一模式通过数字化技术的应用，为小农户提供了定制化、精准化的技术服务，帮助他们根据自身的土地条件、气候特征以及作物需求制定具体的生产方案，从而优化了生产过程，提高了农业生产的效率。此外，绿色转型的推广使得农民能够逐步转向更加环保和可持续的生产方式，减少了对资源的浪费，提高了土壤肥力和水资源的利用效率，促进了生态农业的发展。

然而，在实施过程中，这一新型模式仍面临着一些挑战。首先，农民的接受度和技术掌握能力参差不齐，部分农民可能对新技术持怀疑态度，缺乏足够的信任和学习动力。其次，信息技术和服务体系的完善程度在不同地区存在差异，尤其是在农村地区，信息网络覆盖、设备设施的普及等方面仍有很大提升空间。再者，资金投入问题也是限制模式推广的重要因素，尤其对于小农户来说，初期投入较高的技术和设备费用可能成为较大的负担。

随着信息技术的进步和农村基础设施的改善，未来新型农技推广模式有望在更广泛的范围内得到推广。通过政府和社会各界的支持，逐步完善相关服务体系和技术培训机制，可以进一步提升小农户的生产效率，推动农业的可持续发展，并促进农业现代化进程的深入推进。在实现农民收入增长的同时，还能促进农村经济的繁荣，推动社会的整体发展。

参考文献

- [1] 温丽, 周丽娟, 曾欢. 科技创新引领下现代农业发展转型策略研究——以徐闻县南山镇为例[C]//中国城市规划学会, 合肥市人民政府. 美丽中国, 共建共治共享——2024中国城市规划年会论文集(20乡村规划). 广东省城乡规划设计研究院科技股份有限公司; 广州匠城规划设计有限责任公司; 华南理工大学建筑学院; 2024: 2151-2163.
- [2] 刘涛, 叶光林. 农业科技现代化助力现代农业发展的意义、问题及路径[J]. 中共郑州市委党校学报, 2024, (04): 68-74.
- [3] 王成功. 瓦房店市小农户融入现代农业发展路径研究[D]. 大连海洋大学, 2024.
- [4] 陆倩倩. 精准扶贫背景下农业技术推广多元主体模式研究[D]. 江西财经大学, 2020.
- [5] 唐进. 农民专业合作社开展农业技术推广的能力系统研究[D]. 四川农业大学, 2023.

Foot-and-Mouth Disease Epidemiological Survey Report In Yanjin County

Jing Chen¹ Ying Chen²

1. Yanjin Animal Husbandry and Veterinary Station, Yanjin, Yunnan, 657500, China

2. Zhaotong Animal Husbandry and Veterinary Technology Extension Station, Zhaotong, Yunnan, 657000, China

Abstract

Foot-and-mouth disease (FMD) is caused by the foot-and-mouth virus and primarily affects cloven-hoofed animals, such as pigs, cattle, and sheep. It is an acute, febrile, highly contagious zoonosis, with strong infectivity and high incidence rates. It endangers human and animal health and life, causing significant economic losses, severely hinders the healthy development of the entire livestock industry. The author investigates and analyzes the prevalence of foot-and-mouth disease from 2022 to 2024 across the county. Based on the survey results, corresponding prevention and control measures are proposed to better guide future foot-and-mouth disease prevention and control work in the county.

Keywords

foot-and-mouth disease; epidemiology; immune antibody monitoring; prevention control measures

盐津县口蹄疫流行病学调查报告

陈静¹ 陈英²

1. 盐津县畜牧兽医站, 中国·云南 盐津 657500

2. 昭通市畜牧兽医技术推广站, 中国·云南 昭通 657000

摘要

口蹄疫是由口蹄疫病毒引起, 主要侵害猪、牛、羊等偶蹄动物的一种急性、热性、高度接触性人畜共患病, 传染性很强, 发病率高。不仅危害人畜健康与生命, 造成重大的经济损失, 还对整个畜牧业的健康发展造成极大的阻碍。笔者对全县2022年至2024年口蹄疫流行情况进行了调查分析, 根据调查结果, 提出相应的防控措施, 以便今后更好地指导全县口蹄疫疫病防控工作。

关键词

口蹄疫; 流行病学; 免疫抗体监测; 防控措施

1 引言

口蹄疫是由口蹄疫病毒引起猪、牛、羊和其他野生偶蹄动物等的一种急性、热性、高度接触性传染病。患病动物的口腔黏膜、蹄部和乳房皮肤常发生水疱性疹, 破溃形成烂斑^[1]。人和其他非偶蹄动物也可感染此病, 但症状不明显。

FMDV 主要有 O 型、A 型、C 型、亚洲 1 型、南非 1 型、南非 2 型、南非 3 型 7 个血清型, 和 65 个以上亚型, 各血清型中亚型不同的血清型抗原性也有不同, 主型相同的不同亚型之间也只有部分交叉免疫性, 但它们能引起相似的症状^[2]。口蹄疫可引起大规模的流行, 造成重大经济损失, 严重威胁

着畜牧业的发展, 我国将其列为一类动物疫病^[3]。为了解 O 型 /A 型口蹄疫疫苗在我县的应用情况及效果, 及时掌握全县口蹄疫疫病的流行规律和疫情动态, 作者对盐津县十个乡镇 2022 年 -2024 年间猪、牛、羊进行了口蹄疫免疫抗体监测调查, 调查结果如下:

2 流行病学

总结盐津县以往口蹄疫发生的流行特点, O 型占主导地位, A 型次之。口蹄疫病毒多分布于牲畜的水疱、皮内、淋巴液中。在发热期, 血液内含病毒量最高, 退热后, 在奶水、尿液、唾液、粪便等都含有一定量的病毒。病毒对外界环境的抵抗力很强。在自然条件下含毒的组织和污染的饲料、饲草、皮毛及土壤等可保持传染性达数星期至数月之久, 病毒在低温和有蛋白质保护的条件下(如冻肉等)能长期存活。骨髓、淋巴结内不易产酸, 病毒能存活多年。酸和碱对病毒的杀灭作用很强。幼畜如新生犊牛、羔羊对口蹄疫病毒最易感, 发病率 100%, 并引起 80% 以上的幼畜死亡。

【作者简介】陈静(1991-), 女, 中国云南盐津人, 兽医师, 从事动物疫病防控及实验室监测研究。

【通讯作者】陈英, 女, 高级兽医师, 从事动物疫病防控及实验室监测研究。

本病多发生于冬季，春秋季次之，夏季基本不发生。口蹄疫流行快、传播广、发病急、危害大，疫区发病率可达50%—100%，犊牛死亡率较高，其他则较低，其传播方式多样，且具有一定的周期性。在自然流行中以偶蹄兽牛尤其是犊牛对口蹄疫病毒最易感，骆驼、绵羊、山羊次之，猪也可感染发病。此病较易从一种动物传到另一种动物。

患病动物和带毒动物为本病主要传染源。传播途径主要包括直接接触传播、间接接触传播、呼吸道传播等，且空气也是重要的传染媒介可导致远距离传播。直接接触传播可发生在动物和动物之间、动物和人之间，如人直接接触病畜乳汁、唾液、粪便、水泡液；同群健康畜和病畜直接接触感染。间接传播主要指媒介物机械性带毒造成的，主要借助污染的工具和用具，其中畜产品是最有流行病学意义的媒介体^[4]。

3 调查情况

3.1 调查时间

2022年3月至2024年11月。

3.2 调查范围

云南省昭通市盐津县辖区十个乡镇。

3.3 调查目的

评估畜群免疫效果，掌握群体免疫状况，了解口蹄疫发病与分布情况，查找传播风险因素。

3.4 调查对象

随机抽查全县十个乡镇七十八个行政村的猪牛羊。

3.5 调查方法及结果

县属十个乡镇全覆盖抽查，通过查免疫卡、电子免疫档案等方式进行了免疫信息调查；另外每年每个乡镇各采集猪血清20份，牛血清20份，羊血清随机，应用酶联免疫竞争实验对猪牛羊血清进行口蹄疫免疫抗体监测，抗体S/N值≥0.4判定为合格。

调查结果表明，我县猪O型口蹄疫免疫合格率由2022年的78%提高到2024年的90%；牛O型口蹄疫免疫合格率由2022年的75%提高到2024年的92%；羊O型口蹄疫免疫合格率由2022年的69%提高到2024年的71%；牛A型口蹄疫免疫合格率由2022年的70%提高到2024年的80%；羊A型口蹄疫免疫合格率由2022年的42%提高到2024年的46%；详见表1、表2。

表1 盐津县2022年—2024年猪牛羊O型口蹄疫抗体监测结果

乡镇	2022年					2023年					2024年				
	畜别	存栏数	样品数	合格数	合格率 %	畜别	存栏数	样品数	合格数	合格率 %	畜别	存栏数	样品数	合格数	合格率 %
盐井	猪	33922	20	20	100%	猪	34140	20	17	85%	猪	33774	20	19	95%
	牛	3310	20	10	50%	牛	4470	20	20	100%	牛	4414	20	20	100%
普洱	猪	51515	20	16	80%	猪	41922	20	16	80%	猪	36695	20	18	90%
	牛	2372	20	14	70%	牛	2309	20	20	100%	牛	2175	20	20	100%
	羊	886	20	16	80%	羊	597	20	6	30%	羊	778	19	13	68%
豆沙	猪	22796	20	15	75%	猪	21341	20	18	90%	猪	20161	20	20	100%
	牛	2596	20	16	80%	牛	2725	20	10	50%	牛	2683	20	16	80%
中和	猪	28079	20	18	90%	猪	26310	20	18	90%	猪	25919	20	18	90%
	牛	1760	20	19	95%	牛	2601	20	15	75%	牛	2853	20	15	75%
	羊	2615	27	27	100%	羊	58	25	24	96%	羊	100	24	21	88%
兴隆	猪	25507	20	10	50%	猪	25507	20	17	85%	猪	24037	20	18	90%
	牛	4570	20	9	45%	牛	6334	20	19	95%	牛	6627	20	18	90%
	羊	865	20	16	80%	羊	809	20	16	80%	羊	814	24	24	100%
落雁	猪	15178	20	11	55%	猪	15689	20	15	75%	猪	14858	20	18	90%
	牛	1305	20	15	75%	牛	2100	20	20	100%	牛	2261	20	20	100%
	羊	446	20	13	65%	羊	461	10	3	30%	羊	462	19	10	53%
滩头	猪	21018	20	18	90%	猪	21326	20	16	80%	猪	20442	20	16	80%
	牛	2613	20	16	80%	牛	3442	20	14	70%	牛	3302	20	18	90%
	羊	565	20	7	35%	羊	576	20	2	10%	羊	592	24	10	42%
牛寨	猪	27721	20	18	90%	猪	26225	20	19	95%	猪	24212	20	16	80%
	牛	5020	20	17	85%	牛	6257	20	20	100%	牛	6540	20	17	85%
	羊	628	30	21	70%	羊	782	30	28	93%	羊	811	23	23	100%
庙坝	猪	48185	20	19	95%	猪	44339	20	18	90%	猪	41987	20	16	80%
	牛	8189	20	15	75%	牛	9484	20	14	70%	牛	10967	20	20	100%
	羊	286	20	8	40%	羊	390	20	8	40%	羊	558	17	5	29%
柿子	猪	21787	20	11	55%	猪	21792	20	18	90%	猪	20441	20	20	100%
	牛	1706	20	19	95%	牛	2177	20	18	90%	牛	1966	20	20	100%

表2 盐津县2022年-2024年牛羊A型口蹄疫抗体监测结果

乡镇	2022年					2023年					2024年				
	畜别	存栏数	样品数	合格数	合格率 %	畜别	存栏数	样品数	合格数	合格率 %	畜别	存栏数	样品数	合格数	合格率 %
盐井	牛	3310	20	10	50%	牛	4470	20	20	100%	牛	4414	20	20	100%
普洱	牛	2372	20	20	100%	牛	2309	20	19	95%	牛	2175	20	18	90%
	羊	886	20	4	20%	羊	597	20	1	5%	羊	778	19	7	37%
豆沙	牛	2596	20	9	45%	牛	2725	20	16	80%	牛	865	20	16	80%
中和	牛	1760	20	19	95%	牛	2601	20	10	50%	牛	2853	20	15	75%
	羊	2615	27	13	48%	羊	58	25	15	60%	羊	100	24	14	58%
兴隆	牛	4570	20	2	10%	牛	6334	20	10	50%	牛	6627	20	16	80%
	羊	865	20	19	95%	羊	809	20	12	60%	羊	814	24	19	79%
落雁	牛	1305	20	13	65%	牛	2100	20	17	85%	牛	2261	20	15	75%
	羊	446	20	4	20%	羊	461	10	0	0%	羊	462	19	3	16%
滩头	牛	2613	20	12	60%	牛	3442	20	8	40%	牛	3302	20	16	80%
	羊	565	20	3	15%	羊	576	20	0	0%	羊	592	24	8	33%
牛寨	牛	5020	20	19	95%	牛	6257	20	18	90%	牛	6540	20	14	70%
	羊	628	30	23	77%	羊	782	30	22	73%	羊	811	23	17	74%
庙坝	牛	8189	20	15	75%	牛	9484	20	10	50%	牛	10967	20	12	60%
	羊	286	20	0	0%	羊	390	20	0	0%	羊	558	17	1	6%
柿子	牛	1706	20	20	100%	牛	2177	20	16	80%	牛	1966	20	18	90%

3.6 分析与讨论

从群体免疫情况来看,应免疫率均达到98%以上,说明了全县口蹄疫免疫工作整体到位。从监测结果来看猪牛羊O型口蹄疫抗体合格率平均为2022年74%、2023年79%、2024年85%,畜群处于有效保护期内,发生疫病的概率很小;牛A型口蹄疫抗体合格率为2022年70%、2023年72%、2024年80%,牛群也处在有效保护期内。

免疫次数与抗体合格率呈正相关。从实验数据和现场流行病学调查来看,疫苗免疫次数多的,抗体合格率相对高。经过二免或加强免疫的畜群抗体合格率明显高于只免疫一次的。

抽检羊血清均来源于散养户,抗体合格率相对于猪牛抗体合格率偏低,这可能与盐津县独特的山区地形条件有关。盐津属典型的山区县,山地面积占总面积的99.92%。境内重峦叠嶂、山势陡峭、沟壑纵横,喀斯特地貌特征明显,辖区内适合放养山羊,不适合圈养,这使得防疫工作存在一定的交通障碍。

同一乡镇不同年份的抗体水平参差不齐,同一年份不同畜种群之间的抗体水平也存在差异。

今后的防疫工作中,羊口蹄疫防疫应纳入重中之重,应加大监测力度,并根据监测结果,针对性的开展免疫接种。

4 防控措施

加强组织领导,群防群控。多部门联防联控协作,贯彻预防为主方针和遵照“早、快、严、小”的原则,采取综合性防疫措施。

免疫预防。根据本地流行毒株针对性选择疫苗进行免

疫接种。

严格执行各项生物安全措施,定期做好消毒、驱虫、灭鼠等工作。粪污、污水及污染物做好无害化处理。

夏季做好防暑降温,消灭蚊蝇工作,冬季做好保暖工作。

针对已经发病的畜群,最好伤口处理,经常用高锰酸钾消毒,注意加强营养,精心护理,防治因外伤引起的病情加重,注意保暖;受威胁的畜群选择匹配毒株的口蹄疫疫苗立即进行紧急免疫接种。

严格执行检疫手续,制定完善的免疫监测计划。

参考文献

- [1] 殷震,刘景华动物病毒学[M].2版,北京:科学出版社,1997.
- [2] 田波.国家口蹄疫防控战略需求与口蹄疫标记疫苗[J].兽医导刊,2020(19):3.
- [3] 张利平,班付国,方先珍,等.河南省部分猪场猪口蹄疫血清抗体检测[J].现代牧业,2020,4(3).
- [4] 黄思琼,肖志豪,上官林梅,等.福建规模化猪场O/A型猪口蹄疫病毒免疫抗体的检测与分析[J].今日畜牧(12):2.
- [5] 杨苏珍,李清州,张改平,等.口蹄疫诊断技术研究进展[J].河南农业科学2009(10):36-38.
- [6] 倪卫忠,孙泉云.动物对口蹄疫病毒的免疫应答及口蹄疫疫苗的质量评估[J].现代农业科技,2008(16):273-274.
- [7] 陈妍,田宏,吴锦燕,等.口蹄疫病毒各血清型的世界分布规律[J].中国兽医科学,2011,41:715-717.
- [8] 袁丽,郭凤英,春季猪口蹄疫病的发生与防治,现代农业科技,2011(5):347-348.
- [9] KITCHING R P.Foot and mouth disease:current world situation[J].Vaccine,1999,17:1772-1774.

- [10] 张永光, 刘湘涛, 朱长光, 等.2006年蹄疫发生趋势预测分析及其防控对策[J].中国兽医科学, 2007, 37:619-622.
- [11] Gareth Davies. The foot and mouth disease (FMD) epidemic in the United Kingdom 2001.
- [12] *Comparative Immunology, Microbiology& Infectious Diseases* 25 (2002)331-343.
- [13] Gamer M G, Becket S D. Modelling the spread of foot-and-mouth disease in Australia [J]. *Australia Vet J*, 2005,83: 758-766.