

世界农业经济研究

RESEARCH ON WORLD AGRICULTURAL ECONOMY

Volume 6 Issue 4 December 2025 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

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

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



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 水稻育秧抛秧丰产栽培技术要点与管理措施
/ 徐飞
- 4 扁柏醇研究进展
/ 刘冬 胡君一
- 7 蔬菜种植中化学防控技术的减量增效应用研究
/ 林靖东 董兴良
- 10 现代生物技术在林业育种中的技术优势与挑战分析
/ 张玉娟
- 13 青稞种植期间常见病虫害与防治策略研究
/ 次仁旺扎
- 16 众邦水产石斑鱼全周期育苗技术体系构建与应用
/ 滕富强 王涛 黄书道 安丰太 卢晓玲
- 19 化肥减量与微生物菌剂配合施用对水稻生长和生物量的影响研究
/ 陈成锦 裴志强
- 22 基层养猪常见疾病及防控方法研究
/ 于自民
- 25 不同密度下池塘循环水养殖模式对草鱼生长性能及水质的影响
/ 张克华
- 28 农业社会化服务对小农户现代化发展的作用路径研究
/ 陈丹 韩永雷
- 31 燕麦活性成分保健功能机制研究分析
/ 刘栋梁
- 35 养殖废弃物循环利用促进农业先进产品创新的机制与实践——以猪场为例
/ 邹晓芬
- 38 戈壁砾石区酿酒葡萄栽培建园技术初探
/ 王秀梅 杨小平 吴琼琼 李孟尧 王雨
- 41 浅析林业育苗技术及未来展望
/ 曹魏
- 44 农产品电子商务平台建设对农民收入增长的影响
/ 周帅
- 47 探讨大球盖菇大棚栽培方法与管理对策
/ 张宇微
- 50 大球盖菇大棚地栽高产管理策略思考
/ 赵学双
- 53 基层农业技术推广体系存在的问题及改进措施
/ 字宏 李光云
- 56 天然林生态系统管护的关键技术与可持续发展研究
/ 李永生
- 59 不同树种混交林对土壤养分改善及林木生长的影响研究
/ 马福元
- 62 顿丰圭对空气中 CO₂ 保存年限的影响研究
/ 康权 彭汇涵 程慧敏
- 65 乡村振兴背景下农村闲置农房盘活模式与成效研究——基于天长市龙岗社区的案例分析
/ 黄宗玉
- 68 水肥高效利用对烤烟产质量和经济效益的影响
/ 刘喜庆 封卫平 马云明 陈刚亮 余赞
- 71 “烟稻轮作”模式下的杂交水稻制种产业可持续发展路径——以尤溪县杂交水稻制种产业发展为例
/ 陈家威
- 74 畜牧养殖产业链中疫情风险点识别与防控机制建立
/ 韩记明
- 77 基于林业生态安全的森林草原防火管理策略思考
/ 郝利红
- 80 牦牛布鲁氏菌病流行现状与综合防控措施研究
/ 仁青先吉
- 83 猪圆环病毒 2 型 Cap 蛋白单克隆抗体制备和应用
/ 潘晓梅 程兰玲 王遵宝 毛丽萍 贺笋
- 87 气候变化对主要粮食作物产量影响分析
/ 王伟
- 90 绿色农业经营主体的培育策略与实践评估
/ 尹任荣 梁金全 陈集良
- 93 乡村振兴背景下家庭农场经营模式创新探讨
/ 陈建平 陈浩章 李嘉威
- 96 不同氮肥运筹模式对冬小麦产量及氮肥利用效率的影响
/ 赵俊锋
- 99 乡村振兴背景下农业经济管理存在的不足及完善建议
/ 袁正阳 张建军
- 102 有机蔬菜栽培土壤的培肥技术要点研究
/ 张娟
- 105 河南省甘薯产业联盟建设的战略意义与发展路径
/ 康志河 李金仓
- 108 冀南地区玉米高产栽培技术研究
/ 郭印
- 111 新形势下农村集体经济发展策略分析
/ 薛梦莹
- 114 绿色农业种植技术推广及病虫害防治措施
/ 王雪玲
- 117 水稻耐盐碱基因挖掘与功能分析
/ 田平坤
- 120 耐盐碱作物种质创新与育种实践
/ 苏顶勋 苏晴
- 123 烤烟新品种贵烟 20 繁种技术研究

- / 薛晓兵 赵会纳 管昌杰 王轶 李建伟
- 126 基于主成分分析的银川城郊果园土壤肥力综合评价
/ 解艳玲 陈永伟 马文礼 王昊 尹志荣
- 132 不同水肥组合滴灌对黄花菜产量及土壤水分的影响
/ 李子龙
- 135 油菜水肥一体化初探
/ 王建林 胡峻 陈芳 张广红 李关兰
- 138 油菜绿色高产高效安全技术方案实施结果的调查
/ 鲁君明 杨新涛 杨佩星 许源源 张飞翔
- 141 寻甸肉牛产业“区块链+物联网融合架构”实践探讨
/ 马真明 李正龙 陈忠州 刘明强
- 144 大兴安岭人工林有害生物生物防治技术与生态效益评估
/ 张丽
- 147 小农户与现代农业发展有机衔接的路径模式与政策支持体系
/ 王斌文
- 150 浅析石屏县特早熟杨梅的栽培与管理技术
/ 黄保德
- 154 不同浓度 PVP/CMC 成膜剂对番茄种子萌发的影响
/ 赵新梅 孙丽芬 秦永华 李吉龙 沈永林
- 157 数字技术赋能下农业技术推广效率提升路径及实证研究
/ 张振启
- 160 基于 GEE 的土地利用分类特征优选研究
/ 范欢 李锐 姚慧 马一 侯维海
- 168 浅谈德保矮马
/ 赖景涛
- 172 不同种植密度对春玉米产量及抗倒伏性的影响研究
/ 王晓东
- 175 乡村产业振兴战略下鼎城区特色油茶产业高质量发展路径探索
/ 李婷
- 178 蛋鸡钙缺乏症的发生机制与综合防治技术研究
/ 王鹏 张勇 聂甜 杨玉华 欧勇刚
- 181 青贮专用玉米在黄河三角洲盐碱地的推广路径与实践优化
/ 刘晓吉 马文健 尚小宁 郭时金 李新
- 185 乡村振兴背景下农机农艺融合与农机化推广协同机制研究
/ 雷文锦
- 188 新能源农业机械动力系统的研发与节能效益分析
/ 王子萌

- 1 Key points and management measures of high yield cultivation technology of rice seedling throwing
/ Fei Xu
- 4 Research progress of hinokitiol
/ Dong Liu Junyi Hu
- 7 Application research on reduction and efficiency of chemical control technology in vegetable cultivation
/ Jingdong Lin Xingliang Dong
- 10 Analysis of technical advantages and challenges of modern biotechnology in forestry breeding
/ Yujuan Zhang
- 13 Study on common diseases and insect pests in barley cultivation and control strategies
/ Cirenwangzha
- 16 Construction and application of whole cycle breeding technology system for grouper in Zhongbang aquaculture
/ Fuqiang Teng Tao Wang Shudao Huang Fengtai An Xiaoling Lu
- 19 Research on the effects of reduced fertilizer use combined with microbial inoculants on rice growth and biomass
/ Chengjin Chen Zhiqiang Pei
- 22 Research on Common Diseases and Prevention Methods in Grassroots Pig Farming
/ Zimin Yu
- 25 The Effect of Pond Recirculating Aquaculture Systems at Different Densities on the Growth Performance and Water Quality of *Ctenopharyngodon idellus*
/ Kehua Zhang
- 28 Research on the role path of agricultural socialized service to the modernization of small farmers
/ Dan Chen Yonglei Han
- 31 Research and Analysis on the Mechanism of Health Functions of Active Components in Oats
/ Dongliang Liu
- 35 Mechanism and practice of recycling aquaculture waste to promote innovation of advanced agricultural products—Taking pig farm as an example
/ Xiaofen Zou
- 38 Preliminary Study on Viticulture Techniques for Wine Grape Cultivation in Gobi Gravel Zones
/ Xiumei Wang Xiaoping Yang Qiongqiong Wu Mengyao Li Yu Wang
- 41 A Brief Analysis of Forestry Seedling Raising Technology and Future Prospects
/ Wei Cao
- 44 The influence of agricultural e-commerce platform construction on the growth of farmers' income
/ Shuai Zhou
- 47 Discussion on greenhouse cultivation methods and management strategies of large ball cap mushroom
/ Yuwei Zhang
- 50 Thoughts on high yield management strategy of large ball cap mushroom in greenhouse
/ Xueshuang Zhao
- 53 Problems and improvement measures of agricultural technology extension system at grass-roots level
/ Hong Zi Guangyun Li
- 56 Research on Key Technologies and Sustainable Development of Natural Forest Ecosystem Management and Protection
/ Yongsheng Li
- 59 Effects of mixed forests of different tree species on soil nutrient improvement and tree growth
/ Fuyuan Ma
- 62 Study on the effect of Dunfenggui on the preservation time of CO₂ in air
/ Quan Kang Huihan Peng Huimin Cheng
- 65 Research on Models and Outcomes for Revitalizing Idle Rural Dwellings in the Context of Rural Revitalization—A Case Study of Longgang Community, Tianchang City
/ Zongyu Huang
- 68 The Impact of Efficient Water and Fertilizer Utilization on the Yield Quality and Economic Benefits of Flue-Cured Tobacco
/ Xiqing Liu Weiping Feng Yunming Ma Gangliang Chen Zan She
- 71 The Sustainable Development Path of Hybrid Rice Seed Production Industry under the “Tobacco and Rice Rotation” Model: A Case Study of the Development of Hybrid Rice Seed Production Industry in Youxi County
/ Jiawei Chen
- 74 Identification of epidemic risk points and establishment of prevention and control mechanisms in the livestock breeding industrial chain
/ Jiming Han
- 77 Forest and grassland fire prevention management strategy based on forest ecological security
/ Lihong Hao

- 80 Research on the Epidemiological Status and Integrated Prevention and Control Measures of Brucellosis in Yaks
/ Renqingxianji
- 83 Preparation and Application of Monoclonal Antibodies against Porcine Circovirus Type 2 Cap Protein
/ Xiaomei Pan Lanling Cheng Zunbao Wang Liping Mao Sun He
- 87 Analysis of the impact of climate change on the yield of major food crops
/ Wei Wang
- 90 Strategies for cultivating green agricultural operators and practical evaluation
/ Renrong Yin Jinquan Liang Jiliang Chen
- 93 Discussion on the innovation of family farm management mode in rural revitalization
/ Jianping Chen Haozhang Chen Jiawei Li
- 96 Effects of different nitrogen fertilizer operation modes on winter wheat yield and nitrogen fertilizer utilization efficiency
/ Junfeng Zhao
- 99 The shortcomings of agricultural economic management in rural revitalization and suggestions for improvement
/ Zhengyang Yuan Jianjun Zhang
- 102 Research on key points of soil fertility improvement technology for organic vegetable cultivation
/ Juan Zhang
- 105 The strategic significance and development path of the construction of the Henan Province Sweet Potato Industry Alliance
/ Zhihe Kang Jincang Li
- 108 Research on High-yield Cultivation Techniques of Corn in Southern Hebei Region
/ Yin Guo
- 111 Analysis of rural collective economic development strategy under new situation
/ Mengying Xue
- 114 Green agricultural planting technology extension and pest control measures
/ Xueling Wang
- 117 Salt tolerance gene mining and functional analysis in rice
/ Pingkun Tian
- 120 Germplasm Innovation and Breeding Practices of Salt- and Alkali-Tolerant Crops
/ Dingxun Su Qing Su
- 123 Research on new tobacco variety Guiyan 20 breeding technology
/ Xiaobing Xue Huina Zhao Changjie Guan Yi Wang Jianwei Li
- 126 Analysis of Main Soil Nutrient Characteristics in Open-Field Orchards in the Suburbs of Yinchuan
/ Yanling Xie Yongwei Chen Wenli Ma Hao Wang Zhirong Yin
- 132 The effect of drip irrigation with different water and fertilizer combinations on the yield of yellow flowered vegetables and soil moisture
/ Zilong Li
- 135 A Preliminary Exploration of Integrated Water and Fertilizer Management for Rapeseed
/ Jianlin Wang Jun Hu Fang Chen Guanghong Zhang Guanlan Li
- 138 Investigation on the Implementation Results of Green, High-yield, Efficient and Safe Technical Schemes for Rapeseed
/ Junming Lu Xintao Yang Peixing Yang Yuanyuan Xu Feixiang Zhang
- 141 Discussion on the Practice of "Blockchain + Internet of Things Integration Architecture" in Xundian Beef Cattle Industry
/ Zhenming Ma Zhenglong Li Zhongzhou Chen Mingqiang Liu
- 144 Biological control techniques for Pests and Diseases in Artificial Forests of the Greater Xing 'an Range and Assessment of Ecological Benefits
/ Li Zhang
- 147 Pathways, Models, and Policy Support Systems for the Organic Integration of Smallholder Farmers into Modern Agricultural Development
/ Binwen Wang
- 150 Cultivation and Management Techniques for Super Early-ripening Waxberries in Shiping County
/ Baode Huang
- 154 Effects of different concentrations of PVP/CMC film-forming agents on germination of tomato seeds
/ Xinmei Zhao Lifen Sun Yonghua Qin Jilong Li Yonglin Shen
- 157 Path and Empirical Study of Agricultural Technology Promotion Efficiency Enhancement under Digital Technology Empowerment

	/ Zhenqi Zhang		hens
160	Research on Feature Optimization for Land Use/Cover Classification Based on Google Earth Engine		/ Peng Wang Yong Zhang Tian Nie Yuhua Yang Yonggang Ou
	/ Huan Fan Rui Li Hui Yao Yi Ma Weihai Hou	181	Promotion Pathways and Practical Optimization of Specialized Silage Corn in the Saline-Alkali Land of the Yellow River Delta
168	A brief talk about Debao dwarf horse		/ Xiaoji Liu Wenjian Ma Xiaoning Shang Shijin Guo Xin Li
	/ Jingtao Lai		
172	Study on the Effects of Different Planting Densities on Spring Corn Yield and Lodging Resistance	185	Research on the Synergistic Mechanism of Agricultural Mechanization and Agronomic Integration in the Context of Rural Revitalization
	/ Xiaodong Wang		/ Wenjin Lei
175	Exploring the high-quality development path of characteristic camellia oil industry in Dingcheng District under rural industrial revitalization strategy	188	Research and Development of New Energy Agricultural Machinery Power Systems and Energy Efficiency Analysis
	/ Ting Li		/ Zimeng Wang
178	Study on the mechanism and comprehensive prevention and control technology of calcium deficiency in laying		

Key points and management measures of high yield cultivation technology of rice seedling throwing

Fei Xu

Luokou Town People's Government, Ganzhou, Jiangxi, 342805, China

Abstract

The effective implementation of high-yield rice seedling cultivation techniques significantly enhances both production yield and quality, thereby meeting market demands. This study examines technical controls across multiple dimensions including nursery preparation, seedling cultivation, field preparation, precision transplanting, and field water/fertilizer regulation. By applying integrated pest management strategies and other control measures, the application effectiveness of these techniques is ensured, establishing a solid foundation for improved production efficiency and quality. The article provides technical analysis and management recommendations centered on these core aspects, offering practical references for rice cultivation professionals.

Keywords

rice; seedling cultivation and transplanting high-yield cultivation technology; technical points; control measures

水稻育秧抛秧丰产栽培技术要点与管理措施

徐飞

宁都县洛口镇人民政府，中国 · 江西 赣州 342805

摘 要

水稻育秧抛秧丰产栽培技术的有效应用可以更好地提高水稻的生产产量和生产质量，满足市场需求。可以从育秧准备、秧苗培育、大田准备与精准抛秧、田间水肥调控等多个维度着手来加强技术控制，在此基础上通过病虫害综合防治管理等相应管控手段的有效应用，确保水稻育秧抛秧丰产栽培技术的应用成效，为生产产量和生产质量的提升打下坚实的基础，文章也以此为中心进行技术要点及管理措施分析，希望可以为水稻栽植人员提供更多的参考和借鉴。

关键词

水稻；育秧抛秧丰产栽培技术；技术要点；管控措施

1 引言

水稻作为我国重要的粮食作物之一，其量产是否稳定直接影响了我国粮食安全及农业经济发展，而随着时间的推移，传统人工插秧技术劳动强度大、用工成本高、生产效率低等相应问题逐渐凸显出来，在这样的背景下应用水稻育秧抛秧丰产栽培技术则显得十分重要，需要通过技术分析配合管理措施优化，提高水稻栽培繁育的效率、质量和产量。

2 水稻育秧抛秧丰产栽培技术要点

2.1 育秧准备技术

育秧是抛秧的基础，保障秧苗优质有助于提高返青速度分蘖能力和最终产量，应当引起关注和重视，而在育秧作业开展的过程中可抓住以下几个关键点。首先，需要做好苗床的选择和整理。苗床一般选择在地势较为平坦且排灌较

为方便的地区。同时还需要充分考量该地区土壤是否肥沃、是否处于背风向阳地块，避免积水严重、粘性过重等相应土壤影响水稻的正常生长。在苗床整理的过程中需要先明确苗床整理时间，一般情况下应当提前 15 天翻耕晒垡，在此之后施加腐熟有机肥和过磷酸钙，浅耕入土，使肥料和土壤搅拌均匀，在播种前 3 天需要平整细苗床，开厢宽度、厢沟宽度和深度可以分别控制在 1.5m、30cm 和 20cm，这可以有效解决浇水后旱涝不均的问题。

其次，需要做好育秧物资准备。紧抓育秧盘和育秧基质两大关键点，育秧盘选择的过程中应当根据水稻的品种特性以及后续的抛栽方式具体问题具体分析，常规稻选用 561 孔或 434 口育秧盘，杂交粳稻选用 353 孔或 434 育秧。在育秧基质选择的过程中优先选择商品化有机基质，例如草炭加蛭石加珍珠岩按 6:3:1 的比例制作的基质。也可以用腐熟秸秆加菜园土加腐熟羊粪按 5:4:1 比例自治基质。在此之后还需要做好洒水壶、尼龙薄膜、竹弓播种器等相应物资的准备工作。

【作者简介】徐飞（1974—），男，中国江西宁都人，本科，助理农艺师，从事农学（农技）研究。

最后,需要落实种子处理。种子处理过程中应注意4个关键点。第一,需要做好品种选择,保障水稻品种分蘖能力强、抗倒伏能力强、抗病性好。例如晶两优534、徐稻9号等等。同时在品种选择的过程中还需要充分考量不同品种水稻生长需求是否与地方客观条件相适配。第二,需要做好种子精选,通过风选、筛选等多种方法来去除瘪粒、杂粒,然后引入1.05~1.10比重的盐水浸种,再用清水冲洗2~3次。第三,需要做好浸种消毒,引入浸种灵或强氯精来进行种子消毒,持续2~3天以后捞出催芽。第四,在催芽的过程中需要提前将种子沥干,确保环境温度在30~32℃,当80%的种子露白则摊开晾晒1~2小时,并将环境温度降低至25℃,炼芽12小时以后就可以落实播种作业。

2.2 秧苗培育技术

在秧苗培育的过程中应当严格控制水、温、肥三大关键条件,培育出矮壮多蘖且根系发达的适龄秧苗,技术要点主要包含如下几点。

首先,需要精准播种,控制播种时间、播种量并覆盖基质。播种时间应根据当地气候具体问题具体分析,同时也需要根据秧龄确定,叶龄在3.5~4叶则可以将机抛秧龄控制在10~15天,叶龄为4~4.5页则可以将手工抛秧龄控制在20~25天,以此来推算播种期,避免秧苗出现超龄、老化等相应问题。播种量应根据稻种的品质特性,具体问题具体分析,常规稻每盘播种50~60g,杂交稻则应当控制在30~40克。可以通过播种器的应用实现定量播种,确保每孔中有1~2粒种子,播种后则需要覆盖0.5~1cm的基质,并浇水,直到厢沟见水、基质充分湿润才可以停止浇水。

其次,需要做好覆膜与温湿度的管控。播种后应当引入竹弓搭建小拱棚,拱高可以控制在30~40cm。尼龙薄膜四周可以用土压实,避免出现漏风问题,若播种时气温超过25℃,则可通过遮阳网的覆盖避免高温烧苗。在出苗前应当将棚内温度控制在30~32℃。出苗后应当控制在25~28℃,必要的情况下可通过两端通风的方式来控制温度。湿度管理中也需从出苗前和出苗后两个维度展开分析,前者需要保障含水量在70%~80%,而出苗后则需要每天浇水,晴天时可每日上午浇1次水,阴天则需要控制浇水频次,2~3天浇1次水,直到2叶1心期可以适当的减少浇水频率^[1]。

最后,需要做好苗期施肥和化控管理。在1叶1心期可以施加尿素和硫酸钾,2叶1心期可以施加尿素和磷酸二氢钾,有助于促进秧苗生长,提高秧苗抗逆性。在2叶1心期还需要通过多效唑喷雾使用的方式来控制秧苗高度,促进分蘖与根系发育。

2.3 大田准备与精准抛栽技术

首先,需要做好大田整理。通过深耕晒垡、基肥施用、平田沉浆保障大田整理效果。在前茬作物收获以后,相关工

作人员应及时深耕并保障深耕深度在20~25cm,晒垡7~10天,保障土壤通气性。在翻耕结束以后可以通过腐熟有机肥的施加配合旋耕机旋耕2~3次保障水土均匀。在施肥旋耕以后则需灌水至田面,然后用耙平机或通过人工平整的方式保证田面高低差在三厘米以下。在整平后沉浆2~3天,待田面泥层软硬适中以后可以落实抛栽作业^[2]。

其次,需要做好抛栽作业控制,紧抓抛锚时间、抛锚密度和抛锚方法三大关键点加强技术控制。抛锚时间可以选择上午或阴天,避开雨天或大风天,在抛栽时应当保障田面有3~5厘米的浅水层,抛栽密度可以根据秧苗的品种和土壤肥力具体问题具体分析。一般情况下杂交稻每亩抛栽和常规稻每亩抛栽分别为1.8~2.0万穴和2.2~2.5万穴。若采用机抛的方式则需要控制速度和密度,而手工抛则可以通过先抛70%再抛30%的方式来保障均匀度。

2.4 田间水肥调控

做好田间水肥调控也可以为水稻的高产提供更多保障。在肥料施加的过程中需要遵循前促中稳后补的原则,基肥、追肥分别占总肥量的50%。其中分蘖肥、穗肥、粒肥的占比分别为30%、15%和5%。在抛栽7~10天以后应当施加尿素和硫酸钾促进水稻分蘖萌发。抛栽后15~20天则需施加尿素和复合肥避免出现无效分蘖的问题。在幼苗分化初期可以施加复合肥和硫酸钾,这有助于穗轴伸长和小穗分化。在剑叶露尖期可施加尿素和磷酸二氢钾,避免出现颖花退化的问题。而在其穗期则可施加磷酸二氢钾和尿素,这有助于水稻的光合产物积累^[3]。

在水分管理的过程中应紧抓返青期、分蘖期、拔节育穗期和灌浆结实期四大关键点。返青期应保证浅水层深度在3~5cm。若温度低于15℃则可加深水层。分裂期需保障潜水层深度在2~3cm,而在分裂末期则需要排水晒田,拔节育穗期应保障水层在3~5cm。若在孕穗期出现高温问题则可以加深至7~10cm。在灌浆结实期可以采用干湿交替的灌溉方法保障土壤湿润。

3 水稻育秧抛秧丰产栽培管理措施

3.1 病虫害防控

病虫害防控可以有效保障水稻产量,避免在病虫害影响下出现大面积水稻死亡的情况,而在防控工作落实的过程中可通过农业防治、物理防治、生物防治和化学防治等不同防治手段针对性的灭杀害虫,解决病害问题。农业防治的过程中可通过抗病虫品种选择、合理密植、杂草清理、平衡施肥等多种方式来达到较好的病虫害防治效果^[4]。物理防治则可以通过安装杀虫灯、黄色粘虫板等多种方式消灭害虫。生物防治则是通过投放生物天敌,例如赤眼蜂、苏云金杆菌等多种方式来消灭害虫和纹枯病。化学防治则是针对性的施加相应的化学药剂,如表1所示。

表 1：水稻主要病虫害化学防治方案

水稻主要病虫害化学防治方案	
病虫害类型	推荐药剂（每亩用量）
稻飞虱	25% 吡蚜酮可湿性粉剂 20g 兑水 50kg 喷雾，重点喷施基部
二化螟	20% 氯虫苯甲酰胺悬浮剂 10ml 兑水 50kg 喷雾
纹枯病	20% 井冈霉素水剂 150ml 兑水 50kg 喷雾，重点喷施中下部
稻瘟病（穗颈瘟）	40% 稻瘟灵乳油 100ml 兑水 50kg 喷雾
稻瘟病（叶瘟）	5% 三环唑可湿性粉剂 20g 兑水 50kg 喷雾
稻纵卷叶螟	10% 阿维菌素乳油 50ml 兑水 50kg 喷雾 傍晚或阴天喷药

3.2 杂草和抗倒伏管控

杂草可能会分走水稻的养分和光照，影响水稻产量，而倒伏也会导致水稻大面积死亡，因此必须引起关注和重视。可使用对应的化学药剂来去除田间杂草，在此基础之上还需要做好倒伏防控管理，这其中需尤为引起关注和重视的则是分蘖末期、拔节孕穗期和灌浆期的防控管理，可通过品种选择优化、合理密植、施加烯效唑可湿性粉剂、多效唑悬浮剂等多种方式提高抗倒伏能力，前者可应用于拔节初期，后者则应用于孕穗期^[9]。

3.3 阶段性管理目标的确定

在水稻生长的不同阶段其管理核心要点是存在较大差异的。为此想要更好地保障管理实效性就必须根据不同生育期的实际特点和水稻的生长需求具体问题具体分析确定不同阶段的核心目标进而调整管理措施，为管理质量效能的提升打下坚实的基础，如表 2 所示。

表 2：不同生育期管理目标

生育期	核心目标
育秧期（1-25 天）	培育矮壮多蘖秧苗
返青期（抛栽后 1-10 天）	快速恢复根系活力
分蘖期（抛栽后 10-30 天）	促进有效分蘖
拔节孕穗期（抛栽后 30-50 天）	促进穗大粒多
灌浆结实期（齐穗后至成熟）	提高结实率与千粒重

相关管理工作人员还可以通过田间监测的方式，做好

苗情监测、水情监测和管理的动态调整，始终保障管理工作落实的适切性、针对性和有效性，提高管理成效，提升水稻生产产量和生产质量^[6]。

4 结语

水稻育秧抛秧丰产栽培技术的应用可以更好地提高水稻生产产量和生产质量，满足市场需求，必须引起关注和重视。可以紧抓育秧准备技术、秧苗培育技术、大田准备与精准抛栽技术、田间水肥调控技术等相应关键技术要点加强技术控制。在此基础之上通过病虫害综合防控、杂草与抗倒伏防控以及田间监测和动态化管理的方式提高田间管理效能。

参考文献

[1] 钱艳杰,李诚,王冲勇,等. 不同育秧基质对水稻秧苗素质及产量效益的影响 [J]. 湖南农业科学, 2024, (02): 18-22.

[2] 李翼南. 中联有序抛秧技术助力“机械强农” [J]. 农机市场, 2022, (06): 47.

[3] 郭子雄. 广西水稻商品化育秧发展现状、问题及对策研究[D]. 广西大学, 2022.

[4] 敖礼林. 水稻育秧抛秧丰产栽培技术 [J]. 科学种养, 2020, (05): 19-21.

[5] 杨秀林. 沿淮水稻丰产优质生产技术 [J]. 农家参谋, 2018, (11): 77.

[6] 王俊. 安徽省水稻丰产高效技术集成研究与示范项目技术方案 [J]. 现代农业科技, 2007, (21): 127+131.

Research progress of hinokitiol

Dong Liu Junyi Hu

University of Science and Technology Liaoning, Anshan, Liaoning, 114000, China

Abstract

Hinokitiol is a type of natural organic compound in nature, belonging to tropolone-type monoterpenoids. It exhibits strong biological activities, such as anticancer, antibacterial, anti-inflammatory, and neuroprotective effects, thus becoming a research hotspot in the field of natural drug development in recent years. With the advancement of research in recent years, the research progress of hinokitiol in various fields has also been frequently reported. This article reviews the recent research progress on the biological activities of hinokitiol, summarizes various experimental methods, results, and mechanisms of action. It is intended to facilitate the further research on hinokitiol and provide references and new ideas for its further application in the fields of cosmetics, food preservation, agriculture, and medicine.

Keywords

hinokitiol; Biological activity; research progress

扁柏醇研究进展

刘冬 胡君一

辽宁科技大学, 中国 · 辽宁 鞍山 114000

摘 要

扁柏醇是自然界中的一类天然有机化合物, 属于卓酚酮类单萜化合物。扁柏醇具有很强的生物活性, 如抗癌、抑菌、抗炎、以及神经保护等。因此也成为了近年来天然药物研发领域的热点。近年来, 随着研究的推进, 扁柏醇在各类领域的研究进展也被频繁报道, 本文章综述了近年来扁柏醇生物生物活性的研究进展, 总结了各类试验方法以及结果过和作用机制, 以便后续对扁柏醇的进一步研究, 也为扁柏醇在化妆品、食品保鲜、农业以及医药领域的进一步应用提供参考和新思路。

关键词

扁柏醇; 生物活性; 研究进展

1 引言

扁柏醇又称桉木醇、扁柏酚, 分子式为 $C_{10}H_{12}O_2$, 分子量为 164.20, 是一种集抗菌性、抗氧化性、可激活修复细胞, 同时又具有美白功效于一身的多功能生物活性化合物。高纯度扁柏醇为白色结粉末, 易溶于乙醇等有机溶剂, 难溶于水, 熔点 $50\sim 52^{\circ}\text{C}$ 最早是由日本的科学家 Anderson 于 1948 年从台湾扁柏的树干中提取的一种具有卓酚酮骨架的单萜类的天然化合物, 属托酚酮类化合物。扁柏醇作为台湾扁柏精油的主要成分, 是一种高安全性植物成分, 拥有丰富的生物活性。它不仅具备良好保湿性, 还能显著的驱避害虫, 是理想的天然抗菌与防虫剂。该成分杀菌能力突出, 对一般细菌的最小抑菌浓度达 $10\sim 100\text{ppm}$; 且气味芬芳、使用效果佳, 可有效杀灭空气中的细菌、阻挡害虫对人体的侵害, 并抑制人类病原菌活性。近年来, 随着研究发展, 扁柏醇的抗癌、抗炎、

神经保护等作用也被频繁报道。本文综述了扁柏醇在抑菌、抗癌、神经保护等领域的研究, 并汇总其作用机制, 为接下来对扁柏醇的进一步研究与应用提供一定的参考。

2 生物活性研究进展

2.1 抑菌作用

扁柏醇作为一种天然化合物, 对周围环境影响小且能有效防治多种真菌病害。Zhang 等^[1]探讨了扁柏醇对胶孢炭疽菌的抑制作用以及抑菌的机理。经扁柏醇处理后, 芒果炭疽病菌对采后芒果的毒性显著降低。经实验发现, 当扁柏醇浓度达到 8mg/L 时, 可完全抑制胶孢炭疽菌的菌丝生长, 当扁柏醇浓度达到 9mg/L 时, 培养 9h 后, 胶孢霉孢子萌发率降低至 2.43%。扁柏醇通过对细菌细胞膜产生影响, 降低细胞生存能力, 膜损伤后导致细胞质内容物如核酸、蛋白质和可溶性碳水化合物渗漏, 最终使细胞膜结构遭到破坏。此外, 扁柏醇还可抑制致病基因的表达, 降低其感染能力。这些结果表明, 扁柏醇可作为一种抑制芒果炭疽病的生物杀菌剂。

【作者简介】刘冬 (2000–), 男, 中国辽宁大连人, 在读硕士, 从事生物工程研究。

大肠杆菌、枯草芽孢杆菌,是化脓感染中常见的病原菌,可引起局部化脓感染、当菌群在肠道中比例失衡情况下,还会引起一系列的肠道疾病,对我们的身体健康有着较大影响。周浓林等^[2]采用滤纸片扩散法测定了扁柏醇和托酚酮对大肠杆菌、枯草芽孢杆菌的抑菌圈直径、最小抑菌浓度(MIC)和最小杀菌浓度(MBC)。结果表明,扁柏醇和托酚酮均对供试菌种有抑制作用,扁柏醇对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的MIC分别为300和100 $\mu\text{g/mL}$,MBC均为300 $\mu\text{g/mL}$;托酚酮对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的MIC分别为100和50 $\mu\text{g/mL}$,MBC分别为300和100 $\mu\text{g/mL}$ 。并通过不同浓度的扁柏醇和托酚酮对供试菌的抑制作用比较,推测其活性基团为羟基和酮基。由此可见,扁柏醇可作为一种抑菌剂来对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌产生抑制。

念珠菌是一种真菌,通常存在于人体的口腔、肠道、和皮肤上,属于正常菌群的一部分。然而,当念珠菌数量过多或人体免疫力下降时,可能会过度生长并导致感染。Dae Jin Kim等^[3]的研究证明了扁柏醇具有抑制念珠菌生物膜形成的能力。通过XTT测定定量生物膜代谢活性来评估扁柏醇对念珠菌生物膜形成的抑制能力。实验结果表明,扁柏醇可有效地阻止念珠菌属氟康唑敏感菌株和氟康唑耐药菌株的生物膜形成。通过实时RT-PCR测定了与白色念珠菌细胞生物膜发育相关的特定基因的表达水平。经扁柏醇处理后,粘附过程相关的基因HWP1和ALS3的表达水平有所下降,并且负责长期菌丝维持的UME6和HGC1的转录水平也在扁柏醇处理过后有所下降。扁柏醇可抑制编码菌丝形成信号通路成分cAMP-PKA的CYR1的表达水平。其上游的调节因子RAS1也会被扁柏醇抑制。这些结果表明,扁柏醇在抑制白色念珠菌的生长繁殖具有潜力,具有成为抗念珠菌药物的研发前景。

2.2 抗癌作用

肺癌特别是肺腺癌,是当前导致癌症患者死亡的主要原因之一,传统的治疗肺腺癌的主要方式为手术、放疗和化疗,但有较高的复发率。越来越多的研究表明,草药化合物对于癌症的治疗具有极佳的发展前景,据报道天然扁柏醇对肺癌细胞系H1975有显著的治疗效果。杜敏娟等^[4]研究了扁柏醇联合氯喹对人肺腺癌细胞系H1975的影响。在毒理性检测实验中,用MTT法检测扁柏醇和氯喹处理对H1975细胞活力的影响,并且通过蛋白质迁移实验,检测扁柏醇对细胞凋亡相关蛋白Cleaved PARP、Cleaved Caspase-3和Bax表达的影响。结果表明,经2.5、5、10 $\mu\text{mol/L}$ 的扁柏醇处理24 h后,H1975细胞活力以剂量依赖性的方式逐渐降低,经扁柏醇处理后,与凋亡相关蛋白Cleaved PARP、Cleaved Caspase-3和Bax的表达均有所提高。当经扁柏醇与氯喹共同处理后的H1975细胞的活力较扁柏醇单一处理组的细胞活力降低更为显著,并且凋亡相关蛋白Cleaved PAR和Caspase-3增加更为明显。最终得出结,扁柏醇可使H1975

细胞凋亡,并且氯喹可促进扁柏醇对H1975细胞的影响。

宫颈癌是全球最常见的癌症之一,也是导致女性癌症相关死亡的主要原因。Chih-Chun Wang等^[5]在探讨扁柏醇在人宫颈癌治疗中的抗肿瘤活性的研究中发现,扁柏醇以剂量依赖性方式降低细胞存活率。在细胞周期实验中,通过流式细胞仪检测,结果表明经扁柏醇处理导致细胞周期停滞在G1期,而G2/M期细胞数量减少。Western blot实验结果进一步表明,经扁柏醇处理后可提高p53和p21蛋白的表达水平,同时降低细胞周期调节蛋白的表达。此外,扁柏醇以剂量依赖性方式增加了自噬调节剂、beclin 1和微管相关蛋白1轻链3(LC3-II)的积累;然而,它不会诱导半胱天冬酶-3激活和聚ADP核糖聚合酶(PARP)裂解。此外,扁柏醇显著抑制表皮生长因子诱导的细胞迁移和c-Jun N末端激酶(JNK)和黏着斑激酶(FAK)磷酸化。最终研究结果表明,可有效抑制宫颈癌细胞的繁殖,具有成为抗宫颈癌药物的潜力。

结肠癌是世界上第三常见的癌症,饮食被认为是导致其发生最重要的因素。结肠癌的化疗药物疗效有限,常常产生不良副作用。Youn-Sun Lee等人^[6]探究了扁柏醇对人结肠癌细胞的生长抑制作用,并揭示了其抑制结肠癌细胞生长的作用机理。根据实验结果显示,在毒理性检测实验中得出,人结肠癌细胞株HCT-116和SW-620对扁柏醇敏感度相近,半数抑制浓度(IC₅₀)分别为4.5 μM 和4.4 μM 。通过流式细胞仪分析,扁柏醇可诱导结肠癌细胞发生S期阻滞,并且显著降低细胞周期调控蛋白cyclin A、cyclin E和Cdk2的表达,同时上调Cdk抑制剂p21的表达。在凋亡相关机制方面,扁柏醇能下调抗凋亡蛋白Bcl-2的表达,上调促凋亡蛋白Bax以及切割型caspase-9和caspase-3的表达。动物实验中,对分别接种HCT-116和SW-620细胞的雄性BALB/c裸鼠口服给予100 mg/kg扁柏醇,与对照组相比,给药组小鼠的肿瘤体积和肿瘤重量均显著降低。根据实验结果表明,扁柏醇可通过诱导细胞周期阻滞和凋亡,从而抑制人结肠癌细胞生长及小鼠异种移植肿瘤形成。因此有成为结肠癌治疗候选药物潜力与发展前景。

2.3 抗炎作用

Takumi Hiyoshi等^[7]研究了扁柏醇对实验性牙周炎小鼠牙周骨质流失的影响,并评价了其体外抗炎活性。实验通过在小鼠上颌第二磨牙周围扎丝结扎诱导牙周炎8d。并在结扎磨牙的牙龈内每天注射一次扁柏醇,连续7d。然后对上颌第二磨牙的牙周骨损失进行形态测量,并对磨牙周围抗酒石酸酸性磷酸酶阳性的多核巨细胞数量进行量化。通过计数菌落数,计算结扎丝的细菌负荷,通过实时荧光定量PCR检测牙龈炎症细胞因子相关基因的转录水平。结果表明,局部应用扁柏醇可明显抑制牙结扎引起的牙槽骨丢失和破骨细胞分化。此外,在体外和体内实验中,经扁柏醇处理可降低细菌负荷,下调了炎症细胞因子相关基因的mRNA表达

水平。

2.4 神经保护作用

Thanasekaran Jayakumar 等^[8]研究了扁柏醇对大鼠大脑中动脉闭塞 (MCAO) 诱导的血栓栓塞性脑卒中的神经保护作用 and 机制。在 MCAO 剂量前 30min 用扁柏醇治疗, 以计量依赖性的方式减轻脑缺血并改善脑缺血大鼠的神经行为缺陷。与对照组大鼠相比, 腹膜内施用扁柏醇, 梗死面积显著减小。这项研究首次证明, 扁柏醇不仅是最初的被认为是抑制微生物和各种癌症的药物外, 还具有强大的神经保护活性。这种活性部分通过抑制炎症反应 (即 HIF-1 α , iNOS 表达) 和细胞凋亡 (即 TNF- α , 活性 caspase-3) 介导, 导致脑缺血大鼠的梗死体积减少和神经行为改善。因此, 扁柏醇在治疗或预防缺血再灌注损伤相关疾病方面有着美好的发展前景。

创伤性脑损伤 (TBI) 是一个严重的公共健康问题, 具有高发病率、高致残率和高死亡率等特点。Hongxing Tang 等^[9]研究了扁柏醇对创伤性脑损伤后神经元铁死亡的影响并对作用机制进行探究。实验使用受控皮质撞击 (CCI) 小鼠模型和过量谷氨酸处理的 HT-22 细胞为研究对象。实验结果表明, 扁柏醇可减轻 TBI 脑组织病变, 并可显著改善神经功能。经扁柏醇给药后神经元丢失和铁沉积的现象得到改善。扁柏醇还可减小过量的谷氨酸诱导的细胞内活性氧 (ROS)、脂质过氧化和 HT-22 中 Fe²⁺ 积累。从机制上讲, 扁柏醇上调血红素加氧酶 -1 (HO-1) 的表达, 促进核因子 E2 相关因子 2 (Nrf2) 核易位。这些结果表明, 扁柏醇可拯救 TBI 诱导的神经元铁死亡中的细胞, 具有神经保护作用, 因此扁柏醇具有成为神经保护类药物的潜力。

3 结语

近年来, 无论是在抑菌剂的研制, 还是在药物的开发领域, 均向着低毒性、低毒副作用的方向发展, 大量的研究证明了天然药物的治疗效果, 毒性更低, 副作用更少。如今, 随着研究的推进, 扁柏醇的获取不再是通过提取的方式获取, 大量的合成方法的出现也大大降低了扁柏醇的获取的难度, 在不断的对合成方法改进的过程中, 获得的产物产量大, 纯度更高, 相信在不久的将来, 扁柏醇的会投入到工业生产中。随着扁柏醇获取难度的降低, 对扁柏醇的研究将更加深入, 并且应用的领域也会更加的广泛, 也将大力推动抑菌制剂的研发, 以及抗癌、神经保护类药物的研制。

参考文献

- [1] Zhang, S., Wang, J., Sun, H. et al. Inhibitory effects of hinokitiol on the development and pathogenicity of *Colletotrichum gloeosporioides*. *World J Microbiol Biotechnol* 39, 356 (2023).
- [2] 周浓林, 于泉林, 武宝悦, 等. 扁柏醇与托酚酮抑菌活性的初步研究[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(11): 2230-2232+2273. DOI: 10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2012.11.039.
- [3] Kim DJ, Lee MW, Choi JS, Lee SG, Park JY, et al. (2017) Inhibitory activity of hinokitiol against biofilm formation in fluconazole-resistant *Candida* species. *PLOS ONE* 12(2): e0171244.
- [4] 杜敏娟, 徐晓光, 刘瑞琦, 等. 扁柏醇联合氯喹对人肺腺癌细胞凋亡的影响[J]. 肿瘤防治研究, 2015, 42(10): 970-973.
- [5] Wang CC, Chen BK, Chen PH, et al. Hinokitiol induces cell death and inhibits epidermal growth factor-induced cell migration and signaling pathways in human cervical adenocarcinoma. *Taiwan J Obstet Gynecol.* 2020 Sep;59(5):698-705. doi: 10.1016/j.tjog.2020.07.013. PMID: 32917321.
- [6] Lee YS, Choi KM, Kim W, Jeon YS, Lee YM, Hong JT, Yun YP, Yoo HS. Hinokitiol inhibits cell growth through induction of S-phase arrest and apoptosis in human colon cancer cells and suppresses tumor growth in a mouse xenograft experiment. *J Nat Prod.* 2013 Dec 27;76(12):2195-202. doi: 10.1021/np4005135. Epub 2013 Dec 5. PMID: 24308647.
- [7] Hiyoshi T, Domon H, Maekawa T, et al. Protective effect of hinokitiol against periodontal bone loss in ligature-induced experimental periodontitis in mice. *Arch Oral Biol.* 2020 Apr;112:104679. doi: 10.1016/j.archoralbio.2020.104679. Epub 2020 Feb 7. PMID: 32062102.
- [8] Jayakumar T, Hsu WH, Yen TL, et al. Hinokitiol, a natural tropolone derivative, offers neuroprotection from thromboembolic stroke in vivo. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013;2013:840487. doi: 10.1155/2013/840487. Epub 2013 Oct 27. PMID: 24285977; PMCID: PMC3826376.
- [9] Tang H, He K, Zhao K, et al. Protective Effects of Hinokitiol on Neuronal Ferroptosis by Activating the Keap1/Nrf2/HO-1 Pathway in Traumatic Brain Injury. *J Neurotrauma.* 2024 Mar;41(5-6):734-750. doi: 10.1089/neu.2023.0150. Epub 2023 Dec 28. PMID: 37962273.

Application research on reduction and efficiency of chemical control technology in vegetable cultivation

Jingdong Lin¹ Xingliang Dong^{2*}

1. Yunnan Weikang Agricultural Group Co., Ltd., Qujing, Yunnan, 655000, China

2. Qilin District Agriculture and Rural Affairs Bureau, Qujing, Yunnan, 655000, China

Abstract

Chemical control technology serves as a crucial approach for managing vegetable pests and diseases, playing a pivotal role in ensuring crop yield and quality. However, prolonged overuse of chemical agents without scientific justification has led to issues such as excessive pesticide residues, ecological damage, and increased pest resistance, which hinder the green and sustainable development of the vegetable industry. This paper analyzes the current application status of chemical control technologies in vegetable cultivation, elaborates on the core principles of reducing dosage while enhancing efficacy, and systematically reviews key technologies including precision monitoring and early warning systems, efficient pesticide substitution, optimized application equipment, and integrated “chemical + non-chemical” synergistic approaches. Case studies of greenhouse tomatoes, open-field cabbage, and cucumber cultivation demonstrate practical application effects. Finally, the paper identifies challenges in technology promotion and proposes countermeasures, providing theoretical and practical references for optimizing chemical control applications in vegetable farming.

Keywords

vegetable planting; chemical control technology; reduction and efficiency

蔬菜种植中化学防控技术的减量增效应用研究

林靖东¹ 董兴良^{2*}

1. 云南维康农业集团有限公司, 中国·云南 曲靖 655000

2. 云南省曲靖市麒麟区农业农村局, 中国·云南 曲靖 655000

摘 要

化学防控技术是蔬菜病虫害防治的重要手段,在保障蔬菜产量与品质方面发挥关键作用。但长期过量、不科学使用化学药剂,导致农药残留超标、生态环境破坏、病虫害抗药性增强等问题,制约蔬菜产业绿色可持续发展。本文通过分析蔬菜种植中化学防控技术的应用现状,阐述减量增效的核心原理,系统梳理精准监测预警、高效药剂替代、施药器械优化、“化学+非化学”协同集成等关键技术,并结合设施番茄、露地甘蓝、大棚黄瓜等典型案例验证应用效果,最后指出当前技术推广中存在的问题并提出对策建议,为蔬菜种植化学防控技术的减量增效应用提供理论与实践参考。

关键词

蔬菜种植; 化学防控技术; 减量增效

1 引言

蔬菜是我国居民日常膳食中维生素、矿物质及膳食纤维的重要来源,2023 年全国蔬菜播种面积达 3.43 亿亩,总产量超 8.29 亿吨,蔬菜产业已成为保障民生供给、促进农民增收的支柱产业之一。病虫害是影响蔬菜产量与品质的主

要障碍因子,化学防控技术因见效快、防效高、使用便捷等特点,成为当前蔬菜病虫害应急防治与常态化防控的核心手段。因此,研究蔬菜种植中化学防控技术的减量增效路径,对保障蔬菜质量安全、保护农业生态环境、推动蔬菜产业绿色转型具有重要现实意义。

2 蔬菜种植中化学防控的核心作用

2.1 应急防控保障产量

在蔬菜种植过程中,突发、暴发性病虫害犹如自然灾害,对作物产量构成严重威胁。番茄晚疫病、黄瓜霜霉病、菜青虫等病虫害具有传播速度快、危害程度高的特点,一旦爆发,若不及时采取有效措施,极可能导致大面积减产甚至绝收。

化学药剂在应对这类紧急情况时展现出不可替代的优

【作者简介】林靖东(1982-),男,中国云南曲靖人,硕士,高级农艺师,从事规模化、基地化蔬菜种植管理,土壤改良,植保方面化学、生物及物理方式综合防控研究。

【通讯作者】董兴良(1973-),男,中国云南曲靖人,高级农艺师,从事农业经济作物及区域农业发展规划研究。

势。以黄瓜霜霉病为例,该病害由鞭毛菌亚门卵菌纲的霜霉菌引起,主要通过孢子囊借助风雨传播,在高温低温环境下极易爆发。发病初期,叶片表面会出现水浸状病斑,随后迅速扩展为黄褐色多角形病斑,严重时全叶枯黄卷曲,光合作用受阻,黄瓜产量大幅下降。而霜霉威盐酸盐作为一种高效的内吸性杀菌剂,能迅速被植物吸收并在体内传导,通过抑制病原菌细胞膜的形成,阻断其能量代谢,从而有效抑制病菌的生长和繁殖。

2.2 控制病虫害基数

蔬菜生长期的化学防控是一项具有前瞻性的重要措施,其核心目标在于降低病虫害的越冬、越夏基数,从源头上减少下一季病虫害的发生风险。病虫害在生长季节结束后,往往会以卵、幼虫、蛹或成虫等形态在土壤、植株残体、杂草等场所蛰伏,成为下一季病虫害发生的初始传染源。

以小菜蛾为例,该害虫是甘蓝等十字花科蔬菜的主要害虫之一,具有繁殖能力强、世代重叠严重的特点。秋季甘蓝收获后,大量小菜蛾蛹会隐藏在土壤中越冬,若不加以防治,次年春季气温回升时,蛹会羽化为成虫,进而产卵危害新种植的蔬菜。通过在秋季甘蓝收获后喷施低毒、高效的杀虫剂,如氯虫苯甲酰胺等,能够有效杀灭土壤表层和植株残体中的小菜蛾蛹。

2.3 提升商品品质

蔬菜的商品品质是影响其市场价值的关键因素,而病虫害的侵袭往往会对蔬菜的外观和内在品质造成严重破坏。蚜虫作为刺吸式害虫,在危害蔬菜时,不仅会吸食叶片的汁液,导致叶片卷曲、皱缩,影响蔬菜的光合作用和正常生长,还会传播病毒病,如黄瓜花叶病毒、番茄病毒病等,进一步加剧对蔬菜的危害。受病毒病感染的蔬菜,叶片会出现斑驳、畸形,果实出现畸形、变色等问题,严重降低了蔬菜的商品价值。

3 蔬菜种植中化学防控过量使用的突出问题

3.1 农药残留超标风险高

部分种植主体为追求“速效性”,违规使用高毒、高残留农药(如克百威、氧乐果),或缩短安全间隔期(如规定7天安全间隔期却在3天内采收)。2022年国家食品安全风险监测显示,叶菜类蔬菜中氯氰菊酯、毒死蜱等药剂残留超标率达9.2%,其中韭菜因根蛆防治频繁使用有机磷类农药,残留超标率高达12.5%。残留超标的蔬菜不仅影响消费者健康(如引发恶心、呕吐,长期摄入可导致慢性中毒),还制约出口贸易——我国蔬菜出口因农药残留问题被欧盟、日本等市场退回的案例年均超200起,经济损失超10亿元。

3.2 生态环境破坏严重

化学药剂的不当使用对土壤、水体、大气及生物多样性造成多重破坏,长期过量施用农药,导致土壤中农药残留量累积,如我国设施蔬菜种植区土壤中吡虫啉残留量远超土

壤环境质量标准(0.5mg/kg),抑制土壤微生物活性,导致土壤肥力下降;同时,广谱性化学药剂在防治害虫的同时,杀伤蜜蜂、瓢虫、寄生蜂等有益生物,如喷施拟除虫菊酯类药剂后,田间蜜蜂种群数量减少60%以上,导致蔬菜授粉率下降,产量间接受损。

3.3 病虫害抗药性快速进化

单一、高频次使用同一种或同一作用机理的化学药剂,加速病虫害抗药性形成。据中国农业科学院植物保护研究所监测,我国蔬菜主产区的小菜蛾对氯氰菊酯抗性倍数达800-1200倍,对阿维菌素抗性达500-800倍;黄瓜霜霉病菌对甲霜灵的抗性率已达75%,常规剂量下防效从90%降至50%以下。(四)种植成本与资源浪费

过量使用化学药剂直接增加种植成本,据调研,我国露地蔬菜亩均农药成本达200-300元,设施蔬菜因病虫害发生频繁,农药成本高达500-800元,占总种植成本的15%-20%。同时,落后的施药器械(如传统背负式喷雾器)导致农药利用率仅为30%-35%,其余65%-70%的药剂通过挥发、流失、飘移浪费,不仅增加成本,还加剧环境压力^[1]。

4 化学防控技术减量增效的关键应用技术

4.1 精准监测预警与科学用药技术

4.1.1 多元化监测手段

在蔬菜种植化学防控的精准监测预警中,物理监测通过利用小菜蛾性诱剂、斜纹夜蛾性诱剂等性诱剂,黄板(诱蚜虫、粉虱)、蓝板(诱蓟马)等色板及频振式诱虫灯监测害虫种群密度,每亩设置2-3个性诱剂诱捕器与10-15块色板,实时记录害虫数量;生物监测则通过定期调查田间病株率、虫口减退率实现,如针对番茄晚疫病每3天调查1次,并记录叶片发病级别;物联网预警技术则针对设施蔬菜基地,通过部署温湿度传感器、虫情测报灯与孢子捕捉仪,将数据实时传输至云端平台,借助AI模型预测病虫害发生趋势,提前3-5天发布预警信息。

4.1.2 科学用药决策

根据监测结果,结合“防治阈值”与“药剂特性”制定用药方案:施药时期应避开蔬菜敏感生育期(如苗期、采收期),选择病虫害发生初期(如害虫低龄幼虫期、病害初发期)施药,此时病虫害抗药性弱、防控难度低,可减少用药剂量与次数;施药剂量严格按照GB/T8321《农药合理使用准则》规定的剂量施药,。

4.2 高效低风险化学药剂替代技术

以“低毒、低残留、环境友好、高活性”为原则,替代高毒、高残留、高抗性风险的传统药剂,是减量增效的核心路径,不同药剂的减量增效效果如下表所示:

生物源农药替代化学农药:如用苦参碱(植物源)替代氧乐果(有机磷类)防治蚜虫,亩用量20ml,防效达85%,残留期仅3天,较氧乐果(残留期7天)缩短57%;

用苏云金杆菌（Bt，微生物源）替代氯氟菊酯防治菜青虫，亩用量 100g，防效达 90%，对蜜蜂、瓢虫无杀伤作用；
缓释剂型替代常规剂型：将乳油、可湿性粉剂等常规

剂型，替换为微胶囊悬浮剂、水乳剂等缓释剂型，如吡虫啉微胶囊悬浮剂，药剂缓慢释放，持效期从 7 天延长至 15 天，每季用药次数从 3 次减少至 2 次，用量减少 30%。

表 1：不同药剂的减量增效效果

药剂类型	药剂名称	作用机理	亩用量	每季使用次数	防效	残留量（mg/kg）
传统高毒药剂	毒死蜱乳油	有机磷类	30ml	3	75%	0.12
低毒替代药剂	氯虫苯甲酰胺	鱼尼丁受体抑制剂	10ml	2	92%	0.01
生物源药剂	Bt 可湿性粉剂	微生物源	100g	2	88%	未检出

4.3 施药器械优化与精准施药技术

4.3.1 高效施药器械应用

无人机施药：适用于大面积露地蔬菜基地，无人机搭载雾化喷头，雾滴直径 100-200 μ m，可实现“低空飞行、均匀喷雾”，药剂利用率达 60% 以上，较人工喷雾（30%）提高 1 倍，亩用量减少 30%-40%。例如，在山东寿光露地甘蓝基地，无人机喷施氯虫苯甲酰胺防治小菜蛾，亩用量 8ml，防效达 90%，较人工喷雾（12ml）减少 33%；

静电喷雾器：利用静电吸附原理，雾滴带负电，吸附于带正电的蔬菜叶片表面（正反面均能附着），药剂利用率达 70% 以上，较传统喷雾器减少用药 50%。适用于设施蔬菜（如大棚番茄、黄瓜），可减少药剂在棚内的飘移与残留；

4.3.2 施药技术优化

针对病虫害发生部位定向施药，如根部病害（如韭菜根蛆）采用“灌根”而非“叶面喷雾”，亩用量减少 50%；蚜虫、粉虱等叶面害虫采用“叶面点喷”，避免药剂喷至土壤；喷雾时间避开高温（10:00-15:00）、大风（风速> 3m/s）天气，选择清晨或傍晚（气温 20-25℃、风速< 2m/s）施药，减少药剂挥发与飘移^[2]。

4.4 “化学 + 非化学”协同集成技术

将化学防控与农业防治、物理防治、生物防治结合，构建“预防为主、综合防治”的防控体系，减少化学药剂依赖。

4.4.1 化学 + 农业防治

“化学 + 农业防治”模式通过农业措施减少病虫害基数，从而降低化学用药需求：其中轮作倒茬可采用黄瓜与生菜、番茄与芹菜轮作的方式，有效减少黄瓜枯萎病等土传病害发生，使化学药剂用量减少 30%；清洁田园需在蔬菜收获后及时清除病残体，通过集中销毁或深埋的方式减少病虫害越冬基数，进而让次年化学用药次数减少 1-2 次；抗性品种选育则是种植抗病病虫害品种，如抗霜霉病黄瓜品种“津春 4 号”、抗蚜虫番茄品种“中蔬 10 号”，能使病虫害发生程度显著降低。

4.4.2 化学 + 物理防治

物理措施诱杀部分害虫，减少化学用药剂量在大棚内悬挂黄板诱杀蚜虫、粉虱，虫口密度降低 50% 后，喷施低剂量药剂；设施蔬菜棚室覆盖 40 目防虫网，阻隔菜青虫、

蚜虫等害虫侵入，仅在虫害零星发生时喷施药剂，用药次数从每季 3 次减少至 1 次。

4.4.3 化学 + 生物防治

生物措施控制低密度病虫害，化学药剂应急防控高密度病虫害：天敌昆虫 + 化学药剂，在甘蓝田释放瓢虫（防治蚜虫）、寄生蜂（防治小菜蛾），当虫口密度超过防治阈值时，喷施对天敌低毒的药剂（如氯虫苯甲酰胺），用药量减少 50%；微生物农药 + 化学农药，先喷施枯草芽孢杆菌（防治番茄灰霉病），7 天后若病害仍有扩散，喷施低剂量腐霉利^[3]。

4.5 科学布局，优化生态结构

科学布局与生态结构优化是蔬菜化学防控减量增效的长效生态支撑，核心是通过调整种植系统生态要素，增强农田自我调控能力，从源头减少病虫害，降低化学药剂依赖。

空间上，推行“主栽蔬菜 + 伴生植物”模式，如大棚黄瓜间作薄荷驱避蚜虫，露地甘蓝周边种玉米阻隔害虫迁飞；时间上执行轮作倒茬，如“黄瓜 - 生菜 - 芹菜”轮作，减少土传病害，减杀菌剂 30% 以上。

5 结论

化学防控技术作为蔬菜病虫害防控的核心手段，在应急保障蔬菜产量、降低病虫害越冬越冬基数、提升蔬菜商品品质方面发挥着不可替代的作用。蔬菜种植化学防控技术的减量增效并非否定化学防控的价值，而是通过科技创新与体系优化，实现“精准、高效、绿色”的防控目标。未来，随着技术推广的深化与政策保障的完善，该技术将为保障蔬菜质量安全、保护农业生态环境、推动蔬菜产业绿色转型提供重要支撑，助力实现产业经济效益与生态效益的协同发展。

参考文献

- [1] 周黎. 大棚蔬菜病虫害绿色防控技术[J].农村科学实验,2025,(12):97-99.
- [2] 陈燕羽,罗劲梅,李萍,等. 我国豇豆病虫害绿色防控技术研究应用进展及对策建议[J].植物保护,2025,51(02):1-7+17.
- [3] 张颖. 西兰花病虫害绿色防控技术集成与应用[J].农家参谋,2022,(10):82-84.

Analysis of technical advantages and challenges of modern biotechnology in forestry breeding

Yujuan Zhang

State-owned Forest Farm, Qianjiang District, Chongqing, Chongqing, 409000, China

Abstract

Amid intensifying global climate change, sustained growth in timber demand, and the inherent limitations of traditional forestry breeding—such as lengthy cycles, low efficiency, and genetic improvement challenges—modern biotechnology has emerged as a pivotal solution to overcome breeding bottlenecks. To address the challenge of rapidly developing high-resistance, high-quality, and high-yield new tree varieties through conventional methods, technologies like genome editing enable precise breeding, transgenic approaches enhance stress tolerance and productivity, while molecular markers accelerate screening of superior traits. These innovations significantly shorten breeding cycles and improve genetic gains. This paper systematically examines the technological advantages of modern biotechnology in forestry breeding alongside its ethical controversies, ecological risks, and regulatory constraints. The analysis provides theoretical support for optimizing application pathways and balancing innovation with safety, ultimately contributing to sustainable forestry development and efficient resource utilization.

Keywords

modern biotechnology; forestry breeding; technological advantages; challenges

现代生物技术在林业育种中的技术优势与挑战分析

张玉娟

重庆市黔江区国有林场, 中国 · 重庆 409000

摘要

在全球气候变化加剧、木材需求持续增长及传统林业育种周期长、效率低、遗传改良难度大的背景下, 现代生物技术已成为突破林业育种瓶颈的关键手段。针对传统方法难以快速获得高抗、优质、高产新品种的问题, 其通过基因组编辑推动育种精准化、转基因提升树种抗逆性与产量、分子标记加速优良性状筛选等技术, 在缩短育种周期、提高遗传增益等方面发挥重要作用。本文系统分析现代生物技术在林业育种中的技术优势及面临的伦理争议、生态风险、法规制约等挑战, 为优化技术应用路径、平衡创新与安全提供理论支撑, 助力林业可持续发展和资源高效利用。

关键词

现代生物技术; 林业育种; 技术优势; 挑战

1 引言

全球气候变化加剧与木材资源需求持续攀升的背景下, 林业作为生态屏障与经济产业的双重属性日益凸显, 但传统林业育种依赖杂交选育、实生苗筛选等方法, 存在周期长(通常需 10-20 年)、遗传增益有限、抗逆性改良难度大等瓶颈, 难以满足现代林业对高产、优质、多抗树种的迫切需求。现代生物技术如基因组编辑、转基因及分子标记等技术的突破, 为突破育种限制提供了新路径, 其在林业领域的应用潜力与潜在风险交织, 亟待系统探讨技术优势与挑战, 以推动林业育种创新发展。

2 现代生物技术在林业育种中的技术优势

2.1 基因组编辑技术推动育种精准化

基因组编辑技术以 CRISPR-Cas9 系统为核心工具, 通过对植物基因组特定核苷酸序列的定向修饰, 实现对目标性状的精准调控, 显著提升了林业育种的可控性与准确性。传统林业育种依赖随机突变或杂交选育, 难以精准定位并修改关键功能基因, 常导致目标性状分离率高、稳定周期长; 而基因组编辑技术可基于已知基因功能信息, 直接针对调控抗逆性、生长速率或木材品质的核心基因, 设计 sgRNA (单链引导 RNA), 引导 Cas9 核酸酶在特定位置产生 DNA 双链断裂, 进而通过非同源末端连接 (NHEJ) 或同源重组修复 (HDR) 机制实现基因敲除、插入或替换。例如, 在杨树抗虫育种中, 通过编辑 Bt 受体基因 (如 ABCC2) 破坏害虫取食信号通路, 可使转基因植株对天牛幼虫的抗性显著高

【作者简介】张玉娟 (1977-), 女, 土家族, 中国重庆人, 本科, 高级工程师, 从事林业研究。

于野生型；在落叶松材性改良中，针对控制木质素合成的CAD基因进行定点突变，可有效调整木材中纤维素与木质素的比例，直接改善木材加工性能。相较于传统方法需通过表型筛选耗时5-10年，基因组编辑技术可将目标性状固定周期缩短至2-3代，且能精准规避不良性状连锁累赘，为林业良种培育提供了“按需设计”的技术路径。

2.2 转基因技术提升树种抗逆性与产量

转基因技术通过将外源功能基因，包括微生物源、动物源或其他植物源基因）整合至林木基因组中，突破物种生殖隔离限制，使受体树种获得传统育种难以获得的抗逆性或产量提升性状，有效拓展了林业育种的遗传基础。传统杂交育种受限于近缘种间亲缘关系，难以聚合多抗基因或引入远缘优异基因；而转基因技术可通过农杆菌介导法、基因枪法等转化体系，将功能明确的基因转入目标树种，使其表达相应蛋白质或代谢产物以应对外界胁迫。例如，转Bt基因欧美杨对光肩星天牛的抗性显著高于野生型，田间试验显示其能有效降低虫害发生率；转DREB1A基因的樟子松在干旱胁迫下，存活率明显提高，生物量显著增加；转BADH基因的耐盐桉树可在土壤含盐量较高的条件下正常生长，耐盐能力显著增强。此外，通过调控生长相关基因的表达，转基因技术还可促进林木速生性，如转过表达GA20ox基因的杨树，胸径年生长量较对照明显增加，轮伐期可缩短3-5年。

2.3 分子标记技术加速优良性状的筛选

分子标记技术基于DNA序列多态性与目标性状的紧密连锁或共线性关系，通过在苗期或组织培养阶段检测分子标记，实现对优良个体的早期、精准筛选，显著缩短了传统表型鉴定的周期并降低了环境干扰。传统表型筛选需待植株生长至一定阶段才能评估目标性状，且易受光照、水分等环境因素影响，导致误判率高，而分子标记可在种子萌发或愈伤组织阶段通过PCR扩增或芯片检测直接识别含目标基因的个体，将筛选周期缩短至数周甚至数天。例如，在马尾松抗松材线虫病育种中，利用与抗病基因R基因共分离的SSR标记，可从F2代群体中快速筛选出携带R基因的阳性植株，筛选效率显著高于表型鉴定，且不受松材线虫侵染季节限制；在水稻抗倒伏性状改良中，通过SNP标记定位控制茎秆强度的基因（如OsSPL14），已成功培育出茎秆机械强度较高的品系，相关技术已拓展至林业领域，如针对杨树倒伏问题的茎秆木质素含量SNP标记筛选，准确性较高^[1]。此外，分子标记辅助选择（MAS）可与杂交育种、基因组编辑等技术协同应用，通过构建高密度遗传图谱，实现对多个性状的聚合筛选，推动林木育种从“经验导向”向“基因型导向”转变，为规模化、高效化培育优良品种提供了技术保障^[2]。

3 现代生物技术在林业育种中的挑战

3.1 技术应用中的伦理问题与公众争议

现代生物技术在林业育种中的应用突破了传统杂交育

种的自然遗传边界，但也引发了多维度的伦理讨论与公众争议。其中，基因组编辑技术通过定点修饰目标基因实现精准性状改良，虽提升了育种效率，却被部分群体质疑“人为干预自然演化进程”的伦理合理性，如对杨树次生生长基因的编辑可能改变其生命周期特征，影响林地生态系统的动态平衡；转基因技术将外源功能基因（如Bt毒蛋白基因、DREB抗逆基因）导入林木基因组，模糊了物种间遗传屏障，被质疑是否符合“尊重生物固有遗传完整性”的伦理原则，尤其在涉及多年生木本植物时，其遗传改变可能通过花粉传播或根系交互影响周边野生种群，进一步加剧伦理争议。公众层面，由于对基因编辑、转基因等技术原理的认知差异，部分群体担忧技术应用可能引发生态风险（如基因漂移、抗性进化），进而反对其在自然林或生态敏感区的推广。同时，林木作为长期存活的生物类群，其遗传修饰的影响可能跨越数十年甚至上百年，现有伦理评估体系多基于短期农业生物技术，难以全面覆盖林业场景的代际风险，导致伦理审查标准的制定面临科学依据与公众接受度双重挑战^[3]。

此外，林业生物技术的伦理问题还涉及“风险责任主体”的划分与监管制度的适配性。目前多数伦理评估框架依赖农业作物的案例，而林木育种的长生命周期与复杂生态交互使得责任归属难以界定，如基因漂移引发的跨林分遗传效应究竟由科研机构、推广企业还是林地管理者负责，尚缺乏统一规范。再者，部分技术成果在商业化推广环节往往存在信息披露不足的问题，公众难以获取透明的实验数据与风险评估过程，进一步放大了社会层面的信任危机。

3.2 环境与生态风险的潜在影响

现代生物技术在林业育种中的应用虽能显著提升树种的经济与生态价值，但其释放至自然环境后可能引发多维度、长周期的生态风险，这些风险的复杂性源于林木作为多年生木本植物的生物学特性与生态系统的交互作用。其中，基因漂移是首要风险源，转基因或基因编辑林木通过花粉传播与野生近缘种发生杂交，可能将外源功能基因整合至野生种群基因组中，导致野生种遗传多样性稀释或生态位偏移。此外，抗逆性性状的导入虽能增强改良树种对胁迫环境的适应性，却可能使其获得超出原生境的竞争优势，增加生态入侵风险。如转耐盐基因（如BADH甜菜碱醛脱氢酶基因）的桉树在土壤含盐量0.5%的条件下仍能正常生长，而野生桉树通常仅能耐受0.3%以下的盐渍环境。

同时，分子标记辅助选择（MAS）技术虽能高效筛选目标性状，但过度依赖少数关键基因（如控制纤维素合成的CesA基因家族、调控生长速率的FT基因）可能导致林木种群的遗传基础趋于狭窄。以杨树速生品种培育为例，若连续多代通过MAS筛选高表达CesA基因的个体，其子代中该基因的等位变异频率可能从野生型的15%提升至80%以上，当病原体进化出针对高CesA基因表达植株的致病机制时，缺乏遗传变异的林分可能大规模死亡，进而引发土壤侵

蚀、碳汇功能衰减等连锁生态问题。与农业作物相比,林木的生长周期长达 20-50 年甚至更久,遗传基础狭窄的潜在风险需经过多代累积才会显现,而传统的短期监测难以捕捉早期预警信号,导致风险防控措施往往滞后于问题爆发,进一步加剧了生态管理的难度。

3.3 法规与政策制约对技术应用的限制

现代生物技术在林业育种中的应用面临法规与政策的多重制约,不同国家或地区的监管框架差异显著影响了技术的推广效率与国际协同进程。以欧盟为例,其基于“预防原则”制定的《欧盟转基因生物指令》(2001/18/EC)对转基因林木实施全周期严格监管,要求环境释放前需完成实验室毒性测试、封闭田间试验、开放环境释放试验及长期生态监测等多阶段风险评估,涵盖基因漂移对野生种群的影响、目标与非目标生物的相互作用、抗性进化风险等具体指标,并明确规定转基因林木仅可在“高度可控条件”下种植,禁止大规模商业化推广至自然林区。与之形成对比的是美国,其遵循“实质等同性”原则(《生物技术监管协调框架》),对经评估与环境风险等同于传统品种的低风险转基因林木(如转低毒蛋白抗虫基因杨树)简化审批流程,仅需提交安全性报告即可获得田间试验许可,但对于基因编辑技术的监管仍存在法律空白——美国农业部(USDA)将未引入外源基因且未改变植物有害生物特性的基因编辑产品视为“非转基因”,无需按转基因法规管理,而欧盟部分成员国(如德国)则要求此类产品仍需履行转基因生物风险评估程序,导致跨国育种企业在技术转移时面临标准冲突,需针对不同市场重新设计试验方案,显著增加了合规成本。

除监管差异外,知识产权保护与遗传资源权属问题进一步制约了技术的普惠性应用。其中,分子标记技术涉及的 SNP 位点、基因序列等遗传资源的权属界定长期存在模糊性,跨国公司常通过专利布局强化技术垄断:例如某跨国农业生物技术企业曾对杨树中与耐旱性相关的 3 个 SNP 标记申请发明专利,主张其对含有该标记的林木品种享有排他性使用权,导致印度、巴西等发展中国家的育种机构因无法获得专

利授权,被迫放弃相关育种项目或支付高额许可费,直接限制了技术在这些地区的推广应用。

此外,林木遗传资源多属于公共资源,其开发利用的利益分配机制尚未完善——《名古屋议定书》虽要求遗传资源的获取与惠益分享需经资源提供国同意,但在实际操作中,公共资源的权属主体与育种机构的权益划分缺乏明确法律依据,导致资源提供方难以从技术商业化中获得合理回报,极大降低了其参与遗传资源开发的积极性^[4]。这些法规与政策的制约本质上是社会对技术风险的谨慎态度与技术创新需求之间的平衡结果,既反映了公众对生态安全、伦理风险的关切,也对技术研发机构提出了更高要求,需在设计实验方案时同步考虑不同国家的监管差异,在品种选育过程中注重遗传资源的公平获取与惠益共享,从而推动现代生物技术在林业育种中的可持续应用。

4 结语

本文系统梳理了现代生物技术在林业育种中的技术优势与挑战:基因组编辑推动精准化育种、转基因提升抗逆性与产量、分子标记加速性状筛选等技术,有效突破了传统育种周期长、效率低的瓶颈。同时,技术应用面临伦理争议、生态风险及法规制约等现实挑战。未来需通过完善跨区域监管协同、强化遗传资源公平共享及提升公众认知,推动现代生物技术与林业育种的深度融合,实现技术创新与生态安全的平衡发展,为林业可持续发展和资源高效利用提供更坚实的科技支撑。

参考文献

- [1] 董建民. 林木生物技术育种的现代应用[J]. 农家参谋, 2020, (17):121.
- [2] 姚凯. 生物技术在林业育种中的应用探究[J]. 现代园艺, 2019, (22):213-214.
- [3] 祝剑峰,李芬. 生物技术在现代林业中的应用[J]. 农村经济与科技, 2015, 26(05):67+178.
- [4] 陈罡,张素清,马冬菁,等. 现代生物技术在辽宁林业研究中的应用前景[J]. 辽宁林业科技, 2014, (03):61-63.

Study on common diseases and insect pests in barley cultivation and control strategies

Cirenwangzha

Shading Township Agricultural and Animal Husbandry Comprehensive Service Center, Bianba County, Changdu City, Tibet Autonomous Region Xizang Changdu City, Changdu, Xizang, 854000, China

Abstract

As a vital food and cash crop in the Qinghai-Tibet Plateau region, barley's yield and quality directly determine local agricultural development and food security. In recent years, global warming and the shift to large-scale farming have led to increasing pest and disease outbreaks during barley cultivation, severely hindering sustainable industry growth. This study combines field research with literature analysis to systematically examine common diseases (e.g., stripe rust, powdery mildew, and bacterial stripe) and pests (e.g., aphids, barley leafhoppers, and underground insects) in barley production. It identifies their occurrence patterns and damage characteristics, proposing a comprehensive control strategy featuring "agricultural prevention as the foundation, physical control as supplementary, biological control as core, and chemical control as emergency." The findings provide theoretical foundations and technical support for green, high-yield barley cultivation in the Qinghai-Tibet Plateau region, enhancing industry quality and efficiency.

Keywords

Barley; Pest and disease; Disease pattern; Integrated control; Green cultivation

青稞种植期间常见病虫害与防治策略研究

次仁旺扎

西藏自治区昌都市边坝县沙丁乡农牧综合服务中心, 中国·西藏 昌都 854000

摘要

青稞作为青藏高原地区重要的粮食作物与经济作物, 其产量和品质直接关系到当地农业经济发展与粮食安全。近年来, 随着全球气候变暖及种植模式的规模化转变, 青稞种植期间病虫害发生频率逐年上升, 严重制约了青稞产业的可持续发展。本文通过实地调研与文献分析相结合的方式, 系统梳理了青稞种植中常见的病害(如青稞条纹病、锈病、白粉病)与虫害(如蚜虫、青稞吸浆虫、地下害虫)的发病规律、危害特征, 并针对性提出“农业防治为基础、物理防治为辅助、生物防治为核心、化学防治为应急”的综合防治策略。研究结果可为青藏高原地区青稞绿色高产栽培提供理论依据与技术支撑, 助力青稞产业提质增效。

关键词

青稞; 病虫害; 发病规律; 综合防治; 绿色栽培

1 引言

青稞(*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.) 属禾本科大麦属, 是大麦的一个变种, 因其籽粒裸露、耐寒性强、适应性广的特性, 成为青藏高原海拔 3000-4500 米地区的优势作物 [1]。据统计, 我国青稞年种植面积约 1500 万亩, 其中西藏、青海、四川甘孜等地区的种植面积占比超 80%, 青稞不仅是当地居民主食“糌粑”的原料, 还被广泛应用于啤酒酿造、保健品开发等领域, 年产值超 50 亿元 [2]。然而, 受青藏高原独特气候条件(昼夜温差大、降水集中)及种

植管理水平的影响, 青稞病虫害问题日益突出。数据显示, 2020-2023 年西藏青稞主产区因病虫害导致的减产率达 10%-25%, 其中青稞条纹病和蚜虫危害最为严重, 单一病害或虫害可造成亩减产 50-150 公斤。

因此, 深入研究青稞常见病虫害的发生机制与科学防治策略, 对保障青稞产量稳定、提升产品品质、推动青藏高原农业可持续发展具有重要现实意义。本文基于近年来青稞病虫害研究成果与生产实践经验, 构建系统化的病虫害防治体系, 为青稞种植户提供可操作的技术方案。

2 青稞种植期间常见病害及发生规律

青稞病害按发病部位可分为叶部病害、茎部病害与籽粒病害, 其中叶部病害发生频率最高、传播速度最快, 对光合作用的破坏最为直接。本节重点分析 3 种危害范围最广的

【作者简介】次仁旺扎(1993-), 男, 藏族, 中国西藏扎囊人, 助理工程师, 从事农业病虫害与防治研究。

病害：青稞条纹病、青稞锈病、青稞白粉病。

2.1 青稞条纹病

青稞条纹病是由半知菌亚门德氏霉属真菌 (*Drechslera graminea*) 引起的系统性病害,也是青稞播种后最早发生的病害之一,俗称“花叶子病”。该病主要通过带菌种子传播,土壤与病残体也可作为次要侵染源。在发病规律上,青稞条纹病的发生与播种期温度、土壤湿度密切相关。当播种后土壤温度处于 10-15℃、相对湿度高于 70% 时,病菌孢子萌发率可达 80% 以上,病菌通过种子胚芽侵入幼苗体内,随植株生长扩散至叶片。从发病症状来看,该病具有明显的阶段性:幼苗期叶片出现淡黄色点状斑点,随着植株进入分蘖期,斑点逐渐扩展为平行于叶脉的黄褐色条纹,条纹上密布黑色霉层(病菌分生孢子);抽穗期后,感病植株茎秆细弱、穗小粒瘪,严重时整株枯萎,结实率不足 30%^[1] 调查显示,西藏日喀则、青海海东等青稞主产区,青稞条纹病年均发病率为 12%-18%,重发年份可达 25% 以上,且连作地块的发病率比轮作地块高 10-15 个百分点,这与土壤中病菌积累量增加密切相关。

2.2 青稞锈病

青稞锈病是由担子菌亚门柄锈属真菌引起的一类专性寄生病害,根据病菌种类不同,可分为条锈病 (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*)、叶锈病 (*Puccinia hordei*) 和秆锈病 (*Puccinia graminis* f. sp. *hordei*),其中以条锈病和叶锈病危害最为普遍。青稞锈病的发生具有典型的季节性,主要集中在青稞拔节期至灌浆期(每年 5-7 月)。此时青藏高原地区气温回升至 15-20℃,且伴随集中降水,空气相对湿度维持在 65%-85%,为病菌孢子传播与萌发提供了适宜条件^[8]。病菌主要通过气流传播,远距离扩散能力强,单个病斑可产生数千个孢子,随风扩散至周边地块,侵染健康植株叶片。不同锈病的症状存在差异:条锈病病斑呈淡黄色,椭圆形,沿叶脉排列成条状;叶锈病病斑为橘红色,圆形或近圆形,分布无规律;秆锈病病斑为深褐色,长椭圆形,多发生在茎秆和叶鞘上。三种锈病均会破坏叶片叶绿素,导致光合作用效率下降,据测算,感病植株的光合速率比健康植株降低 30%-50%,灌浆期感病可导致千粒重下降 8%-12%。

2.3 青稞白粉病

青稞白粉病由子囊菌亚门白粉菌属真菌 (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) 引起,主要危害青稞叶片、叶鞘及穗部,在高海拔、高温度的青稞种植区发生频率逐年上升。

该病的发生与植株密度、氮肥施用水平密切相关。当种植密度过高(亩株数超过 30 万)、氮肥施用过量时,青稞植株徒长,田间通风透光条件变差,相对湿度升高,容易诱发白粉病^[11]。病菌以闭囊壳在病残体上越冬,次年春季气温回升至 18-22℃ 时,闭囊壳释放子囊孢子,通过气流传播至青稞叶片表面,萌发后形成菌丝,以吸器侵入表皮细胞获取营养。

青稞白粉病的典型症状为叶片表面出现白色粉状物(菌丝和分生孢子),初期为点状,后期扩展为连片白粉层,严重时整个叶片被白粉覆盖;发病后期,白粉层逐渐变为灰白色或褐色,叶片发黄干枯。^[2] 调查显示,白粉病可导致青稞减产 8%-15%,且感病籽粒蛋白质含量降低 2-3 个百分点,品质明显下降。

3 青稞种植期间常见虫害及危害特征

青稞虫害按危害部位可分为地上害虫与地下害虫,地上害虫主要危害叶片、茎秆和籽粒,地下害虫则危害根系和种子,两者均会对青稞生长造成严重影响。本节重点分析 3 种高发虫害:青稞蚜虫、青稞吸浆虫、青稞地下害虫(蛴螬、蝼蛄)。

3.1 青稞蚜虫

青稞蚜虫主要包括麦长管蚜 (*Sitobion avenae*) 和禾谷缢管蚜 (*Rhopalosiphum padi*),属同翅目蚜科,是青稞种植期间发生时间最长、繁殖速度最快的虫害。青稞蚜虫以成虫和若虫刺吸青稞叶片、茎秆和穗部汁液为害,其发生规律与温度密切相关:每年 4 月青稞返青期开始出现,5-6 月(分蘖期至拔节期)气温升至 18-25℃ 时进入繁殖高峰期,单雌可产仔蚜 30-50 头,世代周期仅 7-10 天,短期内可形成大规模种群。蚜虫危害不仅导致植株养分流失,叶片出现黄白色斑点、卷曲枯萎,还会分泌蜜露,诱发煤污病,影响光合作用;抽穗期蚜虫聚集在穗部危害,导致籽粒灌浆不足,千粒重下降。此外,青稞蚜虫还是青稞黄矮病毒病的传播媒介,带毒蚜虫可通过刺吸汁液将病毒传播给健康植株,病毒病一旦发生,防治难度极大,可造成亩减产 20% 以上。调查显示,西藏那曲、青海玉树等地区,青稞蚜虫年均发生面积占种植面积的 60% 以上,重发年份可达 80%,对青稞产量构成严重威胁。

3.2 青稞吸浆虫

青稞吸浆虫 (*Contarinia tritici*) 属双翅目瘿蚊科,是专一危害青稞籽粒的毁灭性虫害,俗称“麦蛆”。该虫以幼虫侵入青稞颖壳内,刺吸籽粒汁液为害,具有“隐蔽性强、危害集中”的特点,前期不易被发现,一旦发生,损失严重。青稞吸浆虫的生活史与青稞生育期高度同步,一年发生 1 代,以老熟幼虫在土壤中结茧越冬,次年 5 月青稞孕穗期,幼虫破茧上升至土壤表层化蛹,蛹期 7-10 天;青稞抽穗期,成虫羽化出土,交配后将卵产在青稞颖壳内,卵期 3-5 天,孵化后的幼虫侵入颖壳,在籽粒内取食为害,幼虫期约 20 天,老熟后随籽粒收获或落入土壤越冬。吸浆虫的危害程度与幼虫侵入时间密切相关:灌浆初期侵入,可导致籽粒空瘪;灌浆中期侵入,籽粒皱缩,千粒重下降;灌浆后期侵入,对产量影响较小。据测算,每穗有 1 头幼虫危害,千粒重下降 5%-8%;每穗有 3 头以上幼虫,籽粒基本空瘪,结实率不足 40%。

4 青稞病虫害综合防治策略

青稞病虫害防治应遵循“预防为主、综合防治”的植保方针,结合青藏高原地区生态环境特点与青稞生长特性,构建“农业防治+物理防治+生物防治+化学防治”的一体化防治体系,在有效控制病虫害的同时,减少化学农药使用,保障青稞绿色安全生产。

4.1 农业防治:奠定健康种植基础

农业防治是通过优化种植管理措施,减少病虫害发生基数,是综合防治的基础。具体措施包括:

1. 选用抗病虫品种:筛选与推广抗病虫品种是最经济、有效的防治手段。针对青稞条纹病,可选用“藏青2000”“喜拉22”等抗病品种;针对青稞锈病,可选用“昆仑14号”“康青7号”等品种;针对蚜虫,可选用“甘青4号”等抗蚜品种。同时,应建立品种轮换制度,避免长期种植单一品种导致抗病性丧失。

2. 合理轮作倒茬:轮作可减少土壤中病菌和害虫的积累,建议采用“青稞-豌豆-马铃薯”或“青稞-油菜-燕麦”的轮作模式,轮作周期2-3年。避免青稞连作超过3年,尤其在病虫害重发地块,必须实行轮作[23]。

3. 科学水肥管理:根据青稞需肥规律,合理施用氮、磷、钾肥料,避免氮肥过量导致植株徒长。基肥以有机肥为主(亩施腐熟羊粪2000-3000公斤),追肥以磷钾肥为主(拔节期亩施磷酸二铵10-15公斤、氯化钾5-8公斤)。同时,采用滴灌或喷灌方式,避免大水漫灌,降低田间湿度,减少病害发生。

4. 清洁田园:青稞收获后,及时清除田间病残体(病叶、病穗、残秆),集中深埋或焚烧,减少病菌和害虫的越冬场所;播种前深耕土壤20-25厘米,破坏地下害虫的越冬环境,降低虫口基数。

4.2 物理防治:辅助控制病虫害扩散

物理防治是利用物理手段诱杀或阻隔病虫害,具有环保、无残留的特点,适合在青藏高原生态敏感区应用。具体措施包括:

1. 诱杀成虫:针对青稞蚜虫和吸浆虫成虫,可采用黄色粘虫板诱杀,每亩放置20-30块,悬挂高度与青稞植株顶部齐平,每15-20天更换1次;针对地下害虫蝼蛄,可采用黑光灯诱杀,每亩设置1盏,傍晚开启,清晨关闭,诱杀成虫。

2. 种子处理:播种前对青稞种子进行物理处理,如晒种2-3天,利用紫外线杀灭种子表面的病菌;或采用温汤浸种,将种子放入50-55℃温水中浸泡10-15分钟,搅拌均匀,可有效杀灭青稞条纹病病菌。

3. 人工除草:杂草是病虫害的中间寄主,及时人工拔除田间杂草,尤其是禾本科杂草,可减少蚜虫、锈病等病虫害

的传播源。建议在青稞分蘖期和拔节期各进行1次人工除草^[3]。

4.3 生物防治:构建生态防控体系

生物防治是利用有益生物或生物制剂控制病虫害,符合绿色农业发展要求,是综合防治的核心。具体措施包括:

1. 利用天敌昆虫:青稞蚜虫的天敌主要有瓢虫(七星瓢虫、异色瓢虫)、蚜茧蜂、草蛉等,每亩释放瓢虫成虫500-1000头,或蚜茧蜂茧1000-1500个,可有效控制蚜虫种群数量。同时,应保护田间自然天敌,避免在天敌活动高峰期使用广谱性化学农药。

2. 施用生物制剂:针对青稞病害,可选用生物杀菌剂,如防治青稞条纹病,播种前用2亿CFU/克木霉菌可湿性粉剂拌种,用量为种子重量的0.5%-1%;防治青稞锈病和白粉病,在发病初期喷施10%井岗霉素水剂500倍液,或2%春雷霉素水剂800倍液,每隔7-10天喷1次,连续喷2-3次。

针对青稞虫害,可选用生物杀虫剂,如防治青稞蚜虫,喷施1.8%阿维菌素乳油2000倍液,或5%天然除虫菊素乳油1000倍液;防治青稞吸浆虫,在蛹期每亩撒施5%毒死蜱颗粒剂2-3公斤,或在成虫期喷施0.3%苦参碱水剂800倍液。生物制剂具有低毒、低残留的特点,对青藏高原生态环境影响较小。

3. 利用微生物制剂:针对地下害虫,可选用微生物制剂,如每亩施用100亿CFU/克苏云金杆菌(Bt)可湿性粉剂2-3公斤,与有机肥混合施入土壤,可有效杀灭蛴螬、蝼蛄等地下害虫;或施用20亿CFU/克白僵菌粉剂,每亩用量1-2公斤,拌土撒施,白僵菌孢子可寄生在害虫体内,导致其死亡。

5 结语

综上所述,青稞病虫害的防控需紧密结合青藏高原独特的生态条件与作物生长规律,以“预防为主、综合防治”为核心,将农业基础措施、物理辅助手段、生物核心防控与化学应急处理有机结合。这一综合策略不仅能有效降低病虫害危害,减少化学农药依赖,更契合绿色农业发展需求,对保障青稞产量稳定、提升籽粒品质、守护高原土壤与生态环境具有关键意义。未来还需进一步加强抗病虫品种选育与病虫害监测技术研发,为青稞产业可持续发展提供更坚实的技术支撑,助力青藏高原农业经济高质量发展与粮食安全保障

参考文献

- [1] 康玮.智慧农业下的精准作物病虫害识别及防治策略[J].江西农业,2025,(14):81-83.
- [2] 高凤秋.农业植保技术优化策略与病虫害精准防治措施探析[J].农业开发与装备,2025,(07):232-234.
- [3] 乔海龙,马裴裴,次仁琼达,等.拉萨市青稞田草害及综合防控技术[J].现代农业科技,2018,(06):116+118.

Construction and application of whole cycle breeding technology system for grouper in Zhongbang aquaculture

Fuqiang Teng Tao Wang Shudao Huang Fengtai An Xiaoling Lu

Rizhao Zhongbang Aquatic Science and Technology Co., Ltd., Rizhao, Shandong, 276805, China

Abstract

As a high-value marine aquaculture species, grouper (*Lutjanus monostigma*) nursery techniques directly determine breeding success and economic returns. This study systematically outlines the complete process of grouper hatching and nursery management, covering water preparation and disinfection protocols, egg collection and pond stocking procedures, initial fry rearing management, nutritional and environmental regulation during early development stages, growth management for juvenile fish, and comprehensive post-rearing evaluation with optimized external water resource utilization. Through scientific water quality control, optimized feeding practices, and strict operational protocols, this approach significantly enhances hatching rates and fry survival rates, providing technical guidance and practical solutions for efficient grouper nursery systems.

Keywords

aquaculture; grouper; hatching

众邦水产石斑鱼全周期育苗技术体系构建与应用

滕富强 王涛 黄书道 安丰太 卢晓玲

日照市众邦水产科技有限公司, 中国 · 山东 日照 276805

摘 要

石斑鱼作为高经济价值的海水养殖品种, 其育苗技术直接关系到养殖成功率和经济效益。本文系统阐述了石斑鱼孵化与育苗全过程, 包括育苗用水的准备与消毒方法、鱼卵接收及入池操作流程、孵化初期仔鱼的饲养管理、早期发育阶段的营养与环境调控、稚鱼阶段的生长管理, 以及育苗全过程的总结与外部水源的合理利用。通过科学管理水质、优化饲养条件和严格操作流程, 可有效提高孵化率和仔鱼成活率, 为石斑鱼高效育苗提供技术参考与实践指导。

关键词

水产; 石斑鱼; 孵化

1 引言

石斑鱼身为关键的海水经济鱼种, 有着生长迅速、肉质佳且市场需求大的特性, 石斑鱼的自然存量有限, 人工养殖成为保障供应的关键手段。育苗时期是石斑鱼养殖里极为关键的部分, 仔鱼孵化率与存活率对养殖效益有直接作用, 海水养殖技术的进步, 对水质管控、鱼卵处置、仔鱼早期喂养和稚鱼管理提出了更高标准, 科学高效的孵化和育苗技术既能提升石斑鱼的存活几率, 又能为产业化养殖供应稳定的鱼苗, 助力海水养殖产业可持续发展。

2 育苗用水准备与消毒

科学规范地做好石斑鱼育苗的水质管理工作, 是保障仔鱼健康生长的关键, 故而育苗用水的准备与消毒需科学规

范, 若条件具备, 外来生产用水宜优先采用无极紫外灯进行杀菌消毒, 进而高效清除水中微生物和病原体, 减小水源受污染的风险。其次, 把经沉淀和沙滤处理后的水导入养水消毒车间, 可按实际状况选用漂白液、漂白粉、强氯精、过氧化氢或过氧化氢酶等实施消毒, 要严格依照水产绿色健康养殖标准把控消毒剂用量并规范操作, 保证消毒有效不会因药物残留毒害仔鱼。此外, 备水工作中, 宜优先选用外海水原水或浮水井水, 经可靠沙滤与消毒处理后再用, 育苗时一般不推荐使用深水海井水, 以防其重金属离子浓度偏高, 致使仔鱼出现发育异常或畸形的风险, 北方地区育苗车间内, 北方地区育苗车间里, 供水管道多数为加热镀锌管, 水中锌的溶解量或许会增多, 会对仔鱼造成潜在威胁, 在水质管理时要充分考虑锌及其他金属元素的含量^[1]。

3 鱼卵接收与入池操作

石斑鱼鱼卵接收及入池操作作为育苗环节的关键步骤, 会直接左右孵化率和仔鱼存活率, 针对需进行长途运输的鱼

【作者简介】滕富强 (1979-), 男, 中国山东日照人, 从事水产养殖研究。

卵,一般选用空运,运输时间得严格契合育苗计划,让鱼卵能处于最佳状态到达育苗现场,需依照生产计划和技术流程迅速开展接卵与入池工作,避免延误引发鱼卵质量下滑。要预先和鱼卵供应方交流,确定恰当的孵化温度,最佳孵化温度围绕 26.5℃ 上下变动,最低温度不低于 23.4℃,实验显示低于该温度鱼卵孵化率显著下降;除夏季高温时段外,一般不应超过 28.5℃,水体盐度要契合石斑鱼卵孵化需求,营造优质的水质环境。其次,育苗池在鱼苗入池前,需依据生产水质状况开展解毒工作,同时落实防应激举措,对可能出现的重金属污染因素实施合理控制,减少对鱼卵发育的潜在风险,要按照生产计划把鱼卵分配到各育苗池,入池前需把每个鱼卵袋开启,让鱼卵花约 20 分钟适应池水温度,降低应激反应。此外,建议接卵网采用 200 目的网目,网兜宜选直径 30 厘米、长度 25 - 30 厘米的,底部锥度稍小利于鱼卵收集。另外,把卵袋开口向下贴在桶底,缓缓倒入桶内让其沉淀,大概 5 - 10 分钟后上浮卵与下沉卵自行分层,一位操作人员把网兜拿在手中放入盆里,另一名操作人员把上浮卵匀速倒进网兜,直至观察到下浮卵便停止倾倒,剩余下沉的鱼卵能集中放置静止,等完成其他池鱼卵入池操作后再开展二次处理,保证各池鱼卵质量一致。鱼卵投放进育苗池后,需保证池内溶氧充足并持续通气,避免鱼卵下沉,提升孵化成功率^[2]。

4 孵化初期仔鱼管理



石斑鱼仔鱼孵化起始阶段的管理对育苗成败起关键作用,刚孵出的卵黄囊仔鱼身体长度大约在 1.35 至 1.70 毫米,不存在色素细胞,卵黄囊近似圆形,油球处在卵黄囊的后端,此时仔鱼漂浮于水体上层,尾部有细微抖动,却无自主游动的能力。首先,需预先对水体做全面解毒与消毒处理,针对用含氯制剂消毒的水体,需保证余氯彻底去除后再开展水体调整与菌类施加工作,还可采用过氧化氢或者别的可控消毒手段,依据自身生产状况挑选最合适的方法,进行水体管理工作时,可投放光合细菌与芽孢杆菌,一般把浓度调控在 8~10ppm。其次,按照水温和 pH 值对解毒和安类产品用量加以调节,像水温在 25℃ 以上、pH 值达到 8.0 的情况,利于鱼卵孵化,不过要留意此 pH 值也是弧菌属条件致病菌的最佳生长环境,故而要保证水质稳定并定期开展监测工作,要预先备好开口生物饵料、小球藻、其他菌类及解毒产品,保障仔鱼早期发育的营养与安全。在孵化后的 15 至 20 小时

这个时段,体长大概在 1.80 至 1.90 毫米,胸鳍开始生长,卵黄囊已吸收近一半,这时多数仔鱼倒立在容器底部,这一阶段需合理调节水温和光照条件,并且加大曝气力度,让水体溶氧保持充足,孵化 40 至 50 小时后,仔鱼体长处于 2.05 - 2.15 毫米范围,口凹与肛门逐步成型,胸鳍发育成熟,眼部开始显现黑色素,背鳍褶隆起成弧形,卵黄囊只剩下少量未吸收的部分,油球明显变小。此刻仔鱼多数仍呈倒立悬浮姿态,开展无显著方向性的活动,操作期间要留意鱼卵孵化状况,按合适量投喂防有害菌的产品,依照比例添加冷藏小球藻,把控好光照,到了孵化后的第三天,仔鱼的体长处于 2.10 至 2.30 毫米区间,一些鱼的口裂已发育成型,颌部开始有活动迹象,消化道增厚且弯曲,体中部出现了黑色的色斑,卵黄囊近乎完全吸收,油球只剩少量残留,该阶段需着重控制菌藻浓度,及时配合投放光合细菌和芽孢杆菌,维持水体 pH 呈弱碱性,保障仔鱼健康成长。

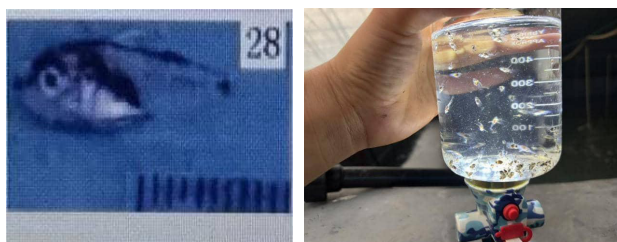
5 仔鱼后期早期发育管理



石斑鱼孵化后期,仔鱼步入早期发育时期,体长渐渐增加,游泳本领变强,开始自主觅食,此时育苗管理重心转为饵料投喂、水质调控与密度管理,孵化后的第 4 天,体长约 2.15 - 2.55 毫米,口裂已完全成型,卵黄囊与油球均被完全吸收。该阶段仔鱼主要分布在水上层,以水平姿态游动,运动本领较弱,然而集群特征明显,开始随机捕食 S - S 轮虫,初次投喂 S - S 轮虫时,要保证轮虫经过消毒处理以除去原水中杂质和微生物,每千克鱼卵投放约 6 亿只轮虫,根据实际观察到的摄食状况灵活调整投喂量。一般连续投喂 2 至 3 天之后,逐渐转为投喂大轮虫,每千克鱼卵每天投喂大概 5 到 6 斤,可分 3 - 4 次投喂,让仔鱼摄食足量并得到所需营养,需控制好水体里小球藻的浓度与轮虫的密度,同时借助调节曝气量以及投放复合菌类来维持水质的稳定。倘若育苗密度偏高,可在孵化约第 5 天开展虹吸分池操作,以此优化生长空间与水质状况,孵化 6 至 7 天后,仔鱼体长大约处于 2.85 - 3.25 毫米区间,背鳍褶前部基部的间质组织开始聚集,生成四个背鳍棘原基,第 1 和第 2 个尤为显著,下方有黑色素细胞,下颌稍微往前伸,比上颌略长。该时期应按照季节对光照条件作出调整,高温时需做好遮光处理,冬季则要保证水温及光照适宜,以促进仔鱼正常发育,孵化 8 至 9 天后,仔鱼体长大概 3 毫米,黑色素细胞色泽变深,腹鳍原基向外突出,背鳍和腹鳍形态显著,育苗管理关键在于实时监测水质变动,让藻类、菌类、饵料以及水温处于恰当范围。若育

苗池布卵水位低于 80 厘米,需结合生产状况及时补充水分,同时排掉管道里的脏水、沉淀物以及杂质,补水应采用同一批消毒水,以小流量缓慢注入,防止刺激仔鱼^[3]。

6 稚鱼阶段管理



石斑鱼孵化约 30 天后,仔鱼体长可长至 12 - 15 毫米,背鳍与腹鳍上的棘条明显变短且变得柔软,一旦体长达到 12 毫米,各鳍的鳍条数目基本固定不再有变动,该阶段鱼苗多数处于育苗池的中下层,游泳本领大幅提高,呈现出积极的游动和摄食举动。第 22 天至 35 天往往会迎来鱼苗死亡的高峰期,该现象的成因与饵料供应关联极大,若以卤虫为主要投喂食物,鱼苗摄食量过多容易造成胃部膨胀和消化功能不良,故而规模化育苗中搭建稳定生物饵料供应体系不可或缺,以此保障仔鱼健康生长。其次,孵化 35 天后,仔鱼的体长大概处于 16 - 20 毫米,背鳍和腹鳍大体完成变态发育,身体上开始出现断断续续的深色横纹,大多聚集在水下层,游泳活跃度稍有下降,筛鱼分池时要留意控制水温,一般水温不要高于 28℃,防止高温加速有害菌滋生。在高温季节,可采取换水、调控藻类与细菌等举措维持水质;低温时节要强化弧菌防控工作,部分鱼池或许会出现鱼翅收拢延迟的状况,此现象与布卵密度过大和温度不合适有关,针对未完成收翅的鱼苗,需适度进行遮光处理,因其倾向于中上层游动,强光易造成应激现象且使鱼苗数量减少,还可借助投喂小球藻或采取其他饵料手段提高成活率。当孵化接近 35 天的时候,低温环境会造成育苗池水温下滑,阻碍仔鱼发育进程,延长生长周期,当下迅速完成筛鱼分池且开展饵料驯化十分关键,伴随鱼苗体表花纹显现,自相残杀现象十分显著,个体大小差异突出,这正是育苗后期高耗苗的关键阶段,此阶段合理转换饵料并强化营养,对提升鱼苗成活率起着关键作用,需实施精细化管理,保障鱼苗顺利度过高耗苗期并茁壮成长。

7 育苗总结与外部水源准备

石斑鱼整个育苗过程要对水源管理、饵料供给、环境调控以及鱼苗健康实施全程科学掌控,育苗池补水需逐步进行,一般控制为不高于育苗池总体水量的十分之一,以此维持水质的稳定,且保障充足水源持续供应,应预先备好优质

的外部海水,且要经过有效消毒与沙滤处理,保障水体清洁、安全、稳定,持续保障育苗工作。其次,水体消毒要做到全面彻底,需严格把控温度,防止因消毒失误或温度变动造成鱼苗应激与损耗,易产生的问题涵盖消毒剂量不精准、水质未作沙滤处理、水温偏差过度、菌藻平衡紊乱等,都可能妨碍鱼苗健康成长,早期对轮虫和其他生物饵料投喂的强化极为关键。要是前期饵料营养没达到均衡或强化不充分,会造成鱼苗在变态发育阶段,尤其是开翅过程中出现大量死亡,摄取高质量、强化良好的生物饵料,对仔鱼而言,不仅能满足其当前的营养需求,还会直接左右其后续的营养储备和脂肪酸构成,进而关乎健康发育。此外,大概到孵化第 12 天的时候,就该开始投喂适合仔鱼口径的桡足类活饵料,其幼体大小恰好契合仔鱼口径,应先使用优质小球藻或裂壶藻对轮虫进行强化,之后再行投喂,让饵料营养完备,环境管理同样起着关键作用,充氧量在育苗池中需按照水面水流情况以及气花直径来调节,一般水面微微平整,水花直径约 70 厘米为最佳。另外,当多个育苗车间的增氧管道呈串联状态时,要时刻留意各车间的供氧情况,防止某车间供氧突然增减或中断,造成育苗池气量出现波动,最终引发返底、水质污染以及鱼苗的损失,与此同时需及时观察水体光照状况,水体能见度以保持在 30 - 40 厘米为佳,规避过强光照引发鱼苗应激反应或水体藻类异常滋生^[4]。

8 结论

本文全面阐述了石斑鱼从鱼卵接收、初孵仔鱼管理到早期发育成稚鱼阶段的整个育苗流程,借助科学的水源筹备与消毒、合理的饵料投放、严格的水质及光照控制,再配合应激防控和密度管理,能大幅提升孵化率与仔鱼存活率。育苗工作中各环节彼此关联,早期管理的改善对后期鱼苗健康成长和发育表现起着关键作用,本文为石斑鱼高效育苗工作给予了可操作的参考依据与技术支持,具备很强的生产应用价值。

参考文献

- [1] 班庭辉,陈振球,朱婵,林日明.石斑鱼高位池人工育苗技术[J].现代畜牧科技,2022,(11):84-87.
- [2] 石斑鱼孵化常见问题及防控措施[J].农家之友,2019,(03):55.
- [3] 田永胜,唐江,马文辉,成美玲,李振通,吴玉萍,张晶晶,王林娜,庞尊方,王晓梅,翟介明.蓝身大斑石斑鱼冷冻精子(♂)与棕点石斑鱼(♀)杂交后代发育及生长特征分析[J].渔业科学进展,2019,40(06):36-47.
- [4] 刘莉,陈超,孔祥迪,李炎璐,于欢欢,翟介明,庞尊方.温度变化对七带石斑鱼早期发育及开口摄食的影响[J].海洋渔业,2017,39(04):443-453.

Research on the effects of reduced fertilizer use combined with microbial inoculants on rice growth and biomass

Chengjin Chen¹ Zhiqiang Pei^{2*}

1. Guangdong Tianhe Agricultural Means of Production CO., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510080, China
2. Tianjin Kunhe Biotechnology Group Co., Ltd., Tianjin, 300270, China

Abstract

On the premise of reducing chemical fertilizer, the application of microbial agent was increased, and the total amount of application was unchanged. Three treatments were designed based on conventional fertilization (CK) treatment, microbial agent 1 (T1, microbial agent: compound fertilizer = 1:1) and microbial agent 2 (T2, microbial agent: compound fertilizer = 3:5) treatment, and the application effect of microbial agent on rice was studied. The results showed that the small amount of microbial agent administration had no significant effect on rice growth and biomass. The application of T1 treatment microbial agents had an effect on the early growth of rice, but it could promote the plant height and leaf length growth of medium-term rice; it significantly increased the number of grains per panicle, the number of panicle branches, the number of grains per panicle and the thousand grain weight, which by 36.8%, 13.7%, 54.9% and 11.3%, respectively, compared with conventional fertilization treatment; it could also improve the biomass of grains and roots, which increased by 22.8% and 14.8%, respectively compared with the conventional fertilization. Therefore, the T1 treatment was beneficial to improve the quality and yield of rice.

Keywords

rice; microbial inoculant; thousand-grain weight; biomass.

化肥减量与微生物菌剂配合施用对水稻生长和生物量的影响研究

陈成锦¹ 裴志强^{2*}

1 广东天禾农资股份有限公司, 中国·广东 广州 510080
2 天津坤禾生物科技集团股份有限公司, 中国·天津 300450

摘要

在化肥减量的前提下, 增施微生物菌剂, 总施用量不变, 以常规施肥为对照, 设计了3个处理, 分别是常规施肥 (CK) 处理、微生物菌剂1 (T1, 微生物菌剂: 复合肥=1:1) 和微生物菌剂2 (T2, 微生物菌剂: 复合肥=3:5) 处理, 研究微生物菌剂在水稻上的应用效果。结果表明, 少量微生物菌剂施用对水稻长势生长和生物量没有显著影响。T1处理微生物菌剂施用对水稻前期生长有影响, 但能促进中期水稻的株高和叶长生长; 明显提高水稻穗粒数、穗枝数、穗实粒数和千粒重, 较常规施肥处理分别提高了36.8%、13.7%、54.9%和11.3%; 也能提高稻谷和根系的生物量, 较常规施肥分别提高了22.8%和14.8%。因此T1处理有利于水稻品质和产量的提升。

关键词

水稻; 微生物菌剂; 千粒重; 生物量

1 引言

水稻是我国的主要粮食作物, 占我国粮食 40% 左右, 约占世界稻米总产量的 30%, 在南方水稻种植不仅保障了我国粮食安全, 还成为重要的轮作作物^[1-2]。土壤是作物生长

的基础, 在中国耕作面积仅占世界耕作面积 8.6% 的情况下, 化肥施用量占世界用量 30.9%, 是发达国家 2.5 倍以上^[3-5]。化肥过量施用造成了化肥利用率下降, 生态环境污染, 破坏了生态平衡, 严重危害农业和社会的可持续发展, 甚至威胁人类健康^[6-7]。因此需研制绿色环保的新型肥料以实现农业可持续发展。农用微生物菌剂作为近年来运用到农业上的生态友好、可持续的途径^[8]。以植物根际促生菌 (plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR) 为核心的微生物肥料是一类以微生物生命活动及其产物使农作物得到特定肥料效应的微生物活体制品^[9-10]。微生物菌剂具有改良土壤环境、减少

【作者简介】陈成锦 (1986-), 男, 中国广东阳山人, 本科, 助理农艺师, 从事农作物营养研究。

【通讯作者】裴志强 (1993-), 男, 中国甘肃天水人, 硕士, 助理农艺师, 从事农田土壤与作物生长环境关系研究。

病害、促进作物生长和提升作物产量和品质方面的作用^[11-12]。这是由于微生物菌剂能促进土壤中难溶性养分释放,提升土壤有机质含量和土壤养分供给能力^[13-14]。同时,微生物也能增强土壤酶活性,分泌细胞分裂素、生长素等活性物质,促进作物生长发育^[15-16]。因此,利用微生物菌剂促进水稻增产、提高肥料利用率和减轻环境污染具有重要意义。本文以水稻作为研究对象,通过施用微生物菌剂减少化肥的使用量研究对水稻生长和产量的影响,为今后微生物复合肥在水稻上的应用提供参考。

2 试验区概况

此次试验地块常年种植水稻,分为早稻和晚稻。该种植户施肥水平为当地的平均水平,整体产量较低。试验土壤为粘壤土,有机质含量 21.6g/kg,土壤全氮 1.37g/kg,有效磷 32.63 mg/kg,速效钾 119.2mg/kg,土壤 pH 值 4.8,EC 值 123.9us/cm。

3 材料与方法

3.1 供试材料

供试水稻品种:丽丝香占;

供试肥料:微生物菌剂(天津坤禾生物科技集团股份有限公司生产),有效菌种:枯草芽孢杆菌、解淀粉芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌、胶冻样类芽孢杆菌,有效活菌数 ≥ 5.0 亿/g, Ca $\geq 12.0\%$ 、Mg $\geq 2.0\%$ 、有机质 $\geq 12.0\%$;复合肥(22-10-14)。

3.2 试验处理与管理

试验于 2024 年在广东省江门市塘冲村晚稻种植进行,地理位置为 E112° 16' 13"、N22° 6' 40"。采用田间区组试验方法,3 次重复,处理的种植面积为 600-800m²,各处理单独灌水。秧田管理除施肥不同外,其他田间管理均相同。

在同等用肥量前提下,试验设 3 个处理。分别为常规施肥处理(CK):返青肥施用复合肥 15kg/亩,分蘖肥施用复合肥 25kg/亩;微生物菌剂 1 处理(T1):底肥施用微生物菌剂 20kg/亩,返青肥施用复合肥 20kg/亩;微生物菌剂 2 处理(T2):底肥施用微生物菌剂 15kg/亩,返青肥施用复合肥 25kg/亩。底肥为 8 月 7 日、返青肥为 8 月 14 日、分蘖肥为 8 月 23 日施用。8 月 7 日插秧,农户采用抛秧种植模式,23-26 穴/m²。

3.3 测试方法

3.3.1 长势测定

在试验开始后分别在 7 月 9 日、7 月 30 日、9 月 9 日测定株高、叶宽、叶长。株高、叶宽和叶长均采用普通米尺测定(保留 0.01cm)。每个重复随机测定 5 株,求平均值。株高为测定从植株根部土表面到植株茎叶伸展最高处的高度,同时测定顶部展开叶的叶宽和叶长。

3.3.2 产量、千粒重和不同部位生物量测定

收获时每个重复收获 3 个 1m²的地上部鲜生物量,脱

粒后称单位面积鲜谷重。每个重复随机取一穴,将 0-20cm 土壤的根挖出,洗干净泥土、沥干水分后整体称重,将根部分离,分别称地上部和根部鲜重。带回鲜谷和样品株进行晒干称重,计算含水量、产量和不同部位生物量。

3.3.3 数据处理

试验数据采用 Excel 2013 方法进行数据处理,采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。

4 结果与分析

4.1 对不同时期水稻长势性状影响

各处理对水稻不同时期株高、叶长和叶宽的影响如下表所示。9 月 5 日水稻生长,T1 处理株高和叶宽均显著低于 CK 和 T2 处理,叶长各处理间没有显著性差异。9 月 13 日,T1 处理水稻株高和叶长显著高于 CK 处理,分别较 CK 处理提高了 9.5% 和 8.9%,叶宽各处理间没有显著差异。9 月 29 日,水稻株高各处理差异未达显著水平,T1 处理叶长最长,为 51.56cm,与 CK 处理达到显著性水平,CK 处理叶宽最宽,较 T2 处理达到显著性水平。综合 3 个时期水稻株高、叶长和叶宽来看,在水稻插秧后第 1 个月 CK 处理和 T2 处理生长较快,一个月后 T1 处理明显比 CK 处理生长快。

表 1 不同处理水稻株高、叶长和叶宽

日期	处理	株高 /cm	叶长 /cm	叶宽 /cm
9 月 5 日	CK	70.70 ± 2.39a	47.68 ± 2.60a	1.08 ± 0.09a
	T1	65.98 ± 1.75b	44.80 ± 2.86a	0.96 ± 0.07b
	T2	69.46 ± 2.49a	45.69 ± 2.20a	1.09 ± 0.07a
9 月 13 日	CK	76.59 ± 5.30b	49.72 ± 4.18b	1.16 ± 0.16a
	T1	83.90 ± 3.12a	54.14 ± 2.00a	1.13 ± 0.08a
	T2	79.43 ± 4.18ab	51.54 ± 2.55ab	1.09 ± 0.15a
9 月 29 日	CK	94.37 ± 9.44a	40.74 ± 5.04b	1.83 ± 0.12a
	T1	97.57 ± 3.64a	51.56 ± 6.52a	1.70 ± 0.22ab
	T2	91.77 ± 3.84a	43.54 ± 7.61ab	1.62 ± 0.21b

注:同一时间同列不同字母表示处理间差异显著(P < 0.05),下同。

4.2 对水稻穗粒数、穗枝数、穗实粒数和千粒重影响

不同处理对水稻穗粒数、穗枝数、穗实粒数和千粒重和影响如下表所示。水稻穗粒数、穗枝数、穗实粒数和千粒重均是 T1 > T2 > CK 处理,T1 处理最高,且显著高于 CK 处理,较 CK 处理分别提高了 36.8%、13.7%、54.9% 和 11.3%。穗粒数、穗枝数、穗实粒数 T1 处理和 T2 处理未达显著水平,千粒重 T1 处理显著大于 T2 处理,较 T2 处理提高了 9.3%。说明减施化肥用量,适当配施微生物菌剂对水稻穗粒数、穗枝数、穗实粒数和千粒重的增加都有明显的促进作用。

表 2 不同处理水稻穗粒数、穗枝数、穗实粒数和千粒重

处理	穗粒数	穗枝数	穗实粒数	千粒重
CK	158.17 ± 24.40b	15.83 ± 0.76b	107.50 ± 37.11b	18.33 ± 1.12b
T1	216.33 ± 10.77a	18.00 ± 0.50a	166.50 ± 12.62a	20.40 ± 0.36a
T2	174.00 ± 8.26ab	16.67 ± 0.58ab	125.17 ± 16.33ab	18.67 ± 0.23b

4.3 对水稻不同部位生物量影响

不同处理对水稻各部位生物量的影响如下表所示。水稻茎叶、稻谷和根部生物量均表现为 T1 > T2 > CK 处理，其中茎叶部生物量各处理间未达显著水平，稻谷和根部生物量 T1 处理显著高于 CK 处理，较 CK 处理分别提高了 22.8% 和 14.8%。说明 T1 处理能明显提升水稻稻谷和根部生物量。

表 3 不同处理各部位生物量

处理	生物量 kg/m ²		
	茎叶	稻谷	根
CK	1.26 ± 0.10a	0.47 ± 0.01b	0.46 ± 0.02b
T1	1.52 ± 0.09a	0.55 ± 0.03a	0.57 ± 0.04a
T2	1.38 ± 0.26a	0.49 ± 0.05ab	0.48 ± 0.09ab

5 讨论与结论

此次研究发现，水稻田减少化肥用量，增施微生物菌剂，对水稻前期的长势有影响，但能促进中期水稻的株高和叶长生长，主要是水稻生长前期过多减少化肥用量，会影响水稻对氮磷钾的吸收，从而影响株高和叶片生长，但施用微生物菌剂能促进水稻根系生长^[17-18]，促进了中期根系对养分的吸收，这与测得水稻根系生物量结果一致。

水稻田化肥施用量到一定水平后对水稻产量提升没有明显作用，但增施土壤有益菌、钙肥和有机质对水稻的千粒重和各部位生物量都有明显提升作用^[19-21]。少量施用微生物菌剂对水稻生长和生物量水平没有显著影响。适当施用微生物菌剂能明显提高水稻穗粒数、穗枝数、穗实粒数和千粒重，较 CK 处理分别提高了 36.8%、13.7%、54.9% 和 11.3%。也能提高稻谷和根系的生物量，较 CK 处理分别提高了 22.8% 和 14.8%。

参考文献

[1] 胡锦涛.不同C/N秸秆还田及增氧措施对稻田水土碳氮动态与温室气体排放的影响研究[D].南京农业大学,2022.

[2] 张莹莹,李新畅,檀建新,等. 新型微生物菌肥对水稻产量构成的影响[J]. 安徽农业科学, 2023, 51 (24): 144-146.

[3] 剧成欣,季红娟,张春梅,等.中国水稻生产“双减”的目的意义与途径方法[J].中国农学通报.2018,34(23):12-18.

[4] 易小燕,袁梦,尹昌斌.我国种植业化学品投入状况与转变路径研

究[J].中国工程科学.2017,19(04):124-129.

[5] 仲乃琴,刘宁,赵盼,等.中国马铃薯化肥农药减施的现状与挑战[J].科学通报.2018,63(17):1693-1702.

[6] 代诗佳,王敬敬,魏莱,等.贝莱斯芽孢杆菌FH-1通过调控特定时空的土壤微生物组促进水稻苗生长[J].微生物学通报,2024,51(07):2381-2410.

[7] 郭庆人.膜下滴灌水稻栽培技术对降低甲烷气体排放以及化肥、农药施用污染的探讨[J].作物研究.2012,26(03):278-281.

[8] 赵思崎. 复合菌剂对水稻根际土壤微生物组的影响[D]. 天津科技大学, 2020. DOI:10.27359/d.cnki.gtqgu.2020.000401.

[9] Calvo, Pamela, L. Nelson , and J. W. Kloepper. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil, 2014, 383(1): 3-41.

[10] 王素英,陶光灿,谢光辉,沈德龙,李俊,路宝庆. 我国微生物肥料的应用研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2003, 8(1): 14-18.

[11] 魏赛金.有益微生物在水稻病害防治的研究进展与应用现状[J]. 生物灾害科学, 2020, 43(1): 1-7.

[12] 杨盼盼,张海春,刘丽辉,等. 高效光合细菌菌剂对土壤微生物的影响[J]. 生物技术进展, 2015(5): 371-376.

[13] 缙晶毅,索升州,姚丹,等.微生物肥料研究进展及其在农业生产中的应用[J].安徽农业科学.2019,47(11):13-17.

[14] 沈仁芳,赵学强.土壤微生物在植物获得养分中的作用[J].生态学报.2015,35(20):6584-6591.

[15] 孟瑶,徐凤花,孟庆有,等.中国微生物肥料研究及应用进展[J].中国农学通报.2008(06):276-283.

[16] 韩树鑫,郭欣,徐瑶,等. 微生物菌剂对寒地水稻秧苗生长影响的研究 [J]. 北方水稻, 2021, 51 (02): 34-36.

[17] 雷生妍,张英,苏贝贝,等. 植物根际促生菌(PGPR)对高寒区3种栽培饲草促生效果研究[J/OL].草地学报,1-17[2025-03-22].http://kns.cnki.net/kcms/detail/ 11.3362.S.20250318.1842.016.html.

[18] 李荣发,刘鹏,董树亭,等.肥料配施枯草芽孢杆菌对夏玉米产量及养分利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2019,25(9):1607-1614.

[19] 杜冰,杨馥熔,郭浩杰,等. 外源钙对谷子农艺性状、品质及籽粒钙含量的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2024, 42 (06): 285-294.

[20] 周莉,蔡晗,吕先锋. 基施钙肥对小麦茎秆性状及产量的影响 [J]. 中国农技推广, 2024, 40 (01): 76-82.

[21] 姜沛琦,柏琚焯,赵维汉,等. 钙镁硅肥施用对梗稻天隆优619产量和品质的影响 [J].中国种业, 2024, (01): 108-112+118.

Research on Common Diseases and Prevention Methods in Grassroots Pig Farming

Zimin Yu

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

Abstract

This study examines grassroots pig farms in Huayan Town, Tongnan District, Chongqing Municipality. Through literature review and field research, it analyzes common disease types, epidemiological characteristics, and risk factors in grassroots pig farming. Results indicate that common diseases include viral (e.g., classical swine fever), bacterial (e.g., *Streptococcus suis* infection), and parasitic (e.g., *Ascaris suum* infection) diseases. These diseases exhibit distinct seasonal patterns and frequent mixed infections, causing significant economic losses and safety hazards in pig farming. The study proposes a “low-cost, easy-to-implement” prevention strategy focusing on three aspects: strengthening feeding management, scientific vaccination, and strict biosecurity. This provides practical guidance for enhancing disease prevention capabilities in grassroots pig farms and promoting the healthy development of the industry.

Keywords

grassroots pig farming; common diseases; prevention measures; Huayan Town; integration of breeding and disease prevention.

基层养猪常见疾病及防控方法研究

于自民

重庆市潼南区花岩镇人民政府，中国·重庆 402675

摘要

本文以重庆市潼南区花岩镇基层养猪场为研究对象，通过文献梳理与实地调研，分析基层养猪常见疾病类型、流行特征及风险因素。结果表明，基层常见疾病包括病毒性（猪瘟等）、细菌性（猪链球菌病等）、寄生虫性疾病（猪蛔虫病等），具有季节性明显、混合感染多发等特点，给养殖造成严重经济损失与安全隐患。研究提出从强化饲养管理、科学疫苗接种、严格生物安全三方面入手的“低成本、易操作”防控策略，为提升基层养猪场疫病防控能力、推动产业健康发展提供实践参考。

关键词

基层养猪；常见疾病；防控措施；花岩镇；养防结合

1 引言

乡镇基层养猪业是我国猪肉供给的重要基石，也是农户增收致富的关键产业，但“小散弱”的发展现状使其长期受疾病困扰。圈舍设施简陋、防控意识薄弱、兽医服务不足等问题叠加，导致猪瘟、猪流行性腹泻等传统疫病频发，猪圆环病毒病等新型疫病亦持续冲击，形成“老病新发、新病涌现”的复杂局面，严重威胁养殖效益与产业稳定。

重庆市潼南区花岩镇作为遂潼创新产业园核心区，依托多家养殖企业带动，生猪养殖规模逐步扩大，年出栏量达 3 万头，为当地农民增收 1200 多万元。然而，该镇基层猪场仍面临兽医技术有限、信息渠道狭窄等问题，疾病频发制约产业向标准化转型。

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

基于此，本文以花岩镇基层养猪场为研究对象，通过文献梳理与实地调研，系统分析常见疾病类型、流行特征及风险因素，从饲养管理、疫苗接种、生物安全等维度提出“低成本、易操作”的防控策略，为提升基层疫病防控能力、推动产业健康发展提供实践参考。

2 绪论

2.1 研究背景和意义

阐述乡镇养猪业的发展现状，指出乡镇基层养猪是我国猪肉供给的重要支撑，也是农户增收关键途径，但普遍存在“小散弱”问题：圈舍设施简陋、养殖户防控知识匮乏、基层兽医服务薄弱，导致基层养猪常见疾病呈现出“老病新发、新病涌现”的复杂态势，如猪瘟、猪流行性腹泻等传统疾病仍时有发生，而猪圆环病毒病、非洲猪瘟等新型疫病的传入更是给基层防控工作带来巨大挑战。本文可针对性提出低成本、易操作的防控方案，降低基层猪场疾病发生率，减

少农户损失、防止返贫,强调从传统“重治轻防”向现代“养防结合”观念转变的必要性。

2.2 重庆市潼南区花岩镇养猪场养殖现状

重庆市潼南区花岩镇,位于重庆市潼南区西北部,与遂宁市安居区三家镇、西眉镇、磨溪镇、潼南区双江镇接壤,距城区20公里,幅员面积25.32平方公里,是遂潼创新产业园核心区。地区发展过程中,十分重视养殖业的发展。目前,花岩镇生猪养殖规模有6户,其中年出栏量生猪1000~2000头的养殖场有2个,2000~5000头的养殖场有3个,其中仔猪出栏量在40000000左右的规模化养殖场有1个,预计全年生猪出栏量3万头,仔猪出栏量4千万头,给农民增收1200多万元。目前常驻生猪养殖公司有南昌双胞胎猪业有限公司、重庆正大猪业有限公司、重庆市荣昌区特驱饲料有限公司、重庆日泉农牧有限公司、潼南区温氏畜牧有限公司等,其中潼南温氏畜牧有限公司花岩种猪场带动农户发展养猪产业。而在实际的养殖过程中,兽医技术水平有限、信息来源有限、防控意识薄弱等因素影响,基层养猪场疾病频发,系统梳理基层养猪常见疾病类型,探究符合基层实际的防控方法,对于提升基层养猪业疫病防控能力、促进产业健康可持续发展具有重要的现实意义。

2.3 研究内容与方法

本文旨在研究乡镇基层养猪场疾病流行现状,明确猪瘟、链球菌病等常见疾病的发病规律与风险因素,构建适配基层的预防体系,制定综合防治策略,提出一套适合基层养殖户(场)的综合防控方法。研究采用文献研究法,梳理国内外相关研究成果,实地调研法,走访我镇基层养猪场,掌握基层疾病流行规律、防控痛点提出针对性策略,丰富基层养猪业疾病防控的理论体系。

3 基层养猪常见疾病概述

3.1 常见疾病分类及临床特征

3.1.1 病毒性疾病

猪瘟:猪瘟又称“烂肠瘟”,早期又称“猪霍乱”,是一种急性、发热、出血、接触性极强的传染病。由黄病毒科、瘟毒病属的猪瘟病毒(CSFV)引发,家猪、野猪为其天然宿主,病毒不传染人类,不属于人畜共患病[1]。由经典猪瘟病毒引起也称猪霍乱,是基层养猪场需要高度警惕的最常见的烈性传染病之一。病猪表现为体温持续升高至41℃左右,皮肤出现紫红色斑点,精神沉郁,食欲废绝,先便秘后腹泻,怀孕母猪易发生流产。该病传播速度快,可通过多种途径传播,死亡率可达80%以上,对基层养猪场危害极大。

口蹄疫:由猪口蹄疫病毒引起的一种急性、热性、高度接触性传染病。成年动物以口腔黏膜、蹄部和乳房皮肤发生水疱和溃烂为特征,幼龄动物以心肌炎导致的高死亡率为特征。外观症状诊断要注意与猪水泡病进行区分,口蹄疫主要集中在蹄部且破溃快,水泡病多发于口鼻部,破

溃慢。也可通过取疱疹液进行实验室诊断,以免误诊[2]。

猪流行性腹泻:由猪流行性腹泻病毒引起猪的一种高度接触性肠道传染病,主要感染哺乳仔猪。病猪表现为呕吐、水样腹泻,粪便呈黄色或灰色,仔猪脱水严重并迅速消瘦,10日龄内仔猪死亡率高达90%。对病猪进行病理剖检可见小肠扩张,内部充盈大量黄色液体和气体,肠壁轻薄透明,肠腔黏膜绒毛缩短,肠膜淋巴结水肿[3],空肠上皮细胞存在表皮脱落、肠绒毛萎缩脱落和空泡等病理症状。该病在冬春季节高发,通过消化道传播,易在基层养猪场中爆发流行。

猪圆环病毒病:猪圆环病毒2型引发,断奶仔猪易感。病猪消瘦、呼吸困难、黄疸,剖检淋巴结肿大、肺间质增宽。易致免疫抑制,继发其他传染病,增加养殖成本。

蓝耳病:猪繁殖与呼吸综合征病毒引起,孕猪流产、产死胎,仔猪呼吸道症状明显,死亡率超50%。频繁引种、高密度猪场高发,病毒易变异,免疫效果不稳定。

猪伪狂犬病:猪伪狂犬病毒引起,哺乳仔猪体温升高、神经症状(发抖、划水),死亡率高;育肥猪发热咳嗽;怀孕母猪流产。各年龄段均易感,症状差异显著。

猪传染性胃肠炎:冠状病毒所致,10日龄内仔猪死亡率100%,表现呕吐、脱水腹泻;5周龄以上猪症状较轻。冬春高发,新疫区急性爆发,老疫区周期性流行。

3.1.2 细菌性疾病

猪支原体肺炎(气喘病):猪肺炎支原体引起,病猪持续性干咳(晨练后加剧),生长缓慢、饲料利用率低,死亡率低于5%。易被忽视,常与蓝耳病等混合感染加重病情。

猪链球菌病:人畜共患病,致病性链球菌感染所致。表现败血症(突然死亡)、脑膜炎(转圈划水)、关节炎(关节肿胀)等。夏季高发,饲养密度大、卫生差的猪场易流行。

猪肺疫(锁喉风):多杀性巴氏杆菌引起,病猪体温41-42℃,咽喉肿胀、张口呼吸,皮肤发紫。春秋散发,基层散养户危害较大。

猪大肠杆菌病:致病性大肠埃希氏菌所致,危害仔猪。仔猪黄痢(3-5日龄,黄色水样粪)、白痢(10-30日龄,灰白色糊状粪)、水肿病(断奶后,眼睑水肿、神经症状),消化道传播为主。

3.1.3 寄生虫性疾病

猪蛔虫病:猪蛔虫寄生小肠,3-6月龄仔猪易感。病猪咳嗽、消瘦贫血,严重时蛔虫堵塞肠道致死。基层因忽视驱虫,感染率超60%,疾病反复发生。

猪球虫病:艾美耳球虫引起,7-21日龄仔猪多见。病猪水样或糊状腹泻,偶尔带血,死亡率低但影响生长。高温高湿季节,地面饲养猪舍高发。

3.2 基层养猪疾病流行特点

基层疾病流行具四大特点:一是季节性明显,冬春病毒性(猪流行性腹泻)、细菌性(猪肺疫)病高发,夏季寄

生虫病与呼吸道病爆发；二是生物安全缺失，“人猪禽混养”普遍，车辆人员随意进出致疫病多途径传播；三是混合感染多发，猪群免疫力低，如猪圆环病毒病常继发链球菌病，增加诊治难度；四是诊断能力不足，缺乏专业兽医与设备，经验判断易误诊，“重治轻防”延误防控时机。

3.3 疾病对基层养猪业的影响

疾病影响体现在三方面：一是经济损失惨重，基层猪场抗风险弱，猪只死亡、生长迟缓叠加药费疫苗投入，效益大幅下滑；二是食品安全隐患，部分养殖户滥用抗生素，致猪肉药物残留超标；三是产业发展受限，疫病频发使养殖户不敢扩产，阻碍标准化、优质化转型。

4 基层养猪常见疾病防控措施

4.1 强化饲养管理，筑牢防控基础

4.1.1 优化猪舍环境

实现“冬暖夏凉、干燥通风”：冬春用塑料膜覆盖、增设取暖设备防寒；夏季装风扇水帘降温，控舍温 25-28℃。每周消毒 2 次，选用生石灰、过氧乙酸等低成本药剂交替使用，防病原耐药。合理控密度（仔猪每栏 15-20 头、育肥猪每栏 8-10 头），定期清粪排污，保持舍内干燥清洁。

4.1.2 科学饲喂管理

选用正规配合饲料，禁喂霉变料，料槽每日清洗并每周用 0.1% 高锰酸钾消毒。按生长阶段调配方：仔猪增蛋白维生素，育肥猪配能量与粗饲料。饮水每日换 2-3 次，饮水器每周用二氯异氰尿酸钠消毒；疫病高发季饮水中加电解多维、黄芪多糖提免疫力。

4.1.3 日常管理规范

建养殖记录（存栏、疫苗、发病等），为防控提供依据。按年龄、体重分栏，防强弱混养打架。转群运输动作轻柔，添加维生素 C 减应激。定期驱虫：仔猪 20 日龄、60 日龄各 1 次，育肥猪每 3 月 1 次，种猪每半年 1 次，选用阿苯达唑、伊维菌素，驱虫后清粪消毒防虫卵扩散。

4.2 科学疫苗接种，构建免疫屏障

4.2.1 合理的疫苗接种

在兽医指导下，结合疫病流行与抗体监测选核心疫苗（猪瘟、口蹄疫、猪流行性腹泻-传染性胃肠炎二联苗、蓝耳病、伪狂犬病）强制接种。免疫前查疫苗质量，按说明书控制剂量与部位；不同疫苗间隔 7-14 天，防免疫干扰[4]。每季度监测抗体，不达标群体及时补免。

4.2.2 疫苗接种注意事项

疫苗接种前要对猪群进行健康检查，病猪、弱猪暂缓接种，待猪只恢复健康后再补免。接种时严格按照疫苗说明书操作，控制好接种剂量和注射部位，使用合格的注射器等。接种过程中要做好消毒工作，注射器、针头要煮沸消毒，

每接种 1 头猪更换 1 个针头，避免交叉感染。接种后观察猪群反应，如出现发热、精神不振等不良反应，及时注射肾上腺素等药物进行救治。做好接种记录，包括疫苗名称、接种时间、接种数量等，便于后续追溯。研究指出，接种操作的规范化程度与免疫成功率密切相关，尤其是在大规模养殖场中，稍有不慎便可能造成严重后果[5]。因此，加强接种人员的培训与监督，确保每一步骤均符合要求，是实现高效免疫的关键所在。

4.3 严格生物安全，切断传播途径

4.3.1 人员和车辆的管理

场内人员禁串栏，进舍前洗手消毒、换专用服，禁带外界猪肉制品。设消毒通道（配紫外线灯与 2% 氢氧化钠消毒池），外来车辆进场前全面清洗喷雾消毒（重点轮胎底盘），建立准入机制，将生物安全贯穿日常。

4.3.2 病死猪无害化处理

发现病死猪立即隔离，小规模场用生石灰深埋法（远离水源耕地，坑深 2 米，分层铺石灰与猪尸覆土压实）或专用焚烧炉焚烧（注意防火），严禁随意丢弃，防疫病扩散。

5 结论与展望

5.1 研究结论

基层养猪常见疾病分病毒性（猪瘟等）、细菌性（猪链球菌病等）、寄生虫性（猪蛔虫病等），具季节性、混合感染、传播途径复杂等特点，致严重经济损失。防控需结合基层实际，从强化饲养管理、科学疫苗接种、严格生物安全三方面采取“低成本、易操作”措施，方能有效降疫病发生率。

5.2 对基层养猪户的建议

一是树“预防为主、治疗为辅”观念，将防控贯穿养殖全程；二是积极参加农技培训，学疾病诊治与防控知识；三是规范养殖，改善猪舍环境，建免疫与养殖记录，严格执行生物安全；四是加强与兽医站联系，疫情及时上报求专业支持，防扩散。

参考文献

- [1] 王岩. 吉林省某规模化猪场猪瘟抗体水平检测与分析 [D]. 吉林: 吉林农业大学, 2020.
- [2] 马训杰. 猪口蹄疫和水泡病的鉴别及防控措施分析 [J]. 中国畜禽种业, 2022, (10): 130—132.
- [3] 张国峰;吴士杰.;猪流行性腹泻的诊断与综合防治对策研究[J]. 吉林畜牧兽医, 2024, v.45; No.432(04).
- [4] 黄学家. 小规模养猪中常见猪疾病的预防和治疗探究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 农业科学, 2023.
- [5] 王晓. 常见猪疾病种类、发生原因及防治[J]. 畜牧兽医科学(电子版), 2020, 0(2): 44-45.

The Effect of Pond Recirculating Aquaculture Systems at Different Densities on the Growth Performance and Water Quality of *Ctenopharyngodon idellus*

Kehua Zhang

Zhaoyuan Town People's Government, Lanshan District, Linyi City, Linyi, Shandong, 276000, China

Abstract

Ctenopharyngodon idellus is a major freshwater aquaculture species in China, and the pond recirculating aquaculture system offers significant advantages in resource utilization and ecological friendliness. Culture density directly affects the growth performance of *C. idellus* and water environment quality. This study systematically analyzed growth indicators, water physicochemical parameters, and microbial communities under high, medium, and low densities. Results indicate that medium-density culture yields optimal growth and feed utilization efficiency, along with relatively stable water quality and microbial ecology. High-density culture tends to cause water quality deterioration and growth limitations, while low-density culture promotes rapid individual growth but results in lower unit output. The findings provide a scientific basis for setting appropriate densities in recirculating pond systems, facilitating the high-quality development of the *C. idellus* industry.

Keywords

Recirculating aquaculture; stocking density; growth performance; water quality assessment; microbial community; ecological benefits

不同密度下池塘循环水养殖模式对草鱼生长性能及水质的影响

张克华

临沂市兰山区枣园镇人民政府, 中国 · 山东 临沂 276000

摘要

草鱼是我国主要的淡水养殖对象, 池塘循环水养殖模式在提升资源利用率和生态友好性方面具有显著优势。养殖密度直接关系到草鱼的生长性能和水体环境。本文对高、中、低三种密度下草鱼的生长指标、水质理化参数和微生物群落进行系统分析, 结果表明, 中等密度养殖下草鱼生长和饲料利用效果最佳, 水质和微生态环境较为稳定。高密度易引发水质恶化与生长受限, 低密度虽个体生长快但单位产出低。研究为合理设置循环水池塘养殖密度提供了科学依据, 促进草鱼产业高质量发展。

关键词

循环水养殖; 养殖密度; 生长性能; 水质评价; 微生物群落; 生态效益

1 引言

随着我国水产养殖业向高效、绿色和可持续发展不断迈进, 池塘循环水养殖模式逐渐被广泛推广。该系统通过机械曝气、生物净化和水体循环, 有效提升了养殖水体的自净能力和养殖密度, 降低了尾水排放对环境的影响。草鱼作为我国主要的淡水养殖品种, 因其生长快、适应性强和市场需求大, 被广泛应用于各类养殖模式。传统池塘养殖存在水体交换率低、污染重、病害多、效率低等问题, 限制了产业的健康发展。循环水养殖技术的应用极大改善了这些不足, 但

养殖密度的设置直接关系到养殖效益与生态环境的双重目标。密度过高导致草鱼生长受限、水质恶化和病害风险上升, 密度过低又会造资源浪费和产量下降。因此, 如何在循环水池塘中科学确定最优养殖密度, 成为行业与学术界共同关注的核心问题。本文以不同密度为变量, 系统分析其对草鱼生长、水质及微生态的影响, 旨在为健康高效养殖管理提供理论参考和实践依据。

2 池塘循环水养殖模式的理论基础与发展现状

2.1 循环水养殖系统原理与结构

池塘循环水养殖模式是在传统池塘养殖基础上, 集成水力循环、生物过滤、曝气增氧及自动化监控等技术, 形成一个相对封闭的生态养殖系统。系统通常包括养殖区、生物

【作者简介】张克华(1976-), 男, 中国山东临沂人, 本科, 高级工程师, 从事淡水养殖研究。

净化区、沉淀区和循环动力装置。水体通过机械或水泵动力流动,经沉淀区去除大颗粒悬浮物后,进入生物净化区,利用微生物及水生植物对有机污染物、氮磷等营养盐进行降解与吸收,最终净化后水体回流至养殖区。系统循环运行,既实现了水资源的高效利用,也大幅度降低了排污量,减少了对外部环境的负担。此外,自动化检测和智能控制系统的应用,使得池塘水质可实时监控、预警、调控,为养殖提供了技术保障。

2.2 草鱼生长生理特点及养殖需求

草鱼属草食性鱼类,生长速度快、饲料转化率高,对水质环境适应力较强,但对溶解氧、氨氮等指标较为敏感。在高密度养殖条件下,草鱼的生长表现和免疫功能容易受到胁迫,水体中有害物质积累速度加快。合理的养殖密度不仅能保证个体生长所需的空间和氧气,还能减轻种群竞争和水体富营养化压力。养殖实践表明,草鱼的生长性能、健康状况和水质状况密切相关,只有在适宜的密度下才能最大化资源利用效率 and 经济效益。

2.3 国内外研究现状与发展趋势

近年来,国内外对循环水养殖系统的技术集成、养殖模式优化及生态效应进行了大量研究。欧美及东亚部分国家在循环水系统的标准化设计、能耗控制、污染净化和养殖管理等方面取得了显著进展。我国学者围绕池塘循环水系统的工艺创新、微生态调控、密度优化等开展了深入探索,积累了丰富数据与案例。但目前针对草鱼等大宗淡水鱼类在循环水养殖中不同密度设置对其生长及水质的系统研究仍相对有限,密度过高或过低均可能影响生产效益与生态环境。因此,深入剖析不同密度对池塘循环水系统的作用机理,探索适合我国国情的高效、绿色草鱼养殖模式,已成为亟需解决的重要课题。

3 不同密度池塘循环水养殖草鱼的实验设计与监测方法

3.1 实验设计与分组设置

本研究选择水源充足、水体条件均一的标准池塘,构建池塘循环水系统,设定高密度组(HD, 60尾/立方米)、中密度组(MD, 40尾/立方米)、低密度组(LD, 20尾/立方米)三种实验处理。所有实验组均采用相同规格池塘、同龄健康草鱼苗种、统一的饲料配方与投喂管理制度。各组池塘均配备循环水动力装置、生物净化单元及自动水质监测设备,确保环境条件的可比性与实验数据的准确性。实验周期设为180天,涵盖草鱼主要生长季节。

3.2 生长性能与饲料利用率评价

在整个实验过程中,通过定期对不同密度组草鱼进行随机抽样,测定鱼体重量和全长,动态记录其生长变化。结合起止阶段的数据,计算平均增重率、日增重率、饲料系数和成活率等关键参数,其中增重率反映养殖周期内的生长幅

度,日增重率衡量个体生长速度,饲料系数评价饲料利用效率,各项数据均采用统一公式进行处理。所有数据经过多次测量和统计学分析,以确保结果的科学性和准确性。通过上述综合评价,能够量化揭示不同养殖密度下草鱼的生长差异,为科学优化养殖管理和提升养殖效益提供重要依据。

3.3 水质理化指标与微生物群落监测

定期(每10天)检测各池塘循环水的主要理化指标,包括溶解氧(DO)、pH值、氨氮($\text{NH}_4^+\text{-N}$)、亚硝酸盐($\text{NO}_2^-\text{-N}$)、总磷(TP)、化学需氧量(COD)等。采用标准水质分析方法,确保数据的准确可靠。水体微生物群落结构采用高通量测序技术进行分析,评估不同密度下微生物多样性与功能变化。所有数据录入数据库,采用多元统计方法进行关联性与差异性分析。

4 不同密度下草鱼生长性能比较

4.1 高密度养殖对生长性能的影响

高密度组池塘养殖单位面积产量显著提升,但草鱼个体增重率和成活率明显下降。实验期间,高密度组草鱼日增重率较低,体重变异系数增大,饲料系数明显高于中密度和低密度组,部分鱼体出现生长停滞、体表损伤等应激症状。水体中溶解氧消耗速度加快,氨氮和亚硝酸盐浓度升高,水质恶化频率增高,增加了鱼类疾病和死亡风险。高密度养殖虽然可提高单位产量,但容易导致草鱼个体生长不均、品质下降和经济效益的不稳定,长期大规模应用风险较高。

4.2 中密度养殖的综合效益表现

中密度组实验结果显示,草鱼的日增重率、平均体重、成活率及饲料系数等生长指标表现最佳。池塘水质保持相对稳定,溶解氧充足,有害物质浓度较低,水体透明度高,微生物群落多样性处于较优状态。养殖期间草鱼健康状况良好,未出现大规模病害,整体经济效益较高。中密度养殖能够较好平衡单位产出与资源环境承载力,实现养殖效率和环境保护的有机统一,是循环水池塘养殖草鱼的优选模式。

4.3 低密度养殖的资源利用及生长表现

低密度组草鱼个体增重速度快,体型匀称,生长空间充裕,水体环境压力小,理化指标长期处于优良水平。饲料利用率高,生长发病率低。但由于单位面积养殖量偏低,池塘资源利用率不足,整体产量和经济效益不及中密度组。长期维持低密度养殖,不利于提升养殖业的资源配置效率和市场供应能力,仅适合特定高端市场或特色生态养殖需求。

5 不同密度下池塘循环水水质演变及其影响机理

5.1 水体溶解氧动态变化与调控

溶解氧作为决定水体生态系统健康的核心指标,对鱼类生长和微生物活性至关重要。高密度组因鱼体呼吸和饲料分解产生的耗氧量大,夜间及高温时段易出现氧气不足,需加强机械曝气和水体流动。中密度组溶解氧波动幅度较小,

维持在适宜草鱼生长的水平。低密度组则长时间保持较高溶解氧,生态环境压力最小。研究表明,循环水系统能够有效缓解养殖密度升高带来的溶氧压力,但高密度下仍需合理配置曝气和流量调控设施。

5.2 营养盐积累与水体富营养化风险

高密度养殖池塘氨氮、亚硝酸盐、总磷等营养盐积累速度快,长期超标将导致水体富营养化,诱发蓝藻暴发和水质恶化。实验期间,高密度组池塘在雨季、温度升高等条件下,营养盐波动剧烈,需增加生物净化单元面积和频次,提升系统降解能力。中密度组营养盐浓度波动较小,水质安全稳定。低密度组水体净化负荷最小,但养殖经济性不足。表明科学配置生物滤池、调控养殖密度是保障循环水系统水质安全的关键。

5.3 微生物群落结构变化与生态效应

不同密度下水体微生物群落结构存在明显差异。高密度组细菌群落中嗜氨、亚硝化细菌比例升高,部分条件致病菌数量增加,易诱发鱼类疾病。中密度组微生物多样性丰富,优势种类以分解有机物和氮循环为主,维持生态平衡。低密度组微生物总量较低,但结构单一。高通量测序数据显示,适宜密度有利于有益微生物定植,促进营养物质高效转化与水质自净。应加强微生物调控与系统维护,发挥循环水养殖系统的生态优势。

6 不同密度循环水养殖经济与生态综合效益分析

6.1 单位产出与经济效益评估

本研究发现,高密度养殖组的单位水体产出量显著高于中密度和低密度组,表面上提高了整体产量,但由于高密度下草鱼生长速度变慢、饲料转化率降低、疾病频发,导致养殖成本增加,实际经济效益并未达到预期。相比之下,中密度组在单位面积产量、鱼体均匀度、产品质量和市场售价等方面均表现优异,投入产出比高,风险可控,经济回报最佳。低密度组虽然个体生长快、成品率高,但总产出有限,难以满足大规模市场需求,适合高端或特色水产品市场。综上,科学调控养殖密度,结合养殖系统的优化运行,是提升循环水池塘经济效益和养殖可持续性的关键。企业应根据实际条件和市场定位,合理平衡产量、成本与风险,实现效益最大化。

6.2 环境承载力与生态风险

养殖密度直接关系到池塘生态系统的承载力和环境风险。高密度组水体中的有害物质和有机污染物积累速度加快,自净能力难以匹配,易造成水质恶化和生态失衡,需大

量增加曝气、生物净化等技术投入来缓解环境压力。中密度组的环境负荷处于合理范围,养殖尾水达标排放率高,生态安全风险较低,更利于可持续经营。低密度组环境压力最小,对水体和周边生态影响较轻,但池塘资源利用效率不高。建议根据池塘规模、水体循环能力和外部环境敏感性等因素,科学确定最优养殖密度,实现生态保护与养殖生产的平衡与双赢。

6.3 可持续发展路径探讨

推动循环水池塘养殖的可持续发展,需要在实践中不断完善管理体系和技术手段。建议以中密度养殖为基础,结合现代自动化、智能化管理,提升系统运行效率与管理精度。通过完善生物净化系统、强化水质监测与预警机制,合理调控水体营养盐和微生物多样性,可有效提升养殖系统的环境承载力和抗风险能力。同时,鼓励池塘生态多样化建设,如复合种养、生态浮岛、湿地植物配置等,进一步促进系统稳定性。未来应加强数据化决策与动态管理,推动水产养殖模式绿色、高效、可持续转型,为行业健康发展和生态文明建设提供坚实基础。

7 结语

池塘循环水养殖模式为我国草鱼等淡水鱼类产业升级提供了重要技术途径和实践样板。密度设置作为系统管理的核心,直接影响养殖效益、水质安全和生态稳定。本研究系统对比了高、中、低密度下草鱼生长性能、水体质量、微生物群落和综合效益。结果表明,中密度循环水养殖在实现产量、经济、生态多重目标方面具有最优表现,是推广现代池塘健康养殖的合理选择。高密度虽具潜在增产空间,但伴随环境压力与管理风险,需慎重权衡。低密度有利于产品品质和生态安全,但资源利用不足,需结合市场定位科学应用。未来,应进一步加强池塘循环水系统技术创新与智能管理,提升水质净化能力和生态调控水平,探索复合种养、精准投喂和智慧养殖等新模式,推动我国草鱼产业向绿色、高效、可持续方向迈进。

参考文献

- [1] 周辉明,陶志英,邓勇辉,等.淡水池塘循环水养殖模式研究综述[J].江西水产科技,2022,(06):56-64.
- [2] 温利,李温蓉,陶玲,等.池塘循环水养殖对混养草鱼食用品质的影响[J].水生生物学报,2023,47(08):1353-1362.
- [3] 池塘循环流水槽养殖模式[J].湖南农业,2025,(08):24.
- [4] 卢鹏旭,肖调义.池塘内循环流水槽养殖模式概述[J].当代水产,2025,50(05):76-77.
- [5] 李文卫,易雪健,毕冬梅,等.池塘工程化循环水生态养殖模式初探[J].海洋与渔业,2020,(12):62-63.

Research on the role path of agricultural socialized service to the modernization of small farmers

Dan Chen Yonglei Han*

Comprehensive Support and Technology Extension Center, Orlibu Gao Town, Horqin District, Tongliao City, Inner Mongolia; Tongliao, Inner Mongolia, 028000, China

Abstract

In the process of agricultural modernization in China, the modernization transformation of small farmers is crucial for rural revitalization and industrial upgrading. Constrained by fragmented land, weak factors, and information isolation, traditional small-scale farming operations conflict with modern agricultural development. Agricultural social services, through multidimensional supply such as technical guidance, agricultural input distribution, integrated pest management, production-processing-sales integration, and financial and information services, help small farmers integrate resources, enhance capabilities, and mitigate risks. Focusing on crop cultivation with livestock as a supplement, this paper reviews the types and mechanisms of agricultural social services, exploring the path to modernization for small farmers. The study suggests that improving the social service system, innovating service supply, and strengthening policy support will effectively enhance the production efficiency and income of small farmers, promote the greening and informatization of agriculture, and facilitate the high-quality modernization development of small farmers.

Keywords

agricultural socialized services; smallholder farmers; modernization development; crop farming; animal husbandry; service system

农业社会化服务对小农户现代化发展的作用路径研究

陈丹 韩永雷*

内蒙古通辽市科尔沁区敖力布皋镇综合保障和和技术推广中心, 中国·内蒙古 通辽 028000

摘 要

在中国农业现代化进程中, 小农户的现代化转型对乡村振兴和产业升级至关重要。受土地零散、要素薄弱、信息闭塞等制约, 传统小农经营与现代农业发展存在矛盾。农业社会化服务通过技术指导、农资配送、统防统治、产加销一体、金融与信息服务等多维供给, 助力小农户整合资源、提升能力与风险防控。本文以种植业为重点、畜牧业为补充, 梳理农业社会化服务类型及作用机制, 探讨小农户现代化路径。研究认为, 完善社会化服务体系、创新服务供给、强化政策支持, 将有效提升小农户生产效率与收益, 推动农业绿色化和信息化进程, 助力小农户高质量现代化发展。

关键词

农业社会化服务; 小农户; 现代化发展; 种植业; 畜牧业; 服务体系

1 引言

中国是典型的小农户大国, 小农户经营面积占全国农业经营主体的绝大多数, 是保障国家粮食安全、农产品供给和乡村社会稳定的关键力量。随着农业科技进步、产业融合和城乡一体化进程加快, 传统小农户“自给自足、单打独斗”的生产方式逐步暴露出规模经济缺失、抗风险能力弱、技术应用滞后、市场参与度低等短板。在现代农业生产要素日益社会化、专业化和组织化的趋势下, 如何破解小农户发展困

境, 实现小农户与现代农业有机衔接, 成为中国农业现代化的重大命题。农业社会化服务正是在此背景下兴起, 通过社会化、专业化、市场化的服务体系, 覆盖种植、养殖、加工、流通、金融、保险、信息等农业全产业链条, 为小农户现代化转型赋能。本文聚焦农业社会化服务对小农户现代化发展的作用路径, 突出种植业服务的创新与成效, 同时关注畜牧业社会化服务的补充作用, 旨在系统揭示我国小农户现代化转型的现实逻辑和实践路径, 为加快农业农村现代化进程提供理论借鉴和实践经验。

2 农业社会化服务的内涵、特征与发展现状

2.1 农业社会化服务的定义与类型演变

农业社会化服务是指面向农户及各类新型农业经营主体, 由专业服务组织、龙头企业、合作社、家庭农场、社会

【作者简介】陈丹(1980-), 女, 蒙古族, 中国内蒙古通辽人, 本科, 中级农业经济师, 从事农业经济研究。

【通讯作者】韩永雷(1980-), 男, 中国内蒙古通辽人, 本科, 兽医师, 主要研究方向为畜牧业经济。

企业等通过合同、协作、外包等方式,提供种植、养殖、农机作业、农技推广、病虫害防治、农资配送、农产品加工、金融保险、信息服务等生产经营环节的有偿或无偿服务。其本质是农业生产社会化、专业化分工和产业组织创新。农业社会化服务经历了从初级的农机服务、农技推广,向产前、产中、产后全链条延伸,再到信息化、智能化、绿色化、多主体协同的纵深发展。当前,社会化服务呈现类型多样、主体多元、技术集成和链条协同等新特征,成为现代农业高质量发展的基础支撑。

2.2 种植业社会化服务的实践基础与主要模式

种植业是我国农业社会化服务体系中最早发展、覆盖最广、成效最显著的领域。伴随农作物全程机械化、绿色防控、测土配方施肥、农业信息化等新技术推广,种植业社会化服务不断延伸和深化。主要服务模式包括:农机作业服务(耕、种、管、收一体)、统防统治服务(病虫害全程防控)、农业托管服务(全托管、环节托管)、农资供应与配送、农产品产地初加工、产销对接与订单农业、农业技术咨询与培训、农业信息服务等。服务主体涵盖农民合作社、家庭农场、农机合作社、农技推广组织、龙头企业等,服务方式日益多样化、专业化、智能化,显著提升了小农户的生产效率、产品质量和市场竞争力。

2.3 畜牧业社会化服务的发展特点与补充作用

相较于种植业,畜牧业社会化服务起步略晚,但在规模化、集约化、标准化养殖发展趋势带动下,其服务体系也逐步完善。畜牧业社会化服务主要包括良种繁育、饲料配送、防疫与疾病防控、养殖托管、屠宰加工、产销对接、金融保险、粪污资源化利用、智能养殖管理等环节。畜牧业服务体系在提升小规模养殖户疫病防控、技术推广、品质提升和市场组织等方面发挥了重要补充作用,助力小农户适应现代畜牧业发展新要求,实现养殖效益和抗风险能力的同步提升。

3 农业社会化服务对小农户现代化转型的动力机制

3.1 服务驱动下的小农户技术进步路径

农业社会化服务以集成创新为抓手,通过组织化、专业化的技术推广与全程指导,显著提升了小农户的技术应用能力和生产水平。在种植业领域,农技推广机构和专业合作社积极开展科技下乡、田间课堂、远程诊断等多元服务,为小农户普及测土配方施肥、绿色防控、节水灌溉、智能农机等新技术新模式。服务主体还通过发放技术手册、举办培训班和实地演示,降低了技术门槛,使小农户能够低成本采纳并灵活运用现代农业技术,提升作物产量和品质。在畜牧业领域,社会化服务涵盖了良种引进、疫病防控、标准化饲养和智慧养殖管理系统的推广,专业技术团队为小农户提供从选种到疫苗接种、从饲料配比到环境调控的全过程指导。远程诊疗、移动服务车等手段进一步缩小了城乡、大小农户之

间的信息与技术差距。服务模式创新不仅加快了小农户技术现代化进程,也有效促进了农业生产效率和综合竞争力的提升。

3.2 组织联结与资源整合提升小农户竞争力

现代农业社会化服务通过强化组织联结和资源整合,显著增强了小农户的市场竞争能力和抗风险能力。小农户借助生产托管、订单农业、农资团购、产销联盟等服务模式,嵌入现代农业全产业链,实现生产要素优化配置与资源高效利用。合作社、龙头企业、农业服务公司等通过规模化运作,联合小农户共同采购农资、统一组织生产、集中加工销售,大幅降低了流通与交易成本。农产品质量认证、品牌共建与可追溯体系建设,则进一步提升了小农户产品的市场影响力与溢价能力。在畜牧业领域,养殖联合体和企业联盟实现了防疫、采购、加工、销售一体化管理,有效整合了分散的养殖资源,提高了小农户对市场变化的快速响应能力和整体抗风险能力。服务主体还引导小农户参与标准化、绿色化、品牌化生产,增强了其在产业链中的话语权和长期发展后劲。

3.3 产销衔接与金融服务推动小农户增收致富

农业社会化服务体系在完善产销衔接和金融支持方面,为小农户实现持续增收和致富提供了坚实保障。通过农产品初加工、仓储物流、冷链配送、订单销售等一站式服务,服务主体帮助小农户有效对接市场,实现产品直供超市、电商平台及加工企业,减少中间环节,提升产品流通效率和市场收益。农产品产地初加工和分级包装不仅提升了产品附加值,也为进入高端市场和品牌打造奠定了基础。金融、保险、信贷等增值服务则为小农户提供了稳定的资金来源和风险保障,缓解了农户因资金短缺、自然灾害和市场波动带来的经营压力。农业银行、保险公司等金融机构通过创新金融产品、降低贷款门槛和提升理赔效率,有效扩大了金融服务覆盖面。畜牧业领域的保险和信贷支持,帮助养殖户分散疫病和价格风险,提升抗风险能力和经营信心。总体来看,产销衔接与金融服务的深度融合,推动了小农户由“弱小分散”向“组织联结、风险共担、市场直达”的现代农业新格局转变,成为小农户增收致富和农业产业升级的有力支撑。

4 种植业社会化服务促进小农户现代化的主要路径

4.1 技术集成服务推动种植业生产模式转型

种植业社会化服务以技术创新和集成应用为核心驱动力,推动小农户由传统粗放型向绿色高效、智能精准、可持续发展的现代生产模式转型。专业服务组织通过“测土配方施肥+农机作业+绿色防控+信息化管控”的全链条服务,帮助小农户解决土壤退化、病虫害频发、肥药过量等技术难题,提升耕地质量和农产品绿色化水平。智能农机、无人机、物联网等新装备的推广,极大减轻了农户劳动强度,提高了耕种收全程机械化率和作业效率。通过建立农技专家服务团

队与农业生产大数据平台,实现技术服务的精准推送和生产决策智能化,带动小农户向科技型农业转型。

4.2 产加销一体化服务提升农产品附加值

种植业社会化服务以农产品产地初加工、品牌建设、产销对接为着力点,推动小农户由“卖原粮、原菜”向“卖品牌、卖产品”转变。专业合作社和龙头企业开展标准化种植、产地分级包装、质量认证、冷链物流、加工增值等服务,延伸农业产业链,提升农产品市场竞争力和附加值。以优质稻米、水果、蔬菜等为例,通过社会化服务推动地理标志产品开发、农产品溯源、品牌营销,帮助小农户实现从田间到餐桌的全程质量把控,增强市场影响力。通过“公司+合作社+农户”等利益联结模式,保障小农户在全产业链增值中的受益份额,实现持续稳定增收。

4.3 绿色生产与风险管理促进可持续现代化

种植业社会化服务推动绿色生产和风险管理深度融合,强化环境友好和可持续发展理念。专业服务组织大力推广绿色防控、节水灌溉、生态轮作、农业废弃物资源化等绿色技术和服务,帮助小农户降低化肥农药使用量、提高资源利用效率、减少农业面源污染,助力农业绿色转型。社会化服务还通过农业保险、金融信贷、气象预警、农产品期货等多种服务,提升小农户应对自然灾害、市场波动、疫病等风险的能力,构建多层次、全方位的农业风险保障体系,为小农户现代化发展提供坚实支撑。

5 畜牧业社会化服务对小农户现代化的补充作用

5.1 良种繁育与防疫服务提升养殖效益

在畜牧业现代化进程中,社会化服务体系通过提供优质良种、科技推广和疫病防控服务,极大提升了小农户的养殖效益。专业服务组织和龙头企业负责优质品种的选育与供应,并推广标准化饲养、科学管理等先进技术,帮助农户提升生产水平。疫病防控服务团队深入养殖户,开展定期免疫、疾病监测与现场技术指导,有效降低了疫情风险和经济损失。同时,畜禽粪污资源化利用与环境治理服务逐步普及,推动养殖业向绿色、环保方向发展。上述服务不仅提高了小农户养殖效率和产品品质,也增强了养殖业的可持续发展能力,为农村生态环境保护和农业现代化提供了坚实基础。

5.2 养殖托管与智能管理提升组织化水平

养殖托管和智能管理服务是推动小农户由传统养殖向现代畜牧业转型的重要路径。社会化服务组织通过托管养

殖、联合养殖、寄养合作等多样化模式,实现养殖过程的标准化、集约化管理。智能养殖设备与信息化管理平台的广泛应用,极大提升了生产过程的自动化和精准化水平。环境监控、饲养管理、疫病预警等智能系统帮助农户科学决策,减少了因经验不足带来的管理风险。养殖托管和智能化服务模式,有效整合了分散的养殖资源,提高了生产组织化程度和市场竞争能力,为小农户现代化和高质量发展赋能。

5.3 市场对接与品牌建设助力小农户增收

社会化服务体系通过全产业链服务,将小规模养殖户产品顺利推向大市场。屠宰加工、冷链运输、产品分级与品牌认证等环节为养殖户打通了“产—供—销”一体化通道。龙头企业 and 专业合作社引领农户参与标准化生产、品牌打造和市场拓展,实现了从“卖活畜”到“卖品牌肉品”的升级,提升了产品附加值和农户收入。同时,金融服务、保险服务和持续培训有助于增强小农户的抗风险能力和专业素养,进一步巩固了其在现代畜牧业体系中的地位,为农村经济振兴和养殖业可持续发展提供了有力支撑。

6 结语

农业社会化服务以其专业化、组织化、信息化优势,为破解小农户现代化发展的瓶颈提供了可行路径。无论是种植业的技术集成、产销一体与绿色生产,还是畜牧业的良种防疫、智能管理与品牌赋能,社会化服务都为小农户迈向现代农业提供了强有力的支撑。未来,应持续完善服务体系,优化政策环境,加强服务创新与主体培育,推动小农户与现代农业深度融合,实现农业农村现代化和乡村全面振兴的战略目标。

参考文献

- [1] 赵紫涵,赵晓楠,王婷婷,等.小农户参与农业全产业链增值收益的选择偏好及其异质性分析[J/OL].云南农业大学学报(社会科学),1-8[2025-09-23].
- [2] 贾文茜,何利杰,胡银根.农业社会化服务对农地碳排放强度的影响——基于规模经营和技术进步的作用效应[J/OL].农业资源与环境学报,1-18[2025-09-23].
- [3] 张琦,鲁煜晨,万君.农业新质生产力促进小农户与现代农业有机衔接研究[J].学习与探索,2025,(08):114-126.
- [4] 占欢欢.乡村振兴战略下小农户和现代农业发展有机衔接的探索[J].河北农机,2025,(14):154-156.
- [5] 韩斌,于艳丽.农业社会化服务对农户绿色生产行为的影响研究[J].山西农经,2025,(11):124-126.

Research and Analysis on the Mechanism of Health Functions of Active Components in Oats

Dongliang Liu

Baicheng Academy of Agricultural Sciences, Baicheng, Jilin, 137000, China

Abstract

Oats, a globally cultivated food crop and premium grain, have gained increasing popularity due to their rich nutritional content and diverse health benefits. β -glucan, a key dietary fiber component in oats, serves as the primary bioactive compound that has been proven to lower blood cholesterol and prevent diabetes. Oats also contain various bioactive compounds such as phenolic acids, tocopherol, sterols, oat saponins, and alkaloids. Research has confirmed oats' health benefits including immune regulation and improved gut microbiota. While numerous studies have explored oats' nutritional components and disease-related effects, both industry stakeholders and consumers are gaining deeper insights into their clinical applications and development potential through foundational research. This paper reviews the nutritional profiles and health functions of oats, providing theoretical foundations and development directions for their future advancement.

Keywords

oats; nutritional components; β -glucan; bioactive compounds; health benefits

燕麦活性成分保健功能机制研究分析

刘栋梁

白城市农业科学院, 中国 · 吉林 白城 137000

摘 要

燕麦是一种在全球范围内种植的粮食作物和优质谷物。因为富含丰富的营养成分以及多种保健功效, 燕麦越来越受到大众的欢迎。 β -葡聚糖是燕麦谷物中膳食纤维的重要组成部分。它是燕麦中的主要活性化合物, 已被证实能够降低血液中的胆固醇和预防糖尿病。燕麦中还含有其他很多种生物活性化合物, 如酚酸、生育酚、甾醇、燕麦皂苷和燕麦生物碱。燕麦已被研究证实对人类健康有益, 尽管关于燕麦营养成分和其对疾病影响的研究已有很多论文发表, 相关产业和消费者通过研究结果中的临床效果、范围等基础理论方面对燕麦有更深入的了解并掌握发展方向。本文综述了燕麦包含的营养物质及保健功能, 为燕麦未来发展提供理论基础和开发方向。

关键词

燕麦; 营养成分 β -葡聚糖 生物活性化合物 保健功能

1 引言

研究发现, 燕麦能够在心血管疾病、糖尿病、肥胖症、癌症、免疫调节、抗氧化、改善肠道微生物群、抗炎、动脉粥样硬化、抗菌和美容护肤方面均发挥积极作用。近年来, 虽然燕麦及其制品逐渐被开发, 但相关行业发展还不成熟。本文综述了燕麦的主要营养物质及相关的保健功能, 为开发和应用燕麦提供发展方向和理论基础。

2 燕麦的主要营养物质

燕麦, 作为餐桌上常见的谷物, 包含很多的营养成分, 如 β -葡聚糖、蛋白质、多种酚类化合物、脂质和植酸等。 β -

葡聚糖是燕麦可溶性纤维的重要组成, 由 D-葡萄糖单糖通过混合的 β (1 $\rightarrow$ 3) 和 β (1 $\rightarrow$ 4) 键连接而成的黏性多糖。其含量在 1.8% 到 7% 之间, 受品种、生长地点、储存和加工条件的影响较大。 β -葡聚糖功能性较多, 可以降低胆固醇, 预防糖尿病等。燕麦蛋白主要存在于胚中, 含量约占 30%, 具有较高的营养价值。其中含有的 18 中氨基酸在谷物蛋白质中含量是最平衡的。燕麦中的酚类化合物由芳香环和一个或多个羟基组成, 包括燕麦生物碱、对羟基苯甲酸、香草酸、三萜、阿魏酸等。这些酚类化合物可以用于抵御各种病原体。其摄入能够预防癌症、中风和冠心病等。燕麦中, 脂肪含量较高, 约为 3%-10%。其提取物所含的亚油酸能降低胆固醇含量, 可预防动脉粥样硬化。燕麦中的植酸主要存在于燕麦麩皮和胚芽中, 可以抑制脂肪氧化并能调节血糖¹。

【作者简介】刘栋梁 (1993-), 男, 满族, 中国辽宁丹东人, 硕士, 初级, 从事杂粮品质分析检测研究。

3 燕麦的保健功能

3.1 预防和治疗心血管疾病

健康的饮食方法可以有效预防心血管疾病。据了解血清胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇水平高会导致心血管疾病的患病风险增加。食用燕麦已被证实可以通过降低这两个指标来降低罹患心血管病症风险。Anderson 等人发现轻度高胆固醇患者中,富含 β -葡聚糖的燕麦及其制品通过调节胰岛素代谢改善血脂水平²。Shinnick 等人也通过胆固醇喂养的大鼠对膳食中燕麦麸成分的剂量反应实验发现:燕麦中的 β -葡聚糖摄入量越高,血清中的胆固醇含量降低幅度越大³。然而,在一项研究中发现,健康年轻男性每天摄入 9g β -葡聚糖的燕麦胶速溶粉,持续 14 天。受试者血液中血清总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇和甘油三酯浓度没有显著降低。故燕麦中 β -葡聚糖降低胆固醇并非单以含量衡量,还应考虑 β -葡聚糖溶解度和黏度⁴。

研究发现燕麦中 β -葡聚糖的降胆固醇机制主要是通过在小肠形成一层黏性物质来实现,该黏性物质抑制胆固醇的吸收,并通过阻止胆汁酸的再吸收来增加其排泄。胆汁酸再吸收的抑制会刺激利用可得胆固醇合成胆汁酸,这反过来又降低了循环中的低密度脂蛋白胆固醇。

除了 β -葡聚糖,燕麦中的蛋白质和脂质也能降低胆固醇水平。Gudbrandsen 等人发现燕麦中的赖氨酸/精氨酸和蛋氨酸/甘氨酸比例较低,这可以增加粪便中类固醇的排泄,从而使肝脏将胆固醇转化为胆汁酸以及低密度脂蛋白受体表达的增加⁵。此外,燕麦是膳食脂肪的重要来源。比如大鼠食用燕麦油可促进粪便脂质和胆汁酸的排泄。

3.2 预防糖尿病

研究表明,燕麦中的 β -葡聚糖具有降低餐后血糖水平的潜力。Battilana 等人发现 β -葡聚糖通过延缓淀粉的消化来影响血糖反应。 β -葡聚糖可以改变食品的微观结构,降低淀粉糊化程度,从而减缓淀粉的消化速度⁶。 β -葡聚糖是一种高分子量的多糖,即使在低浓度下也具有高黏度。食用这种可溶性纤维会增加胃内食团的黏度,从而减缓消化道的运转速度。黏度的增加会降低葡萄糖的吸收和扩散,有助于降低餐后高血糖和胰岛素分泌。

另外,燕麦中 β -葡聚糖的功效还取决于烹饪时间、食用量、食用持续时间、加工技术以及食品的形式。比如大粒燕麦的血糖生成指数(GI)值较低,麦片的 GI 值中等,速煮燕麦、即食燕麦和燕麦奶的 GI 值较高。

3.3 助力治疗肥胖症

膳食纤维和全谷物的摄入有助于减轻体重,成为应对当前肥胖趋势的有效措施。食用富含高 β -葡聚糖的燕麦制品更容易让人产生饱腹感和胃部膨胀感,从而减少饥饿感。Chang 等人发现 β -葡聚糖具有黏性和吸水性,它会延缓胃的排空,从而抑制人对食物的摄入,以达到降低体重,体脂,体重指数(BMI)的目标⁷。同时,研究表明 β -葡聚糖还

可以激活肠道发信号给下丘脑,增加饱腹感信号。

3.4 预防和治疗癌症

癌症是威胁我国人民健康的主要安全问题。国家癌症中心发布 2022 年我国新增 482.47 万病例和 257.42 万癌症死亡病例,防控形势不容乐观。研究表明,燕麦中的活性化合物与癌症发病率降低之间存在正相关关系。Shen 等人发现可溶性和不可溶性燕麦 β -葡聚糖均具有降低粪便胆汁酸水平、提高肠道内容物中短链脂肪酸水平以及促进小鼠癌旁细胞凋亡的作用,从而预防二甲甲基胍诱导的结肠损伤和癌症风险⁸。Guo 等人发现燕麦中生物碱富集提取物对结肠癌细胞增殖有抑制作用⁹,这表明食用燕麦和燕麦麸能够降低结肠癌的风险。

3.5 加强免疫调节

免疫系统是人身体的重要屏障,一旦其功能异常,将增加患各种疾病的风险,如肿瘤和类风湿性关节炎等。燕麦中 β -葡聚糖在体内和体外均具有免疫调节作用。研究表明,食用燕麦 β -葡聚糖的回肠造口术患者的粪便水在刺激后能增强小肠和结肠细胞系的免疫功能,这与白细胞的作用一致¹⁰。Davis 等人也发现燕麦中 β -葡聚糖能够刺激小鼠腹腔的巨噬细胞产生白细胞介素,并刺激其产生肿瘤坏死因子,这些因子可诱导适应性免疫调节作用¹¹。

3.6 抗氧化活性作用

氧化是一种化学反应,会产生自由基。这些自由基会损害生物体的细胞。抗氧化剂是能够清除这些自由基的化合物,从而减轻氧化应激。燕麦富含维生素 E、植酸、酚类化合物、黄酮类化合物等抗氧化剂。

Wilczak 等人发现燕麦中 β -葡聚糖可以改变大鼠粪便中乳酸菌的水平和短链脂肪酸的分布,降低病原微生物及其代谢产物毒性影响的直接风险,并改善结肠组织的抗氧化潜力和氧化应激¹²。燕麦醋也被发现具有较强的抗氧化活性,表现出更强的自由基清除活性和抑制脂质过氧化能力。

此外,燕麦酰胺,燕麦所独有的最丰富的酚类生物碱,也具有看氧化活性。Yang 等人对燕麦生物碱 2c、2f 和 2p 的自由基清除能力进行评估,发现燕麦酰胺 2c 自由基具有最高的总抗氧化能力,这主要是因为其两个羟基和 α , β -不饱和羰基部分¹³。在体外实验中也发现燕麦酰胺的抗氧化活性,其能抑制 β -胡萝卜素的褪色和自由基 2,2-二苯基-1-苦肟基(DPPH)的反应。

3.7 改善肠道微生物群

肠道微生物群正常组成对维持胃肠健康至关重要。Shen 等人研究发现燕麦中 β -葡聚糖会产生短链脂肪酸。产生的短链脂肪酸可以被重新吸收进行血液循环,从而影响代谢调节,也能被肠道微生物利用,抑制肠道中的有害酶,这些结果均对改善肠道功能和维持肠道健康有关¹⁴。同时,有研究发现,燕麦制品引起的肠道微生物群变化有助于减轻大鼠的肥胖症及其他肥胖相关的代谢紊乱。此外,燕麦麸也

被发现能促进猪后肠纤维分解菌的生长。

此外,燕麦中存在功能性的膳食纤维——抗性淀粉对肠道健康有益。一项体外研究表明,不同大小的燕麦片对肠道菌群具有不同的调节能力。在该研究中,厚燕麦片显示出比薄燕麦片更强的双歧杆菌增殖效果和更高的丁酸盐生成量,这归因于厚燕麦片中较高的抗性淀粉含量。燕麦中的生物碱也可以调节肠道微生物群,抑制有害微生物的生长。

3.8 抗炎作用

燕麦的抗炎特性已在很多研究中被证实。Suchecka 等人对燕麦 β -葡聚糖水提取物进行了研究,发现燕麦中高分子量和低分子量的 β -葡聚糖在慢性脂多糖诱导性肠炎中均表现出抗炎作用¹⁵。同时,燕麦 β -葡聚糖还可通过抑制促炎因子的表达而对结肠炎发挥抗炎作用。

此外,燕麦蛋白能够通过减少白细胞介素-6浓度,对下坡路所致运动型肌肉损伤、后续炎症以及运动表现下降起到保护作用。燕麦中的生物碱在研究中发现显著降低了中性粒细胞呼吸爆发、NF- κ B 活化、血浆 IL-6 浓度、红细胞谷胱甘肽过氧化物酶活性,并提高了谷胱甘肽水平,从而降低全身性炎症反应,减轻高强度运动引发的炎症。

3.9 预防动脉粥样硬化

燕麦对预防动脉粥样硬化有积极的作用。据了解血管平滑肌细胞的增殖以及一氧化氮生成受损均为动脉粥样硬化发生和发展中的主要病理生理过程。Nie 等人研究发现人工合成的燕麦蕈酰胺-2c(燕麦主要蕈酰胺之一)能有效抑制有丝分裂原刺激的平滑肌细胞增殖,并且能够在体外细胞培养系统中增加平滑肌细胞和人主动脉内皮细胞的一氧化氮生成来预防动脉粥样硬化¹⁶。燕麦纤维也被发现可以激活固醇调节元件结合蛋白/肝X受体 α (SREBPs/LXR α)通路并改善脂质代谢,具有抗动脉粥样硬化潜力。

3.10 抗菌作用

研究表明,免疫抑制的小鼠感染卵囊型艾美耳球虫后,粪便中卵囊的排出量减少,无死亡病例,且血清中的免疫球蛋白含量更高,这表明燕麦麸皮糖蛋白通过增强对卵囊型艾美耳球虫感染的抵抗力而具有抗菌活性。燕麦根部皂苷化合物也被发现具有抗真菌特性,并能抑制多种在土壤中传播的病原体¹⁷。

3.11 美容护肤作用

燕麦中很多营养成分在美容护肤方面有着广泛应用。Pillai 等人在人体腹部皮肤上进行的渗透研究中发现,当使用 0.5% 的 β -葡聚糖溶液,剂量为每平方厘米 5 毫克,尽管 β -葡聚糖分子量较大,其仍能深入渗透到皮肤的表皮和真皮层,显著减少皱纹的深度、高度和整体的粗糙度。燕麦胶体被发现可以用于治疗由表皮生长因子和小分子酪氨酸激酶抑制剂引发的皮疹¹⁸。

此外,燕麦能够治疗各种皮肤疾病,经研究主要归功于燕麦生物碱。其能够抑制核因子 κ B 的活性以及促炎细

胞因子和组胺的释放,这些是炎症性皮肤病的治病因素。

4 小结

除了药物治疗,通过调整饮食也能够有效预防和治疗多种疾病。燕麦已被视为最有前景的功能性食品,在保健领域应用很广。很多研究表明,燕麦 β -葡聚糖对于心血管疾病,皮肤病,炎症和糖尿病等疾病均有益处。另外,燕麦中 β -葡聚糖在肥胖、癌症、免疫调节和肠道健康方面也起到积极作用,然而相关作用机制还需进一步探索。除了 β -葡聚糖,燕麦中的其他营养物质,如生物碱,甾体皂苷等对身体健康也有好处,比如抗氧化性等,这些化合物的其他保健功能研究及相关机理研究比较少。此外,在研究燕麦保健功能还应该考虑燕麦品种、加工方法、储存方式也会导致营养物质活性的差异从而更加科学的开发和利用燕麦。

参考文献

- 李明静,罗蕊,户学妹,等.燕麦的营养成分及药理作用研究进展[J].特种经济动植物,2023,26(07):136-141.
- Anderson J W, Spencer D B, Hamilton C C, et al. Oat-bran cereal lowers serum total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic men[J]. The American journal of clinical nutrition, 1990, 52(3): 495-499.
- Shinnick F L, Ink S L, Marlett J A. Dose response to a dietary oat bran fraction in cholesterol-fed rats[J]. The Journal of nutrition, 1990, 120(6): 561-568.
- Beer M U, Arrigoni E, Amado R. Effects of oat gum on blood cholesterol levels in healthy young men[J]. European journal of clinical nutrition, 1995, 49(7): 517-522.
- Gudbrandsen, O.A.; Wergedahl, H.; Liaset, B.; Espe, M.; Berge, R.K. Dietary proteins with high isoflavone content or low methionine-glycine and lysine-arginine ratios are hypocholesterolaemic and lower the plasma homocysteine level in male Zucker fa/fa rats. Br. J. Nutr. 2005, 94, 321-330.
- Battilana P, Ornstein K, Minehira K, et al. Mechanisms of action of β -glucan in postprandial glucose metabolism in healthy men[J]. European journal of clinical nutrition, 2001, 55(5): 327-333.
- Chang, H.-C.; Huang, C.-N.; Yeh, D.-M.; Wang, S.-J.; Peng, C.-H.; Wang, C.-J. Oat Prevents Obesity and Abdominal Fat Distribution, and Improves Liver Function in Humans. Plant. Foods Hum. Nutr. 2013, 68, 18-23.
- Shen, R.-L.; Wang, Z.; Dong, J.-L.; Xiang, Q.-S.; Liu, Y.-Q. Effects of oat soluble and insoluble β -glucan on 1,2-dimethylhydrazine-induced early colon carcinogenesis in mice. Food Agric. Immunol. 2016, 27, 657-666.
- Guo, W.; Nie, L.; Wu, D.; Wise, M.L.; Collins, F.W.; Meydani, S.N.; Meydani, M. Avenanthramides Inhibit Proliferation of Human Colon Cancer Cell Lines In Vitro. Nutr. Cancer 2010, 62, 1007-1016.

10. Ramakers, J.D.; Volman, J.J.; Biörklund, M.; Önning, G.; Mensink, R.P.; Plat, J. Fecal water from ileostomic patients consuming oat β -glucan enhances immune responses in enterocytes. *Mol. Nutr. Food Res.* 2007, 51, 211–220.
11. Davis, J.M.; Murphy, E.A.; Brown, A.S.; Carmichael, M.D.; Ghaffar, A.; Mayer, E.P. Effects of moderate exercise and oat β -glucan on innate immune function and susceptibility to respiratory infection. *Am. J. Physiol. Integr. Comp. Physiol.* 2004, 286, R366–R372.
12. Wilczak, J.; Błaszczyk, K.; Kamola, D.; Gajewska, M.; Harasym, J.P.; Jałosińska, M.; Gudej, S.; Suchecka, D.; Oczkowski, M.; Gromadzka-Ostrowska, J. The effect of low or high molecular weight oat beta-glucans on the inflammatory and oxidative stress status in the colon of rats with LPS-induced enteritis. *Food Funct.* 2014, 6, 590–603.
13. Yang, J.; Ou, B.; Wise, M.L.; Chu, Y. In vitro total antioxidant capacity and anti-inflammatory activity of three common oat-derived avenanthramides. *Food Chem.* 2014, 160, 338–345.
14. Shen, R.-L.; Dang, X.-Y.; Dong, J.-L.; Hu, X.-Z. Effects of Oat β -Glucan and Barley β -Glucan on Fecal Characteristics, Intestinal Microflora, and Intestinal Bacterial Metabolites in Rats. *J. Agric. Food Chem.* 2012, 60, 11301–11308.
15. Suchecka, D.; Harasym, J.; Wilczak, J.; Gajewska, M.; Oczkowski, M.; Gudej, S.; Błaszczyk, K.; Kamola, D.; Filip, R.; Gromadzka-Ostrowska, J. Antioxidative and anti-inflammatory effects of high beta-glucan concentration purified aqueous extract from oat in experimental model of LPS-induced chronic enteritis. *J. Funct. Foods* 2015, 14, 244–254.
16. Nie, L.; Wise, M.L.; Peterson, D.M.; Meydani, M. Avenanthramide, a polyphenol from oats, inhibits vascular smooth muscle cell proliferation and enhances nitric oxide production. *Atherosclerosis* 2006, 186, 260–266.
17. Maizel, J.V.; Burkhardt, H.J.; Mitchell, H.K. Avenacin, an Antimicrobial Substance Isolated from *Avena sativa*. I. Isolation and Antimicrobial Activity. *Biochemistry* 1964, 3, 424–426.
18. 陈丽,丁瑞敏,林梦感.燕麦在美容护肤方面的研究进展[J].*中国化妆品*,2025,(03):64-69.

Mechanism and practice of recycling aquaculture waste to promote innovation of advanced agricultural products—Taking pig farm as an example

Xiaofen Zou

People's Government of Baidu Town, Meixian District, Meizhou City, Meizhou, Guangdong, 514743, China

Abstract

The resourceful recycling of livestock waste serves as a crucial pillar for modern agriculture's green transformation and sustainable development. As primary producers of agricultural byproducts, pig farms can not only mitigate environmental pressures through circular utilization of manure and other waste materials, but also fuel innovation in advanced agricultural products. This study examines key pathways for livestock waste recycling in pig farms, analyzing their mechanisms in soil improvement, energy development, and bio-based material innovation. By synthesizing global best practices and evaluating economic, ecological, and social benefits across different models, the research demonstrates how waste recycling drives agricultural product upgrades through industrial integration, technological innovation, and institutional safeguards – ultimately enhancing both value and functionality of farm outputs.

Keywords

livestock waste; recycling; agricultural innovation; pig farms; resource recovery; ecological benefits

养殖废弃物循环利用促进农业先进产品创新的机制与实践——以猪场为例

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

畜牧业废弃物的资源化循环利用是现代农业绿色转型与可持续发展的重要支撑。猪场作为养殖废弃物的重要产生单元，通过推进粪污等废弃物循环利用，不仅能有效缓解环境压力，还为农业先进产品创新提供了新动力。本文以猪场为例，系统梳理养殖废弃物循环利用的主要路径及其对土壤改良、能源开发、生物基新材料等产品创新的作用机理，总结国内外典型实践案例，分析不同利用模式的经济、生态和社会效益。研究显示，废弃物循环利用通过产业融合、技术创新与制度保障，推动了农业产品向高附加值、高功能性方向升级。

关键词

养殖废弃物；循环利用；农业创新；猪场；资源化；生态效益

1 引言

随着我国畜牧业规模化和集约化水平不断提升，猪场等养殖单位产生的废弃物数量急剧增加。粪污、废水、秸秆垫料等养殖废弃物若处理不当，极易造成水体污染、土壤退化和温室气体排放，成为制约农业绿色发展的重要瓶颈。近年来，国家高度重视农业生态环境保护与循环经济发展，推动养殖废弃物资源化利用向深度与广度拓展。废弃物循环利用不仅有助于实现无害化处置和环境治理，还能作为有机肥、沼气、生物质材料等多种先进农业产品的原料来源，带

动农产品结构升级和产业链延伸。猪场作为典型代表，在废弃物全链条循环利用、技术集成与产品创新方面积累了丰富的实践经验。本文以猪场为切入点，梳理养殖废弃物循环利用促进农业先进产品创新的机制与成效，探讨实现绿色、高质量农业发展的关键路径。

2 养殖废弃物循环利用的基础机制与发展现状

2.1 养殖废弃物的主要类型及资源属性

猪场废弃物主要包括粪尿、废水、垫料残渣及饲料残余等多种类型。这些废弃物富含有机质和多种养分，如氮、磷、钾及多样微量元素，同时具备较高的能源利用潜力。粪尿及废水是重要的养分和有机质来源，可作为有机肥和沼气的原料。垫料残渣富含纤维素与碳源，适宜用于基质

【作者简介】邹晓芬（1985–），女，中国广东梅州人，本科，从事兽医领域研究。

材料、生物质炭等产品开发。饲料残余则提升有机质含量,丰富微生物发酵底物。科学分类、源头分流与高效收集是实现废弃物资源化利用的基础前提,不同类型废弃物通过预处理、固液分离、厌氧发酵等工艺实现分级利用,促进物质和能量最大化循环。猪场废弃物的多元资源属性,为农业先进产品开发和可持续利用提供了坚实物质基础与技术保障,助力现代农业绿色转型。

2.2 循环利用的主要技术路径与创新模式

当前,猪场废弃物循环利用的技术路径日益多元化,形成了涵盖有机肥生产、厌氧消化与沼气工程、固液分离与养分回收、生物基材料开发等多层次协同体系。传统的堆肥发酵与沼气工程已在大中型猪场广泛应用,能有效实现粪污无害化和资源化。固液分离技术进一步提升养分回收效率,为后续产品精细化开发提供保障。近年来,随着农业绿色发展理念深化,生物质炭、功能型微生物肥、生态基质等新型资源化产品逐步推广应用,丰富了循环利用产业链。循环利用模式正加速向“养殖—能源—种植—加工”一体化、智能化方向转型。多元技术协同与产业集成创新,为废弃物价值链延伸和农业先进产品创新发展持续提供动力,推动行业向高效、集约、绿色转型。

2.3 政策驱动与行业发展现状

近年来,国家相继出台了一系列推动畜禽粪污资源化利用的政策,涵盖粪污收集处理、无害化标准、产品研发推广和产业链协同等多维度。各地围绕政策落地积极推进试点示范,培育了一批典型企业和区域循环农业模式,行业整体发展取得了明显进展。然而,由于区域经济条件、养殖规模及技术基础等因素影响,发展不均衡、技术集成度不高、产业化水平有待提升等问题依然突出。部分地区存在粗放管理、资源浪费和环境风险等隐忧。当前,猪场废弃物循环利用正处于由粗放向精细、由单一向多元升级的重要窗口期。政策、技术与市场协同作用成为行业高质量发展的关键驱动力,推动养殖废弃物利用体系朝着高值化、规模化、标准化和智能化方向持续迈进。

3 循环利用驱动农业先进产品创新的机理

3.1 提升土壤品质与绿色农产品供给

猪场废弃物资源化利用通过堆肥发酵等工艺,将高有机质、丰富营养元素的粪污转化为高品质有机肥,实现农业废弃物的无害化与增值利用。施用有机肥能够显著改善土壤的物理结构,增加土壤团粒和有机质含量,增强土壤保水保肥能力,有效缓解土壤板结与退化问题。同时,有机肥为土壤微生物提供充足养分,激活土壤微生态系统,提升土壤活性和作物根系生长环境。绿色农产品依托健康土壤生产,不仅产量和品质提升,还大幅减少了化肥农药投入,满足了消费者对健康、生态农产品的需求。高附加值的绿色农产品逐步成为市场消费热点,为农业结构调整和可持续发展注入新

动力,也为猪场废弃物循环利用的持续推进提供了强大市场基础。

3.2 促进清洁能源和生物新材料创新

猪场粪污经厌氧消化工艺转化为沼气,为农村提供绿色清洁的能源,广泛用于发电、供暖和生活燃料,显著降低了传统能源消耗和碳排放。沼渣、沼液则作为优质有机肥及土壤调理剂再利用,形成“能源—肥料”双循环路径。随着技术进步,养殖废弃物还被进一步开发为生物炭、土壤基质、可降解塑料等新型生物基材料。这些新材料兼具环境友好性和高附加值,不仅拓宽了废弃物的利用空间,还助推了农业产业链向高技术、高效益方向升级。生物新材料的不断创新,为循环利用产业注入了持续的动力和活力,是推动绿色农业高质量发展的重要保障。

3.3 推动多元产业融合与价值链延伸

养殖废弃物的循环利用有力促进了“养殖—能源—种植—加工—环保”多元产业的协同融合。通过资源循环利用体系的构建,打通了养殖业与种植业、能源业、加工业及环保业之间的壁垒,实现了全产业链的高效整合。此过程中,不仅提升了主导产业的效益,还催生了环保设备制造、智慧农业服务、生态旅游等新兴业态。循环利用推动下的价值链延伸,使农业由单一初级生产向复合型、高附加值产业转型,为农村经济注入新活力。多元融合模式下,产业之间协同效应显著,带动农民增收与乡村振兴,实现经济、生态和社会多重效益的有机统一,为农业先进产品创新提供了坚实支撑和广阔空间。

4 典型实践案例及创新成效分析

4.1 大型规模化猪场循环利用实践

以某大型规模化猪场为例,企业建立了完善的粪污资源化利用系统,实现了固液分离、发酵堆肥与沼气工程等关键工艺的有机衔接。猪场粪污通过固液分离技术分为固体与液体部分,固体部分经高温堆肥发酵转化为优质有机肥,液体部分则进入厌氧消化系统产生沼气。沼气不仅用于场区发电、供暖及生活用能,还可并网外售,提升了能源利用效率。沼渣沼液经处理后回用于田间,实现养分循环和土壤修复,有效提升农田肥力和作物品质。该猪场通过延伸产业链,拓展了有机肥和清洁能源的市场销售渠道,获得了可观的经济效益和社会认可。整体上,规模化猪场的循环利用模式不仅缓解了环境压力,也为农业废弃物资源化高效利用和现代农业产业升级提供了成功范例。

4.2 中小型猪场资源化与产品创新模式

中小型猪场因规模有限、投入不足,资源化利用普遍面临技术与资金门槛。以合作社或第三方服务平台为依托,可实现粪污集中收集与处理,降低单户养殖户的运营成本。集中化处理设施不仅提高了有机肥、沼气等产品的生产规模和质量,还便于统一市场推广。部分企业联合高校、科研院

所开展微生物制剂、生物质炭等新型产品研发,积极开拓高附加值产品市场。通过共享设施、技术服务与产品品牌建设,中小养殖户也能参与循环利用产业,获取经济与生态收益。这一模式有效激发了中小规模主体的资源化利用积极性,推动了农业产品创新和乡村多元经济发展。

4.3 区域循环农业与产业融合案例

某生态农业示范区依托多业态协同,构建了区域化循环农业体系。示范区内,养殖、种植、加工、能源等环节高度融合,形成“粪污收集—集中处理—资源还田—农产品加工—生态旅游”的完整闭环。猪场及其他养殖单位的废弃物由统一平台集中收集、处理,经沼气工程和有机肥生产后再配送至各类种植基地,实现养分和能量的高效循环。区域内还大力发展绿色农产品、生态休闲旅游和环保装备制造,推动产业链延伸与新业态培育。该模式不仅提升了农业产品附加值和品牌影响力,还增强了农民的组织化和参与度,带动了区域经济增长和乡村全面振兴。循环农业的共享型、协作型创新实践,为我国农业可持续发展提供了可复制的成功经验。

5 面临的主要挑战与优化路径

5.1 技术集成与标准化水平有待提升

目前,养殖废弃物循环利用在技术集成和标准化方面尚存短板。部分猪场和地区在粪污处理、资源转化和产品开发等环节仍依赖传统、分散的技术体系,导致整体效率不高、资源浪费现象突出。关键设备与工艺标准不统一,缺乏系统化、模块化的集成创新,致使各环节协同效应有限。部分企业和合作社管理粗放,产品质量参差不齐,难以形成稳定的高端市场供给。这不仅影响废弃物资源化产品的持续创新能力,也制约其市场认可度和产业化进程。针对这些问题,需加大对核心技术和集成创新的投入,鼓励产学研协同攻关,完善涵盖粪污收集、处理、利用到产品销售的全链条标准与质量监管体系。同时,要强化技术服务和人员培训,提升行业整体技术水平和管理能力,推动循环利用行业向高端化、标准化、规模化方向发展。

5.2 政策协同与市场激励机制不足

虽然国家和地方已出台多项促进养殖废弃物资源化利用的政策,但实际执行过程中,政策落地和协同效果不尽如人意。部分地区财政补贴、绿色信贷、税收减免等激励措施覆盖面窄,补贴流程复杂,影响了企业和农户的积极性。市场培育和产销对接机制不健全,循环利用产品市场认可度和社会接受度偏低,企业产品推广受阻。为破解这一瓶颈,需完善多元主体参与机制,创新金融支持和政策激励工具,加

大对项目落地和市场拓展的政策支持。应推动建立统一、高效的补贴分配和申报流程,降低企业和农户的准入门槛。加强政策宣传与技术推广,提升全社会对循环利用产品的认知水平和消费意愿,推动资源化利用产品市场的培育与扩展,为农业先进产品创新提供坚实的市场和政策保障。

5.3 产业链协作与社会治理机制需完善

养殖废弃物循环利用作为跨部门、跨行业的复杂系统工程,当前在产业链协作、利益分配和社会治理方面仍有诸多不足。现有产业链条上下游衔接不畅,信息壁垒和资源配置不合理,影响了资源高效流转和产品价值实现。利益相关方之间分工与合作机制不健全,企业、农户、科研机构间缺乏系统性的协同创新和风险共担机制。社会治理层面,行业监管和服务体系尚未完善,缺乏多元参与、共治共享的管理格局。为此,需进一步加强多部门协同,建立完善的产业联盟和产业链协作平台,推动信息共享、资源共建和风险共担。鼓励利益相关方积极参与,健全收益分配和社会责任体系。通过打造多元共治的产业生态,提升组织化、集约化和规范化水平,促进养殖废弃物循环利用和农业先进产品创新的可持续健康发展。

6 结语

养殖废弃物循环利用不仅关乎农业绿色发展和生态安全,也是推动农业先进产品创新的重要驱动力。以猪场为代表的养殖单位,通过推进废弃物高效资源化和循环利用,带动了有机肥、清洁能源、生物新材料等先进产品的持续创新和产业升级。实践证明,产业融合、技术创新和政策协同是实现废弃物高值利用和农业产品高质量创新的核心路径。未来,应进一步完善技术体系和政策环境,强化产业链协同和社会共治,推动养殖废弃物循环利用向更高水平、更广领域迈进,为农业可持续发展和乡村振兴注入不竭动力。

参考文献

- [1] 李金祥.畜禽养殖废弃物处理及资源化利用模式创新研究[J].农产品质量与安全,2018,(01):3-7.
- [2] 刘双,姚惠娇,李佳,等.以农用有机肥和农村能源为主要方向构建畜禽养殖废弃物资源循环利用体系[J].畜牧兽医科技信息,2018,(11):6-9.
- [3] 禹振军,熊波,李海泉,等.北京市畜禽养殖废弃物资源化利用机械化技术模式探讨[J].农业机械,2018,(01):96-98.
- [4] 王文平.畜禽养殖废弃物资源化利用与现代生态养殖模式思考[J].畜牧兽医科学(电子版),2022,(15):172-174.
- [5] 周立新.畜禽养殖废弃物资源化循环利用技术研究集成与应用.四川省,成都市动物疫病预防控制中心,2016-05-17.

Preliminary Study on Viticulture Techniques for Wine Grape Cultivation in Gobi Gravel Zones

Xiumei Wang Xiaoping Yang Qiongqiong Wu Mengyao Li Yu Wang*

Bazhou Fruit and Forestry Technology Research and Promotion Center, Korla, Xinjiang, 841000, China

Abstract

The Bayi Basin in Baxi is located in the “golden latitude” for viticulture, serving as one of the key high-quality wine grape production bases in Xinjiang and even across China. The region features low annual precipitation, a long frost-free period, abundant sunshine hours, minimal high-temperature weather, dry air, and ample sunlight, all of which are conducive to the photosynthesis of wine grapes and suitable for viticulture development. As of 2024, the wine grape planting area in this region has reached 60,300 mu. However, challenges such as poor site conditions in Gobi gravel areas, low soil fertility, lack of organic matter, and low yields remain prominent. This article systematically summarizes standardized viticulture techniques for wine grape cultivation in Gobi gravel areas, covering aspects such as vineyard planning, water-saving irrigation, land leveling, soil improvement, seedling planting, and field management, aiming to enhance the management level of wine grape orchards and provide technical support for achieving high-quality and high-yield production.

Keywords

wine grapes; Building a garden; Cultivation; Gobi gravel area

戈壁砾石区酿酒葡萄栽培建园技术初探

王秀梅 杨小平 吴琼琼 李孟尧 王雨*

巴州林果技术推广中心, 中国·新疆 库尔勒 841000

摘 要

巴州焉耆盆地位于酿酒葡萄种植的“黄金纬度”，是新疆乃至全国重要的优质葡萄酒原料生产基地之一。该区域年降水量少、无霜期长、日照时数多、高温天气少、空气干燥、光照充足，有利于酿酒葡萄的光合作用，适宜发展酿酒葡萄种植。截至2024年，该地区酿酒葡萄种植面积已达6.03万亩。然而，戈壁砾石区立地条件差、土壤肥力低、有机质匮乏、产量偏低等问题突出。本文从园地规划、节水灌溉、土地平整、土壤改良、苗木栽植及田间管理等方面，系统总结戈壁砾石区酿酒葡萄规范化建园栽培技术，以提升酿酒葡萄园的管理水平，为实现优质高产提供技术支撑。

关键词

酿酒葡萄；建园；栽培；戈壁砾石区

1 引言

酿酒葡萄栽培建园规划是确保葡萄园长期高效生产的基础环节。科学的建园规划不仅能够为葡萄生长创造适宜的环境条件，还能有效提升后续管理效率，降低生产成本，为实现优质高产奠定坚实基础。尤其在戈壁砾石区这类立地条件较差的地区，合理的园地布局、灌溉系统、防护林建设等方面的前期规划显得尤为重要。本文结合巴州焉耆盆地的生产实践，系统阐述酿酒葡萄建园过程中的关键技术要点，以

期为类似生态区酿酒葡萄产业发展提供参考。

2 酿酒葡萄园地规划

种植酿酒葡萄，建园选址与园地规划是首要环节。科学合理的规划有助于构建适宜的酿酒葡萄生长环境，提升后续管理效率，为实现优质高产筑牢基础。

2.1 园地设计

酿酒葡萄种植于焉耆盆地产区，多为山前冲积扇区，土壤为戈壁砂砾土，种植条件恶劣，远离农区，减少病虫害传播，为酿酒葡萄提供一个绿色的保护屏障。在酿酒葡萄建园前，实施园地设计规划意义重大，种植地块宜为集中连片的长方形，可利于各类农事操作，不管是耕种、追肥还是采集，均能降低机械作业时的转向与调整频次，实现果园机械化管理。全园采用滴灌管网系统的构建划分出多个网格，各网格的种植面积均不超过 70 亩规模，可让管网布局更为科

【作者简介】王秀梅（1993-），女，中国河南商丘人，硕士，工程师，从事林果技术推广研究。

【通讯作者】王雨（1972-），女，中国陕西周至人，本科，正高级工程师，从事林果栽培技术研究。

学,确保灌溉系统压力的同时,保障每个区域实现均匀灌溉,有利于对不同网格中酿酒葡萄实施精细化管理。

2.2 栽植密度

确定栽植密度要依据酿酒葡萄品种生长习性、土壤肥沃程度与当地气候状况等要素,合适的栽植密度有利于酿酒葡萄植株充分利用光照、水分和养分等资源,杜绝因植株过密产生的通风及透光状况不好,导致果实营养不均,果实转色较差。通常栽植密度为 185 ~ 220 株/亩,行距 3.5 ~ 4 米,株距 85 ~ 90 厘米,为酿酒葡萄植株的生长预留恰当空间,实现植株间通风和光照的有效保障。

2.3 滴灌管网系统建设

戈壁砾石区进行酿酒葡萄栽培,滴灌管网的铺设能够有效提高水资源利用率,巴州焉耆盆地产区降水稀缺,水资源表现出相对匮乏,高效灌溉系统对葡萄生长意义重大,地块规划前要将水源落实到位,主要水源选取河水,与此同时配置机井、建造泵房及建设蓄水池,安排地下主干输水管,各主管道彼此连通,采用阀门在中间隔离区段,该设计方便按照各区域需水情形开展灵活调控,实现按区域分别灌溉,布置合理的排水设施,可显著降低冬季管道冻裂的风险。

地下主管道布置到机井(新建泵房及蓄水池)的连接点,配备总控开关阀门,大多位于果园整体的某一侧,挖掘的沟渠深度约 1.2 米,宽度在 60 厘米到 80 厘米,以 125 号 PE 管铺设至沟里面,这般深度可使主管道不受地表温度急剧变化的侵害,降低管道因冷热更迭引起的破坏,也能杜绝机械作业对管道造成碾压。园地网格支管道同样进行约 1.2 米深的挖沟作业,其宽度为 60 至 80 厘米,往沟里铺设规格为 110 号的 PE 管,给管路接入三通组件,再去连接 75 号 PE 管,该管距地面约 80 公分,按照所定行距在 PE 管 75 号的管道上开 2 个洞眼,接上两根型号为 PE 管 16 号的毛细管,把 2 个毛细管接口暴露在地面上,为接入滴灌带做好相关准备,为每条支管道安装一个阀门,此种分层式管网布局,可让灌溉水从主管道先到支管道然后到滴灌带顺利输送,实现水分精准地送至酿酒葡萄根系近旁,增强水资源利用效能^[1]。

2.4 防护林带建设

在酿酒葡萄园区域构建防护林带,呈现出多维度生态及生产意义,防护林有降低风速的显著功效,缓解风对葡萄植株的侵害,尤其是在大风天气频繁出现的地域,能杜绝植株倒伏以及叶片受损这类状况产生,防护林还可达成园区小气候的调节,提升空气的湿度水平,强化局部生态水平,造就更契合酿酒葡萄生长的环境条件。酿酒葡萄园的防护林,主林带设 5 行 ~ 8 行,与当地主风向构成垂直角度,可最大程度地阻挡主风的风力;副林带有 2 行 ~ 4 行,与主林带达成垂直格局,造就彼此交错的林网格局,让林网化程度达成完全覆盖的 100%,防护林面积在酿酒葡萄园面积里占比为 12% 以上,按此布局模式的防护林带,能组建起一套切实有效的农田林网化防护林体系^[2]。

3 土地平整

土地平整成为酿酒葡萄建园时改善立地条件的关键步骤,其质量会直接左右后续的灌溉效能以及酿酒葡萄根系的均衡生长,维持园地表面的平整性,让坡度的落差不超过 5%,可让灌溉时水分在地表均匀地弥漫分布,杜绝因地势起伏引发局部积水或者干旱现象,或造成灌水压力不匀,水压不足的现象。在土地平整的过程中移除直径达 7 cm 及以上的石块或鹅卵石,能去除土壤中的物理类阻碍,减轻耕作机械的磨耗,尤为关键的是为根系延展创造无阻碍环境,让根系更流畅地吸收土壤中的养分与水分,为酿酒葡萄植株健康态势的形成筑牢基础。

4 土壤改良

土壤改良作为攻克戈壁砾石区土壤肥力问题、破解有机质缺乏困境的核心手段,塑造契合酿酒葡萄生长的土壤情形,在土地平整这一工序完成后,采用拖拉机开掘,沟深 90 厘米至 1 米、宽 60 至 70 厘米,这般深度与宽度可打破底层顽固的砾石层,改善土壤透气及保水能力。依次添加深度为 20 公分的秸秆(1 亩用量 850 公斤左右的秸秆),在土壤腐熟过程中,秸秆可提高土壤有机质含量,也能优化土壤团粒构造,增强土壤蓄水及保肥的特性;紧接着填入 10 公分厚的土层,起到缓冲效用,避免秸秆跟后续肥料直接接触出现不利影响;随后将羊粪加入土壤中混合填平,按每亩 4 方羊粪的量添加,羊粪作为对土壤有益的优质有机肥,可补给土壤养分,增加土壤的有机质。完成土地填平这一操作后,运用智能拖拉机 GPS 定位,根据规划确定的株行距及地下管网铺设的具体位置,开沟 20cm,该精准的操作保证了栽植规整有序,有利于后续田间的管理实施,也能保证滴灌位置的精准度,为实现高效灌溉创造条件。

5 架材的铺设与树形的选择

5.1 架材铺设

架材作为关键设施,能支撑酿酒葡萄植株生长并引导枝条分布,恰当铺设架材可为葡萄营造优良通风透光环境,依照葡萄栽植行的方向,按 6 ~ 7m 距离埋设支柱,70cm 的地下埋土深度可保障支柱稳固,抵御如风力般的外力冲击;170cm 地上部高度可给予葡萄枝条生长充裕空间。以 12 号铁丝连接架柱的方式实施操作,最下面那道铁丝离地面的距离在 60 ~ 70cm 范围,各道铁丝间隔 40 ~ 50cm,如此间距的安排可让不同高度枝条获得恰当的支撑力,让叶片全面接纳光照,推动光合作用效率上扬,且方便进行田间操作^[3]。

5.2 树形的选择

树形的选定需结合当地气候及管理模式特点,酿酒葡萄采纳“厂”字型的栽种模式,是契合戈壁砾石区环境的合理抉择,该模式作为本地区普及的简约栽培模式,该结构

的特性对冬季埋土防寒具有积极意义,可切实保障植株安稳过冬;同时方便进行机械化的相关作业,压缩人工投入量,增强管理效率之际节约劳动力,减小生产成本规模,符合现代农业高效生产的条件。

6 酿酒葡萄的定植

定植前,在20公分沟深的基础上,挖定植沟,定植沟上口宽60 cm~80 cm,底宽30 cm~50 cm,深20 cm~30 cm。

6.1 苗木选择

选择适宜本土栽植酿酒葡萄品种,使用营养袋苗,所选苗木为放风、炼苗7d以上,株高15~20 cm的健壮苗木。

6.2 灌水覆膜

定植沟挖好后,将滴灌带拉上,栽植前进行滴灌,灌水量为20~30方/亩,待植。定植前一天滴水20方/亩;定植后,立即滴灌10~12小时约10方/亩左右,随即将定植沟平整后第二天进行覆膜,铺膜要平展,滴灌带铺设在沟心位置,用薄膜整沟覆盖,边缘和沟底用土压实,地膜为黑色,宽1.2米,待8月中旬左右将地膜揭掉。

6.3 定植时间与方法

定植以南北向为主,也可根据地块的实际情况采取东西行向。定植时间一般为5月5~25日,栽植时要根据营养袋的粗度、长度确定打孔直径和深度,孔深应与营养袋高度一致,栽植过程中将除去营养袋的土坨放入穴内,深度以土坨高度低于地膜1cm为宜。

7 田间管理

7.1 滴水时间及用量

灌水把握前促后控的原则,定植后,前期滴水周期为3~4 d,约持续1个月,后期随着苗木需水量的增加,缩短滴水周期,滴水周期为7~10d,约持续1个月,后期灌水周期为15天左右,在7月底8月初进行控水,以促进茎节木质化,果实采收前半个月停止滴水灌溉,果实采摘后及时滴灌,10月中旬,冬埋前灌冬灌水灌水量控制在40方/亩左右,全生育期总水量为350~400方/亩左右^[4]。

7.2 施肥

管理过程中,定植后,催芽水灌完以后,肥料随水滴施,5~6月份以促为主,促进多长枝叶,多施氮肥;第1次在葡萄新梢长出来后,第2次在开花前10天,第3次在膨果期肥料随水滴入,复合肥N、P、K配比15:15:15;7月份增加磷钾肥的含量,以钾肥为主;在着色期喷施叶面肥2-3次,整个生育期施肥总量为10年生内葡萄苗控制在20~25 kg/667 m²,随着苗木的生长,施肥总量控制在35~40 kg/667 m²。

7.3 修剪整形

7.3.1 酿酒葡萄“厂”字型上架绑缚

主蔓形成后,距离地面60公分以下全部抹除,60公分以上开始保留结果母枝,主蔓的总长度不超过1.6米,10-15公分培养一个结果母枝,首尾相接,主蔓在第一根铁丝上90公分左右长度,或连接到下一株主蔓为止。结果母枝长出的新梢直向上面铁丝拉,增加光照面,通风透光面,结果面一致。

7.3.2 夏季修剪

“厂”字型夏季修剪时要果穗周围要留有足够的叶片,防止果穗受到日灼,因果穗集中,结果枝副梢,果穗以下全部抹除,果穗以上留2~3片叶反复摘心;既要保证有足够的叶面积,还要防止浪费树体营养。结果枝长枝1.2 m摘心。

7.3.3 冬季修剪

酿酒葡萄“厂”字型栽培,埋土下架前对主蔓及结果母枝修剪,结果母枝修剪时候短梢修剪,留2-3个芽进行短截,结果母枝在主蔓上的排列间距15-20厘米,主蔓延长枝留7-11芽进行中长梢修剪,在枝条成熟良好的前提下,做到首尾相接。

8 有害生物防治

戈壁区干旱少雨,栽植酿酒葡萄病虫害相对较少,防治的原则是“预防为主综合防治”在葡萄埋土前和出土后用石硫合剂全园喷酒枝蔓一遍,可有效预防和控制葡萄病虫害的发生扩散和蔓延,保证葡萄苗木的正常生长^[5]。

9 结语

综上所述,戈壁砾石区酿酒葡萄栽培建园技术的总结与应用,为巴州焉耆盆地等类似地区的酿酒葡萄产业发展提供了有力的技术保障。通过科学的园地规划、合理的土壤改良、规范的定植及精细化的田间管理等措施,有效克服了当地不利的立地条件,为酿酒葡萄的优质高产奠定了坚实基础。通过科学规划、精细管理与生态适配,有望实现经济效益与生态效益的双赢。

参考文献

- [1] 杨新辉, and 杨保国. "戈壁砾石区酿酒葡萄抗寒优质栽培技术." #i{西北园艺(蔬菜)} 000.004(2017):36-37.
- [2] 宋来庆等. "烟台市葡萄栽培生产现状及发展建议." #i{中外葡萄与葡萄酒} 5(2006):47-48.
- [3] 岳泰新. #i{不同生态区酿酒葡萄与葡萄酒品质的研究}. Diss. 西北农林科技大学, 2015.
- [4] 王辉. #i{对有机干红葡萄酒原料和葡萄酒颜色影响因素的研究}. Diss. 新疆农业大学, 2008.
- [5] 徐建辉, and 谢又予. "贺兰山东麓酿酒葡萄产区砾质砂土速效养分淋溶分析." #i{地理研究} 6.1(1987):53-60.

A Brief Analysis of Forestry Seedling Raising Technology and Future Prospects

Wei Cao

Binyang Forestry Bureau, Zhumadian City, Henan Province, Zhumadian, Henan, 463700, China

Abstract

To earnestly implement the national ecological and environmental protection policies, closely follow the national scientific large-scale land greening actions, enhance the basic guarantee role in improving the quality of the ecosystem, and promote high-quality economic and social development. The article first introduces the definition of forestry seedling raising and its significant role in the development of forestry. In addition, it then elaborates on the characteristics, implementation methods, and applicable scopes of the current main seedling raising methods, including seed propagation, division propagation, cutting propagation, tissue culture, container seedling raising, and grafting seedling raising, etc. Finally, it explores the future development direction of forestry seedling raising. This will further contribute to promoting the sustainable development of forestry.

Keywords

Forestry Seedling cultivation method; Development direction

浅析林业育苗技术及未来展望

曹魏

河南省驻马店泌阳林业局, 中国 · 河南 驻马店 463700

摘 要

为认真落实国家生态环境保护政策,紧跟国家科学开展大规模国土绿化行动,提升生态系统质量等方面的基础保障作用,推动经济社会高质量发展。文章首先介绍了林业育苗的定义以及它在林业发展中的重要作用,除此之外还接着详细介绍了当前主要的育苗方式的特点、实施方法以及所适用的范围,其中包括播种繁殖、分株繁殖、扦插繁殖、组织培养、容器育苗以及嫁接育苗等,最后探索了未来林业育苗的发展方向,进而为推动林业可持续发展作出贡献。

关键词

林业;育苗方式;发展方向

1 引言

林业育苗是林业可持续发展的根基,其技术水平直接决定苗木质量与造林成效。本文将剖析当前主流育苗技术要点,结合行业趋势展望未来发展方向,为林业生产提供参考。

2 林业育苗的作用

林业育苗是在苗圃或温床等条件下,对树苗幼苗进行培育,之后再移植到土里栽种的林业工作。林业育苗工作要根据林业生产发展中的实际需要,有针对性地培育树苗,为植树造林等工作提供充足的树苗支持。其在生态林业建设和林业发展中具有极其重要的意义。

林业育苗是森林资源补充的关键环节。森林资源作为地球生态系统的重要组成部分,对于维持生物多样性和生态

平衡具有不可替代的作用。同时,森林资源还为人类提供木材、食物、药材等生活资料,对于满足人类需求具有重要意义。因此,林业育苗技术在保障森林资源可持续供应方面具有重要作用。

随着林业育苗技术水平的提高,有助于培育出适应性强、生长速度快、生态效益高的树种。这些树种在生长过程中能够更好地适应环境变化,提高生态系统稳定性,增强碳汇功能,减缓气候变化。此外,通过育苗技术培育出的树种还可以改善土壤结构,增加土壤有机质含量,提高水源涵养能力,对于改善生态环境具有重要意义。

随着育苗技术的不断创新和发展,可以培育出更多品种的苗木,为林业产业结构调整提供有力支持。这有助于我国林业在国际市场中占据有利地位,提升我国林业的国际竞争力。

林业育苗技术可以提高苗木的质量和数量,为林业生产提供充足的苗木支持。此外,育苗技术还可以为林业生产提供科学依据,指导林业生产实践。通过育苗技术的应用,

【作者简介】曹魏(1980—),男,中国河南驻马店人,工程师,从事林业培育技术研究。

可以实现对苗木生长的精确调控,提高林业生产的科学性和可持续性。

新时代的林业科技发展,为育苗造林技术带来了革命性的变革。通过精准育苗和智能化管理,不仅能够提高林业的生产效率,更能为保护地球生态环境、实现绿色发展目标做出贡献。精准育苗技术利用现代生物技术和信息技术,对苗木的生长环境和生长过程进行精确控制,而智能化管理则利用现代信息技术、自动化设备和数据分析工具,对育苗的各个环节进行精确控制和优化。

综上所述,林业育苗不仅是生态林业建设的基础环节,也是提高林业生态效益、促进林业产业结构调整、保障林业生产和实现精准育苗及智能化管理的关键。通过不断提高林业育苗技术水平,可以更好地服务于生态建设和经济发展,为实现可持续发展目标做出贡献。

3 林业育苗主要方式

林业育苗技术主要包括播种繁殖、分株繁殖、扦插繁殖、嫁接繁殖、组织培养等方法。

3.1 播种繁殖

林业育苗播种繁殖是林业苗圃繁殖苗木的一种最主要的方法,其适用于全国各地的主要造林树种,如落叶松、油松、樟子松、红松、华山松、马尾松、杉木、侧柏、柏木、杨树、榆树、刺槐、臭椿、苦楝、水曲柳、黄檗、核桃楸、桦木、赤杨、核桃、板栗、文冠果、沙枣、沙棘、紫穗槐等针、阔叶树种。

3.2 分株繁殖

林业育苗分株繁殖是一种常见的林业育苗方法,它通过将母株自然产生的幼苗或侧枝分离出来,形成独立的新植株。这种方法适用于多种园林植物和农作物,例如:折耳根、葱类、棕竹等。分株繁殖通常有两种方法:全分法和半分法。全分法将母株连根全部从土中挖出,用手或剪刀分割成若干个小株丛,每一小株丛可以带1~3个枝条,下部带根,分别移栽到其他的花盆中,其适用于一些容易分离且生长旺盛的植物。半分法不需要把母株全部挖出来,只需要在母株四周、两侧或一侧把土挖出,露出根系,用剪刀剪出带1~3个枝条的小株丛,下部带根,这些小株丛再移栽到别处,长成新的植株,其适用于一些根系较浅或不易完全分离的植物。分株繁殖的时间选择对于苗木的成活和生长至关重要。一般来说,春秋两季是分株繁殖的最佳时期。春天发芽前,气温逐渐回升,有利于新栽植的苗木恢复生长。秋天落叶后,这时空气的湿度较大,土温较高,苗木在入冬前能长出一些新根,有利于越冬。

分株繁殖首先需要选择健康的母株,清理周围的杂草和杂物,进行翻耕和施肥工作。其次根据植物的种类和生长情况,采用全分法或半分法进行分株。确保每个小株丛都有足够的根系。接着将分株后的苗木栽植到准备好的土壤中,

注意浇水和施肥,保持土壤湿润,促进养分吸收。最后需要定期进行追肥,及时防治病虫害,确保苗木健康成长。

3.3 扦插繁殖

林业育苗扦插繁殖是一种常见的无性繁殖技术,广泛应用于花卉、果树及木本植物的繁殖。这种方法不仅能够快速获得与母株遗传特性一致的新植株,还能有效控制病虫害的传播,同时具备较高的经济效益。扦插繁殖首先需要选择质量优良的扦插基质,如泥炭、腐叶土或蛭石等,确保其无病虫害且具有良好的透气性和保水性。此外,还需对基质进行消毒处理,通常采用石灰或熏硫的方法来杀灭潜在的病菌。其次需要从健康无病虫害的母株上截取适宜长度(5-15厘米)的芽条或叶片作为扦插材料。对于芽条扦插,应选择健壮无病虫害的枝条;而对于叶片扦插,则需选取正常的嫩叶,避免使用老化叶片。接着在已准备好的扦插盆或床中先铺一层细砂或蛭石作为底层,然后将处理过的扦插材料插入基质中,深度约为扦插材料长度的1/3处,保持适当间距以保证透气性。完成后及时浇水保湿,并可覆盖湿报纸或棉布以遮荫保湿。同时为了促进扦插材料生根和成活,需要维持适宜的温湿度条件。一般来说,温度应控制在20-25摄氏度之间,空气相对湿度保持在70%-80%左右。同时,还需要注意光照强度的调节,既不能暴晒也不能过于阴暗[1]。最后可以通过施加生长素、矿质元素等方式为扦插苗提供必要的养分支持;定期检查并清除枯死植株以减少病害发生;当扦插苗根系发育良好后即可进行移栽定植。

3.4 组织培养

林业育苗组织培养,也称为植物组织培养,是一种在无菌条件下,将植物的细胞、组织或器官进行离体培养,并诱导其分裂、分化形成完整植株的技术。这项技术在林业领域具有广泛的应用前景,特别是在林木种质资源保护、基因工程育种以及森林生态修复等方面。林业育苗组织培养首先需要配制含有植物生长所需的营养元素和激素的培养基。这些培养基会被分装到清洁的容器中,并通过高压灭菌以确保无菌。接着从健康的植物体上剪取外植体(如茎、根、叶、芽等),经过清洗、切割和表面消毒后,用于接种到培养基上。最后消毒后的外植体被接种到培养基上,然后在适宜的温度和光照条件下进行培养。培养过程中,外植体会经历愈伤组织的形成、生根和发芽,最终长成完整的植株。其具有快速繁殖、种质保存、无病毒繁殖等优点。

林业育苗组织培养技术的操作需要遵循一定的标准和规范。例如,LY/T 1882-2010《林木组织培养育苗技术规程》规定了林木组织培养育苗过程中的培养基制备程序、外植体处理方法、培养条件、组织培养程序、商品组培苗质量与分级等内容,以确保育苗质量和效率。

3.5 容器育苗

容器育苗技术是一种先进的育苗方式,是利用容器作

为育苗基质，为苗木提供适宜的生长环境，达到提高苗木成活率和造林效果的目的。容器育苗技术的分类多样，根据容器的材质和形状不同，可分为塑料容器、纸质容器、蜂窝状塑膜容器等。这些容器各有特点，适用于不同的育苗需求。容器育苗技术的优势明显，表现在以下几个方面：首先，能提高苗木成活率，因为容器为苗木提供稳定的生长环境，减少移栽过程中的损伤。其次，容器育苗能缩短育苗周期，提高生产效率，使得苗木在短时间内达到造林要求。此外，容器育苗便于运输与栽植，能很好地降低造林成本，为林业生产带来极大的便利。随着科技的进步，容器育苗技术也在不断发展，国内外都取得了明显的成果，逐渐趋于多元化和智能化发展。

3.6 嫁接育苗

嫁接育苗技术常用于林业领域，可有效提高苗木的品质和产量。嫁接育苗技术能够充分利用种子的遗传优势，避免林木品种的不良性状传递给后代，还能提高苗木的抗病虫害能力和适应性，有助于林木种质的优化和资源的可持续利用。嫁接育苗首先需选择合适的母本和接穗，母本是供给养分和水分的植物，接穗是要嫁接的植物的一部分。母本和接穗应该是同属同科或相近的物种才能更好地实现嫁接。同时，做好地面工作区域和工具准备等。接着需要进行剪切和处理，将母本植物的主干切割成平滑而坚实的表面，并剪去所有受损的部分，将接穗切成与母本表面相匹配的形状。然后进行接合和固定，将接穗小心地放置在母本表面，并用嫁接胶带或嫁接剂将其黏合在一起。确保接合处稳固而不松动，以促进愈合。选择母本植物主枝的侧枝，切割成平滑而坚实的表面，剪掉所有受损部分，将接穗切割成与母本枝相匹配的形状。将接穗小心地放在母本枝的切口处，并用嫁接胶带或嫁接剂将其固定在一起，保证接合处稳固牢固。嫁接后要提供适当的养分和水分，同时，要控制病虫害，因此，要定期检查并采取相应的防治措施。根据具体植物的种类，提供合适的光照、温度和湿度条件，最大限度地促进嫁接后苗木的正常生长和发育。

4 林业育苗未来展望

随着科技的进步，林业育苗行业正在向精细化、标准化和集约化方向发展。具体表现为：先进的容器育苗技术可以显著提高苗木的成活率和生长速度，已经被广泛应用。生物技术以及基因工程的引入可以培育出抗病虫害、抗逆性强的优良品种，满足不同生态条件下的种植需求。同时在大数据、物联网、以及智能化管理的加持下，提升育苗效率，降低生产成本，推动行业向高效化转型。

林业育苗需以市场需求为导向、积极主动进行结构调整，以解决“总量过剩但结构性供给不足”的问题。随着国内市场对优质苗木的需求不断增长、“一带一路”国家战略的推进实施以及市场多元化的需求等，使得未来林业育苗具有高端化、精品化、国际化以及多元化等特点。

林业育苗需继续紧随国家政策、全面加强种质资源的调查、收集、保存以及利用，进而确保种苗质量，并通过建立种苗示范性生产基地的方式促进良种的推广应用。

未来在生态文明建设的大背景下，林木育苗行业将继续在碳汇贡献（增加森林覆盖率助力双碳）、生态工程（防风治沙、水土保持）、可持续发展（优化产业结构推动林业产业与生态建设深度融合）等发面发挥重大作用。

5 结语

文章介绍了林业育苗、林业育苗的意义、林业育苗的主要方式，并且对林业育苗未来的发展进行了展望，旨在为国家生态文明建设、林业可持续科学发展作出一点贡献。

参考文献

- [1] 李娜、王芳、贺晓霞,侧柏容器育苗技术在林业育苗中的应用及未来发展研究[J],种子世界,2025(03):168-170.
- [2] 姜艳艳,林业嫁接育苗和容器育苗技术探究[J].河南农业,2023(08):43:45.
- [3] 杨春花,林业嫁接育苗和容器育苗技术解析[J],新农业,2023(30).
- [4] 郭玲玲,林业插条育苗技术[J],中国林副特产,2023(03):40~46.

The influence of agricultural e-commerce platform construction on the growth of farmers' income

Shuai Zhou

South-Center University For Nationalities, Honghu, Hubei, 433200, China

Abstract

The development of agricultural e-commerce platforms has revitalized traditional farming by breaking geographical barriers, expanding market reach, and enhancing product value. Through optimized supply chain management and information flow mechanisms, farmers have seen significant improvements in bargaining power and income levels. These platforms drive integrated development across the agricultural value chain while accelerating rural digital transformation, serving as a crucial catalyst for high-quality rural economic growth. This study examines the practical impacts and underlying mechanisms of e-commerce platforms on farmers' income growth through an in-depth analysis of their operational pathways.

Keywords

agricultural products e-commerce; farmers' income; platform construction; rural economy; digital agriculture

农产品电子商务平台建设对农民收入增长的影响

周帅

中南民族大学, 中国 · 湖北 洪湖 433200

摘 要

农产品电子商务平台的建设为传统农业注入了新活力,有效打破了地域限制,拓展了市场空间,提升了农产品的附加值。优化流通环节与信息传递机制,农民的议价能力和收入水平显著提升。平台带动了农业产业链上下游的融合发展,也促进了农村数字化转型,是推动农村经济高质量发展的重要抓手。本文以电子商务平台为切入点,深入探讨其对农民收入增长的实际影响及机制路径。

关键词

农产品电子商务; 农民收入; 平台建设; 农村经济; 数字农业

1 引言

在传统农业发展面临瓶颈的背景下,农产品电子商务平台的兴起为农业现代化开辟了新路径。平台经过信息化手段重构了农产品销售体系,赋能农户直连市场,显著降低了流通成本,增强了收入稳定性与可持续性。研究农产品电商平台对农民收入的具体影响,有助于评估政策成效,也为乡村振兴战略实施提供理论支持和实践参考。

2 农产品传统销售模式的局限性与收入困境

我国农产品流通体系长期依托传统销售模式运行,这一体系虽在农业初期发展阶段起到过积极作用,但在现代市场经济背景下,其弊端日益显现。传统销售方式主要以农民自产自销、经纪人收购及批发市场交易为主,这种渠道结构存在层级繁杂、信息滞后、市场封闭等问题^[1]。农民由于信

息不对称,往往无法掌握实时市场行情,只能被动接受中间商压价。价格制定权掌握在流通环节上游,农民处于弱势地位,收入增长缺乏保障。传统交易缺乏品牌建设与市场反馈机制,农产品质量差异难以经过价格体现,导致“优质不优价”的现象普遍存在。农户之间竞争无序、产品同质化严重,市场供需矛盾突出,使农业生产陷入低收益循环。

传统销售模式的局限体现在流通环节,还深刻影响了农业产业结构和农民的生产方式。在这种模式下,农民普遍以经验型、粗放式生产为主,缺乏对市场需求的精确判断,难以实现科学化、标准化种植。大多数农户缺乏对农产品进行分级、包装、加工等增值环节的能力,导致农产品价值链过短,附加值极低。由于农村物流体系薄弱、仓储设施落后、冷链运输不足,农产品在采后流通过程中损耗率高、保鲜时间短,大量优质产品在到达终端市场前就失去了竞争力。传统销售模式下的流通半径有限,农产品主要依赖区域性市场^[2],外销渠道稀缺,市场拓展能力受限。这种封闭的销售体系使农民难以扩大市场规模来增加收入,也阻碍了农村经

【作者简介】周帅(1999-),男,中国湖北洪湖人,硕士,从事农业研究。

济的外向型发展。

在社会经济结构转型的背景下,传统销售体系还暴露出技术与管理落后的深层问题。信息化程度低使得农民难以获取实时的供求数据与价格变动信息,无法对生产周期与销售计划进行动态调整。交易过程缺乏可追溯体系,产品安全与质量监管难以落实,进一步削弱了消费者对农村产品的信任度。资金流通受限和信用体系缺乏,使得农民在资金周转与市场风险应对中面临困境,农业经营的抗风险能力较低。长期依赖这种模式,使农村经济发展陷入“低效率、低附加值、低收入”的困境。唯有打破传统销售格局,构建以信息化、数字化为核心的新型农产品流通体系,才能实现农民收入的持续增长与农村经济的现代化转型。

3 电子商务平台在农产品流通中的赋能作用

电子商务平台的广泛应用在农产品流通体系中发挥了结构性重塑的作用。数字技术与互联网工具的深度融合,平台将分散的农户与广阔的消费市场直接连接,显著缩短了流通链条,降低了中间环节成本^[3],提升了交易效率。在传统渠道中,农民常常依赖中间商进行销售,利润空间受到严重压缩。而在电子商务环境下,农民可经过平台自主定价、直接对接消费者,增强了价格话语权。平台提供的可视化交易数据也帮助农户精准分析市场动态,改善种植结构与产品定位,实现以需定产、精准供给。这种基于数据驱动的生产决策模式,使农户能够及时掌握不同品类产品的销售趋势与区域需求变化,科学调整播种计划与生产规模,避免盲目种植造成的滞销与浪费。农民可依据消费偏好优化产品品质与包装设计,提升市场竞争力和品牌附加值^[4]。

借助电子商务平台,农产品品牌建设得以快速推进。平台是销售渠道,更是品牌传播的重要载体,经过图文、短视频、直播等多种内容形式展示产品特性和产地文化,提升了消费者对产品的认知度与信任感。在消费者愈发重视产品溯源与食品安全的背景下,平台可集成区块链追溯系统、智能检测系统等技术手段,实现从田间到餐桌的全过程监管,提升产品质量管控水平和附加值。平台还能对农产品进行智能分拣、标准化包装与统一物流配送,显著改善了农村物流体系薄弱的局面,为农产品上行提供了有力支撑。依托大数据与物联网技术,平台可根据订单需求自动完成产品分级与打包,提高运输效率与精准度。标准化体系的建立有效降低了损耗率,保证了产品在长途运输中的新鲜度与一致性,也为打造区域品牌和扩大销售半径创造了良好条件。

在农村经济数字化转型的进程中,电子商务平台促进了农产品流通模式的优化,也带动了农村新型经营主体的发展。合作社、家庭农场及农业企业平台拓展业务边界,探索订单农业、预售农业等新型商业模式。部分平台还提供金融服务、技术培训、电商运营支持等增值功能,帮助农民掌握网络营销、数据分析等核心技能,逐步实现从传统农民向“新

农人”的转变。这种转型提升了农民的综合素质,也推动了农村人力资源结构优化和产业链延伸,为农业可持续发展注入了新动能。

4 平台建设推动农民收入增长的路径分析

平台建设在推动农民收入增长方面展现出多元化、系统化的路径机制。构建高效的信息流通网络,电子商务平台打破了传统农产品销售中“产供销脱节”的局面,使农民能够直接获取市场需求、价格波动及消费者偏好等数据资源。这种信息的实时反馈机制提升了农户的市场敏感度与决策效率,使其在农产品种植结构、产量规划及上市时机方面更加科学合理^[5]。平台提供的供需匹配、订单农业等模式,有效减少了销售不确定性和滞销风险,提升了农民的收入稳定性和抗风险能力。经过提前锁定订单与价格,农户在种植环节即可明确市场需求,降低盲目生产带来的经济损失。这种模式强化了产业链协同,使生产与消费实现高效衔接,促进农业经营的可持续发展。

在流通环节的重构中,平台经过去中介化、扁平化的运营模式,显著降低了交易成本,提升了价值分配效率。农民在平台上可直接对接终端客户或零售商,无需经过多级经销商层层加价,保留更多利润空间。平台借助大数据算法和智能推荐技术,帮助农产品实现精准匹配销售,提高交易转化率。配套的物流体系、冷链技术与仓储服务进一步保障了农产品品质,减少了运输损耗,这增强了产品竞争力,也实实在在地提升了农民的净收益。一些综合性电商平台还引入农业保险、供应链金融等服务,缓解农民融资难题,为扩大再生产和持续发展提供了资金保障。

农产品电子商务平台的建设还强化了农民的主体意识与能力提升路径。参与平台运营,农民逐渐转变为具备市场意识的经营者,掌握产品营销、客户服务、品牌管理等技能,形成了“生产—营销—服务”一体化的现代农业经营模式。部分平台还整合农业技术推广、在线培训、政策解读等功能,助力农民提升综合素质与经营管理水平。这种能力的提升带来了短期的收入增长,也为农民的长期发展创造了条件,推动了农村人力资源的优化配置与可持续收入增长路径的建立。在这一过程中,电子商务平台真正实现了从工具性功能向发展性赋能的转变,为乡村振兴提供了有力支撑。

5 典型案例分析:电商推动下的农村经济转型

电商平台在我国多个地区的农村经济中发挥了深刻的转型引领作用,众多典型案例展现出电子商务对农业结构优化、农民收入增长和农村产业升级的强大推动力。在浙江丽水,一个长期依赖传统农业的山区县,搭建县域电商服务平台,实现了对本地特色农产品如香菇、竹笋、山茶油的规模化、标准化销售。借助平台的线上展示、直播带货和物流体系,产品迅速打入一线城市消费市场,打破了地理边界的限制。当地政府同步引导农户参与数字化培训,使越来越多农

民具备电商运营和品牌建设能力,收入结构从单一的原材料销售向品牌溢价型转变。

在陕西杨凌的苹果电商模式中,平台的建立推动了农产品销售方式的革新,更深层次地促进了全产业链协同发展。依托高校科研力量与农业科技企业资源,杨凌建成了集冷链仓储、溯源系统、电商运营于一体的苹果产业链平台。农民经过平台掌握种植管理、采摘标准、质量分级等信息,提升了农产品的一致性与可控性,从而更容易进入高端电商渠道。这种模式下,农村经济开始从“以量取胜”的粗放型经营向“以质取胜”的精细化管理转型,农民收入不再单纯依赖产量而是更多受益于品质与品牌效应的提升,实现了收益的持续增长与区域农业竞争力的跃升。

在贵州省黔东南地区,少数民族村寨依托电商平台推动了农文旅融合的发展模式。当地经过平台销售原生态农产品如苗族刺绣、农家腊肉、手工糯米等,借助短视频和直播形式展示民族文化与风土人情,吸引大量游客及消费者关注。电商成为商品销售的通路,更成为文化传播和旅游引流的重要工具,形成了“电商+农产品+文化+旅游”的复合型经济形态。平台的落地带动了农村就业,激发了返乡创业热潮,优化了劳动力结构,为农村经济注入了持续的创新动能。此类案例证明,电商平台改变了农产品流通模式,更撬动了农村经济的全面转型升级。

6 优化农产品电商平台的策略与保障机制

优化农产品电商平台的建设与运行,是促进农业现代化与农民持续增收的重要保障环节。平台要在结构设计上强化系统化与智能化,经过大数据、人工智能和区块链等数字技术实现精准匹配、质量追溯与智能管理。数据驱动的供需分析可为农户提供市场预测、价格走势和消费偏好等信息,帮助其优化生产计划,降低经营风险。平台应构建科学的农产品标准体系,完善从生产、加工、包装到销售的全流程监管机制,以保证产品的安全性和一致性。应推动产地仓储、冷链运输与分销体系的深度融合,形成覆盖广、效率高的农村物流网络,解决“最初一公里”和“最后一公里”的痛点问题。

在平台运营策略上,要注重品牌培育与农产品价值提升。农户与地方政府可联合打造区域公用品牌,讲述产地故

事、强化文化内涵、展示生态优势等方式塑造差异化竞争力。平台应建立内容营销与互动传播机制,借助短视频、直播电商、社群运营等方式拉近消费者与农户之间的距离,增强品牌认同感与忠诚度。引入供应链金融服务,为农户提供灵活的融资渠道,缓解农业生产资金不足的困境。平台还应搭建信用评价体系,对农户、经销商及消费者进行多维度信用管理,确保交易的公平与透明,提升整体市场信任度。

在保障机制层面,需要构建政府引导、企业运营与农民参与的多方协同格局。政府应加大政策扶持力度,经过财政补贴、税收优惠和基础设施投资,改善农村网络环境与物流条件。建立电商人才培养体系,提供数字技能培训,培养懂市场、会管理、善营销的新型职业农民。企业方面,应承担社会责任,完善售后服务、质量监测和风险防控体系,确保平台健康可持续发展。要推动农村电商立法建设,规范数据使用、安全支付与知识产权保护,形成良好的市场秩序。经过制度保障与技术创新的双轮驱动,农产品电商平台才能真正成为推动农业产业升级与农民增收的长期动力源。

7 结语

本文围绕农产品电子商务平台建设对农民收入增长的影响进行了系统探讨,从传统销售模式的局限、电商赋能作用到平台推动收入增长的路径与优化策略进行了深入分析。研究表明,电子商务平台重塑了农产品流通体系,还经过技术创新与制度支持促进了农业产业链升级,推动了农村经济结构的优化与农民收入的持续提升。未来应在政策扶持、平台治理与人才培养等方面持续发力,使电商平台真正成为助推乡村振兴和农业现代化的关键力量。

参考文献

- [1] 李娜,王刚.农产品电子商务发展对农民增收的影响研究[J].农业经济问题,2021,42(7):85-92.
- [2] 陈洋,刘辉.农村电商平台建设与农民收入增长机制探析[J].农村经济,2020,38(5):74-81.
- [3] 张琴,周敏.电子商务助力乡村振兴的路径与对策[J].中国流通经济,2022,36(9):101-108.
- [4] 王莹,孙浩.数字经济背景下农产品电商发展模式研究[J].农业技术经济,2023,45(3):56-64.
- [5] 刘静,马强.农产品电子商务平台优化与可持续发展分析[J].农村金融研究,2021,39(6):112-118.

Discussion on greenhouse cultivation methods and management strategies of large ball cap mushroom

Yuwei Zhang

Inner Mongolia Ke Yihe Forest Industry Co., Ltd. Management Department, Hulunbuir, Inner Mongolia, 165468, China

Abstract

The king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*), also known as red pine oyster mushroom, is primarily cultivated through three methods: open-field cultivation, forest understory cultivation, and greenhouse cultivation. Among these, greenhouse cultivation effectively mitigates adverse weather conditions and rain season impacts on mushroom growth, making it the most stable and high-yield cultivation method. In recent years, the king oyster mushroom has gained significant market popularity due to its strong adaptability and high nutritional value, attracting increasing participation from growers. By standardizing greenhouse cultivation practices, farmers can achieve year-round production and enhance both yield and quality. This study analyzes key aspects of greenhouse cultivation techniques for the king oyster mushroom and proposes practical management strategies to assist growers.

Keywords

large ball cap mushroom; greenhouse cultivation method; management strategy

探讨大球盖菇大棚栽培方法与管理对策

张宇微

内蒙古克一河森林工业有限责任公司公司管理部, 中国·内蒙古 呼伦贝尔 165468

摘 要

大球盖菇又名赤松茸, 主要有露天、林下和大棚三种栽培模式。其中大棚栽培可以避免不良气候及雨季出菇时对大球盖菇的影响, 因此大棚种植是大球盖菇栽培的稳定高产模式。近些年来, 大球盖菇颇受市场青睐, 具有适应性强、营养价值高等一系列优势, 因此越来越多种植者参与其中。通过进一步规范大球盖菇大棚栽培工作, 实现周年化生产, 提升产量和品质。在本文的研究工作中, 主要分析大球盖菇大棚栽培方法的各项要点, 并提出几点有效的管理措施, 以供种植户参考。

关键词

大球盖菇; 大棚栽培方法; 管理对策

1 引言

大球盖菇大棚栽培是一项管理精细但回报可观的技术, 在栽培工作中, 掌握各项要点, 规范栽培管理, 可以实现高产稳产, 增加种植户的经济收入。在具体栽培过程中, 种植户要合理选择栽培的时间和场地, 优化设施建设, 加强发菌期出菇期等的管理, 并做好病虫害防治工作, 提高产量和品质, 推动大球盖菇产业的进一步发展。

2 大球盖菇大棚栽培方法要点

2.1 栽培前准备

大球盖菇大棚栽培前需要做好一系列的准备工作, 减少后续出现的一系列风险。

一、优先选择地势平坦、排水良好的地块, 避免低洼

积水区域, 同时还要确保周边交通便利, 便于原料运输和产品采收, 远离化工厂、养殖场等一些污染源, 防止环境因素影响出菇品质。确定场地后, 要将场地上的杂草、石块等清除干净, 整平土地, 并根据平面结合地形, 合理规划排水沟和道路。如果土壤含水量不够, 应浇水使土壤湿润并进行场地消杀。

二、根据出菇经验以及当地气候及原料特点, 选择优质、高产、抗逆性强、商品性好的大球盖菇品种。大球盖菇成品菌种质量要求菌种菌丝浓密粗壮、白色、生活力强、菌龄适中、无杂菌、无病虫、无吐黄水现象^[1]。

三、开展大棚结构设计。如果是大田搭荫棚, 采用钢管材料搭建而成, 棚架高 200cm~220cm。荫棚宽度长度不限。如果是林下搭荫棚, 可采用钢管材料搭成因棚高度为 180cm~200cm。棚顶覆盖聚乙烯薄膜, 外侧加覆遮阳网, 两侧预留通风口, 大棚顶部可开设两排透气孔, 以利于空气对流, 底部设置 0.5m 高的裙膜, 便于调控湿度、温度和通风

【作者简介】张宇微(1990-), 女, 中国山东武城人, 硕士, 助理政工师, 从事林业科技研究。

的情况,棚内开挖排水沟沟宽 30cm,深 20cm。

四、选择合适的栽培季节。大球盖菇菌丝生长适宜温度为 22-28℃,子实体发育适宜温度为 15-22℃,据此可将栽培季节分为春季和秋季两大主季,不同地区因气候差异,具体时间略有不同。北方反季栽培可提早至 9 月上旬播种。配备环境控制设备的大棚,可实现周年生产,将温度控制在 10℃~28℃之间。

2.2 栽培料配制与发酵

栽培料配置环节,要选择适合大球盖菇生长的原料包括各种农作物秸秆,例如麦秆、玉米秆、玉米芯、稻草、谷壳、竹屑等,材料要求新鲜干燥、无杂物、无虫蛀、无霉菌,存储在通风干燥处^[2]。大球盖菇栽培料来源十分广泛,因此可根据当地资源灵活选择配方,然后对栽培料进行发酵处理,目的是杀灭杂菌和害虫,使培养料软化。原料先暴晒 2~3 天,然后使用石灰水预湿两天,使其充分吸水,然后建堆。堆体建议为底宽 2.5m、顶宽 1.5m、高 0.8m 的长梯形。在堆料上打透气孔,直通料底。当内部温度达到 65℃时,保持 24 小时后进行第 1 次翻堆。翻堆时需要将内外上下的料互换位置,进行三次翻堆,总共发酵 7~9 天。培养料呈褐色,有大量白色放线菌,散发出菌香气味。通过发酵杀灭原料中的杂菌与害虫,分解部分粗纤维,提升原料的利用率。

2.3 铺料接种

铺料接种环节是大球盖菇大棚栽培方法中的关键阶段。首先,铺料前要对大棚进行彻底的消毒。清除棚内杂物后,使用 50% 多菌灵可湿性粉剂 500 倍液喷雾消毒,同时点燃硫磺熏蒸密闭大棚,24 小时后通风换气,待气味散尽以后便可铺料。其次,大棚内采用高床栽培。畦床宽 1.1~1.4m,畦间留 40~50cm 过道。铺料厚度可根据播种方式调整,如果是单层播种铺料厚约 18cm,如果多层播种每层铺料厚 10~12cm^[3]。将发酵好的原料均匀地铺在大棚地面上,采用分层布料法时,分三层布料时每层播撒 1/3 菌种,最后覆盖 1~2cm 厚的薄料。该方法可以确保菌种与原料充分接触。播种后使用直径 4cm 以上的木棒在料床上每隔 30~40cm 打通气口,利于菌丝呼吸,也能防止料面水分过分蒸发,为菌丝生长创造湿润环境。

2.4 发菌期管理

发菌阶段的核心是调控温度、湿度与通风,促进菌丝快速定植,并长满料层一,一般会持续 25~35 天。通过促进菌丝健壮生长,为出菇打下基础。在温度方面,料温控制在 22~27℃最为理想,如果接近 30℃,需要及时地掀开覆盖物,打通气孔散热,并加强夜间通风。湿度方面播种 20 天后,切忌向均料直接喷水,如果空气干燥,可向覆盖料轻微喷水,保持其湿润即可,空气相对湿度保持在 75%~85%^[4]。在通风管理方面,每天打开两侧通风口,通风 1~2 个小时,确保棚内空气新鲜,二氧化碳浓度控制在 0.1% 以下。在翻料操作方面接种后 15~20 天,当菌丝长满 6 层的 1/2 时,进行

一次发酵操作,将料层上下翻动。使菌丝分布均匀也能破除结块,增加透气性,促进菌丝快速长满的料层。

2.5 棚间管理

种植期间做好覆土管理,厚度约 3cm,以肥沃的菜园土、田园土壤为最佳。采用两次覆土方式,即在播完菌种以后,在料垄覆薄薄的一层土壤。可盖严培养料厚度为 1cm 左右。控制好厚度覆土不宜过厚,容易造成高温厌氧,危害球盖菇菌丝的正常发育。然后覆盖稻草,进行遮阳保湿处理。菌丝生长至培养料中的 2/3 时,进行第 2 次覆土,发现覆土开裂时,向床面轻喷雾状水。

2.6 出菇期管理

当菌丝布满料层并形成白色菌丝时,意味着进入到出菇期。在该阶段要重点调控温度和湿度、光照和通风,促进原基分化为子实体。在温度控制方面,子实体生长适宜温度为 15~22℃,棚内温度做好调控。如果温度过高,可能导致子实体生长过快,品质下降;而温度过低会抑制子实体的分化。因此要根据温度变化情况,采取适当的调控措施。冬季低温时,采取增加拱棚、夜间增厚覆盖物等措施进行保温;当棚内气温低于 5℃时,停止向料面喷水^[5]。通风也应当选择中午气温较高时进行,采取开小口缓慢换气的方式。如果是春季夏季高温时超过 25℃,需要及时通风喷水进行降温。在湿度调控方面,出菇阶段需要较高的空气湿度,因此需要将湿度保持在 80%~90%。每天向棚内喷雾 2~3 次,直接向料面与空气喷水,避免水流冲击子实体。同时还要保持地面湿润,通过地面蒸发提升空气湿度。采收前 2~3 天停止喷水。通风与光照的控制方面,当菌床有大量子实体发生时,应加大通气量,每日通风 2~3 次,每次 30~60 分钟,确保棚内空气流通,二氧化碳浓度控制在 0.05% 以下。通风时需要结合湿度调控,避免通风导致空气湿度过度下降。大球盖菇子实体分化是需要散射光,出菇阶段光照强度为 2000~4000 勒克斯。可通过调整遮阳网的覆盖密度,满足要求,避免强光直射。

2.7 采收管理

采收阶段,结合相关的采收标准,确定具体时间。现蕾后 5~7 天,当菌盖呈钟形尚未开伞,菌幕未破裂时,及时采收。注意采大留小,避免带动周围的小菇蕾。采收时,使用拇指、食指、中指捏住菇柄基部轻轻旋转摘下。采收时也需要小心操作,避免对周围菌丝造成伤害。每潮菇采收结束后,需清理床面,补平覆土。然后停水养菌 4~6 天,喷透水增湿,诱导下一潮原基形成,一般可采收 3~4 的潮菇。

3 大球盖菇大棚栽培管理对策

3.1 水分管理

在大球盖菇大棚栽培工作中,种植户需要提高对水分管理的重视。水分是大球盖菇生长的关键因素,不同生长阶段采用不同的管理策略,避免盲目浇水,从而提高出菇的产

量和品质。例如,在发菌期应以保水为主,补水为辅,可通过覆盖物保湿,仅在料面干燥时少量补水,防止水分过多,滋生杂菌。在出菇期以勤喷水少浇水为原则,可通过喷雾的方式使空气湿度稳定在80%~90%。每次喷水后及时通风,避免棚内出现高温高湿的环境,有效减少病害的发生^[6]。在采收后停止喷水1~2天确保料面干燥,然后补充一次水分。

3.2 营养管理

加强营养管理,保障大球盖菇的生长和品质。大球盖菇生长阶段需要消耗大量营养,尤其是多次出菇后,料层营养会逐渐匮乏,因此可在第二潮菇采收以后补充营养,每采收一潮菇补充一次。将尿素、磷酸二氢钾、葡萄糖等混合溶解,均匀地喷洒在料面上,可以为菌丝提供氮、磷、钾及碳源^[7]。将腐熟的鸡粪、羊粪与麦麸按照1:1的比例混合以后均匀地撒在地面上,然后覆盖1cm厚的薄料,避免直接接触子实体。

3.3 环境管理

在大球盖菇栽培管理中,还需要做好环境管理,为其生长提供良好环境。首先,及时清理棚内的残菇、死菇、老料,避免这些物质腐烂滋生杂菌与害虫;定期清扫棚内地面,保持地面干燥无杂物。其次,每潮菇采收后,对大棚进行一次消毒,用50%多菌灵可湿性粉剂800倍液喷雾料面与棚内墙壁、立柱,同时在棚门口设置消毒池,进出人员需消毒鞋底,防止带入外部病菌。

3.4 病虫害管理

大球盖菇大棚栽培的过程中需要加强病虫害防治工作,遵循预防为主、综合防治的原则,从而达到良好的效果。首先,可以采用绿色防控措施,例如,安装防虫网、悬挂粘虫板、使用杀虫灯等多种方式,有效诱杀害虫,减少虫口密度。其次,冬季低温冻害带来一定威胁,因此也要加强防范措施,可加固棚体,防止大风冰雪损毁,在棚内加盖二层薄膜或者棉毡等覆盖物进行保温,压紧外层塑料薄膜,及时修补漏洞。还要及时清除棚顶及周围的积雪,防止压垮棚屋,当棚内气温低于5℃时,停止向料面喷水,降低菌床含水量和空间湿度。再次,做好常见病害的防治工作。常见的杂菌污染有青霉、绿色木霉和毛霉等,多因料面湿度过高和通风不良导致。针对这一情况,种植户需要严格把控原料的质量,确保原料充分发酵,同时在发菌期和初期要保持适宜的温度和湿度,加强通风,避免料面积水。若发现杂菌污染时,需要及时挖

除污染料块,并撒生石灰粉或者多菌灵粉剂。软腐病主要表现为子实体腐烂有异味,多发生在高温高湿环境下。在预防工作中,种植户需要控制出菇期的温度在15~22℃。及时采收成熟子实体。在发病初期可使用72%农用链霉素可溶性粉剂3000倍液,喷雾使用,每隔三天喷一次,连续喷2~3次,观察情况^[8]。虫害防治中,除了常见的物理措施外,还可采用化学措施。针对菇蚊、菇蝇,定期向棚内地面喷洒敌百虫晶体800倍液杀灭幼虫。如果幼虫十分严重,可使用10%乙醇磷可湿性粉剂1500倍液喷雾,重点喷洒料面。通过多种方法结合应用,达到良好的病虫害综合防治效果,保障出菇的产量和品质。

4 结语

综上所述,现阶段大球盖菇大棚栽培技术成熟,能形成较高的经济效益,成为很多种植户的选择。而在具体栽培阶段,需要科学选址、做好原料处理和接种环节,并加强发菌期与出菇期的管理工作。同时,还要加强栽培管理,做好水分和营养管理,强化病虫害防治工作,提高大球盖菇的品质和产量,增加种植户的收入。大球盖菇市场前景广阔,种植户可进一步探索大棚+物联网模式,通过智能设备实时监测温湿度、光照等环境参数,实现精准化管理,提升栽培效率与产品品质。

参考文献

- [1] 林军,陈久爱,涂俊铭,等. 大球盖菇大棚栽培技术规程[J]. 长江蔬菜,2023(11):27-28.
- [2] 谷维,张荣芳,张浩,等. 北方温室大棚大球盖菇与瓜菜周年栽培技术[J]. 食用菌,2021,43(1):63-64.
- [3] 湛金吾,桂阳,孙厚静,等. 黔东南简易大棚栽培大球盖菇[J]. 食用菌,2020,42(4):52-53.
- [4] 郭孟配,刘高磊,马晓龙,等. 大球盖菇长江中下游地区秋播冬收栽培技术[J]. 长江蔬菜,2025(8):14-18.
- [5] 杨晓波,蔡为明,金群力,等. 大球盖菇大棚设施栽培试验[J]. 食药菌,2020,28(5):328-331.
- [6] 孙波,赵会长,周洪英,等. 大球盖菇“秋种冬收”优质高效栽培技术[J]. 北方园艺,2024(21):149-153.
- [7] 魏治镭,巴宗,宋健,等. 昌都温室大棚大球盖菇高产栽培技术[J]. 农业与技术,2021,41(12):84-86.
- [8] 李森,罗霄天,秦心儿,等. 高粱秸秆栽培大球盖菇的品质、产量与优势分析[J]. 生物资源,2024,46(1):32-38.

Thoughts on high yield management strategy of large ball cap mushroom in greenhouse

Xueshuang Zhao

Inner Mongolia Keyihe Forest Industry Co., Ltd. Forest Resources Management Center, Hulunbuir, Inner Mongolia, 165468, China

Abstract

The effective implementation of high-yield management practices for greenhouse cultivation of *Pleurotus eryngii* can significantly enhance local economic income and drive regional economic development. Additionally, the cultivation of mushroom residue serves as an excellent organic fertilizer that improves soil quality, enriches forest land, and provides substantial support for vegetation growth. This industry achieves a balance of economic, ecological, and social benefits, warranting focused attention and prioritization. Farmers should conduct thorough analyses by addressing specific regional conditions and practical challenges, focusing on critical phases including preparatory work, sowing and spawn management, key period management, and harvesting operations. Through optimized adjustments, this approach ensures both yield and quality of *Pleurotus eryngii* production, better meeting market demands.

Keywords

large cap mushroom; high yield management; cultivation techniques; production yield

大球盖菇大棚地栽高产管理策略思考

赵学双

内蒙古克一河森林工业有限责任公司森林资源管理中心, 中国 · 内蒙古 呼伦贝尔 165468

摘 要

大球盖菇大棚地栽高产管理工作的有效落实可以更好的提高地方经济收入, 推动地方经济发展, 同时栽培菌渣是很好的有机肥, 可以改良土壤, 增肥林地, 为林地的植被生长提供更多的助力, 是兼顾经济效益、生态效益和社会效益的产业, 需要引起关注和重视。种植人员应结合不同地区的实际情况、具体问题具体分析, 紧抓准备工作、播种及发菌期管理、关键期管理、采收作业等相应关键重点来展开分析, 作出优化和调整, 保障大球盖菇的生产产量和生产质量, 更好地满足市场需求。

关键词

大球盖菇; 高产管理; 种植技术; 生产产量

1 引言

大球盖菇营养丰富, 肉质鲜嫩, 市场需求较为稳定, 做好大球盖菇的高产栽培管理, 保障大球盖菇的生产产量和生产质量十分必要。相关单位可从以下几点着手加强技术控制和技术管理能力。

2 准备工作

高产栽培前的准备工作落实可以确保生产环境符合大球盖菇的生长需求, 为大球盖菇的生长提供良好的基础和保障, 而在准备工作落实的过程中应抓住如下几个关键点:

2.1 种植区域选择

大球盖菇在生长发育的过程中受客观环境的影响是

相对较大的, 作为中温型食用菌, 其菌丝生长的适宜温度和子实体形成及发育的适宜温度分别处于 15 ~ 28℃ 和 12 ~ 25℃, 且在生长的过程中对于湿度的要求相对较高。在菌丝生长阶段, 培养基含水量和空气相对湿度需要控制在 60% ~ 70% 以及 70% ~ 80%, 而在出菇期空气的相对湿度需要保证在 85% ~ 95%。此外, 大球盖菇在生长过程中对于阳光的需求较弱, 在菌丝阶段可以完全黑暗培养, 但在子实体形成期需要散射光刺激, 否则则会影响生产产量和生产质量, 因此做好场地选择是十分必要的。

内蒙古大兴安岭林区位于我国东北部, 属于较为典型的湿润森林草原气候, 年平均气温在 -5 ~ 0℃, 6 月 ~ 9 月的平均温度为 16℃, 最低气温为 8℃, 最高气温在 35℃ 以下, 这为大球盖菇的生长提供了良好的温度环境。同时 6 ~ 9 月又是该地区降雨较为集中的区域, 其相对湿度可以得到保障, 可以为大球盖菇的生长提供适宜的生存环境。

【作者简介】赵学双 (1975-), 女, 中国辽宁昌图人, 本科, 高级工程师, 从事林业科技研究。

2.2 设施配备

为了确保客观环境与大球盖菇的生长适配,提高大球盖菇的生产产量和生产质量,还需要通过设备配备的方式对大棚进行升级和优化,可采用钢架结构大棚,控制其棚高和宽度,将数值分别设置在小于2.5m和6~8m之间,并根据种植规模来确定大棚长度。在大棚顶部可覆盖双层防雾无滴膜,内层加铺保温棉,配备遮阳网,满足夏季遮光、遮阳、隔热及冬季保温需求,在此基础上,需在棚内安装通风窗,满足上下对流通风需求,设置温湿度自动监测仪,实时监测大棚内部的温湿度情况,精准调控环境温度和环境湿度。在栽培床搭建的过程中需要从床宽、床高、床间距等相应关键点做好参数控制,可分别控制在1.2~1.5m、20~25cm和50cm。在栽培床底部可铺设10cm厚的碎木屑和秸秆,中层铺设5cm厚的塑料薄膜,上层则需要铺设栽培基质。

2.3 培养基制备与处理

培养基的制备与处理也可以为大球盖菇的生长提供良好的支持,而在培养基制备的过程中需根据大球盖菇的品种型号、生产需求以及该地区的地质特点等相应因素展开分析。根据内蒙古大兴安岭林区的特点,在培养基设计的过程中选择玉米芯、牛粪、稻壳、麦麸、豆粕、石膏和白灰,其占比分别为60%、20%、10%、5%、2%、2%和1%,通过增温发酵法发酵栽培料。在培养基制备的过程中,需严格按照混合比例加入玉米芯、牛粪和稻壳,混合均匀,在此之后加入麦麸、豆粕、石膏和白灰,边加边搅拌,然后将制备好的原料堆成梯形堆,并在其顶部挖设凹槽,便于补水,5天后进行第1次翻堆,之后每3天落实1次翻堆作业。在翻堆的过程中保障水分充足,控制含水量处于65%左右,至基质呈褐色且pH值在6.0~7.0之间则完成发酵,发酵完成后,要将发酵物冷却至25℃并摊开晾晒,同时可以喷洒多菌灵溶液来消除残余杂菌。

3 精准播种

3.1 播种时间确定

不同地区受地理位置、气候因素等多重因素的影响,其播种时间是存在鲜明差异的,可根据棚内温度是否稳定于15~20℃来确定具体的播种时间。例如在内蒙古大兴安岭林区则可以将播种时间确定在5月上旬,更好地满足菌丝萌发的需求,同时在播种的过程中应当尽可能避开高温和雨季,避免出现杂菌污染问题,可通过天气预报等相应信息的收集来对播种时间作出适当调节^[1]。

3.2 播种方法及密度控制

在播种的过程中需提前向种植区域喷洒多菌灵、阿维菌素等相应药剂,并且在畦面铺洒石灰。在播种作业的过程中需要将菌种掰成小块,并将行距和株距分别控制在10cm和2~3cm之间。在播种的过程中采用品字型播种方式,将3cm×3cm的菌种小块播种层间位置,在此之后覆盖

3~4cm厚的基质轻轻压实,保障菌丝定植效果,然后可引入木棒,在菌床上打20cm深的通气孔,并在其上盖上稻草。

3.3 发菌期管理

在发菌期管理的过程中应当紧抓温度、湿度、光照与通风等相应关键元素来进行管理。首先,在温度管控上,在播种后的1~10天左右棚内温度应始终控制在20~25℃的阈值范围内,保障菌丝的萌发速度,若低于这一数值,则需要通过关闭通风窗、覆盖保温棉来提升棚内温度,若温度高于这一阈值则可通过遮阳网和通风口的使用来实现通风降温。

其次,在湿度管理的过程中应始终保证播种以后基质的含水量处于60%~65%,空气的相对湿度处于70%~75%,若前者的含水量无法达到标准要求,则可通过雾化喷雾系统的应用来进行补水,若后者的数值无法达到要求,则可通过地面洒水的方式来对问题进行解决^[2]。

最后,需要做好光照与通风的管理,一般情况下在大球盖菇播种以后的前20d需要确保棚内没有阳光,这可以更好地提高菌丝生长速度,可以每天通风1~2次,每次30min,保障棚内氧气充足。在20d以后则可以通过适当增加散射光的方式让大球盖菇每天光照2~3h,同时也需要在该环节延长通风时间,可以从30min延长至45min。

4 关键期管理

若种植时间为5月下旬,那么到了6~8月份则进入了大球盖菇的关键生长期时期,这时则需要通过棚间精细化管理的方式来保证大球盖菇的生长质量和生产产量。

4.1 温度湿度的精准调控

在大球盖菇的关键生长期做好温度和湿度的管理也是十分必要的,而在大球盖菇的不同生长阶段温度湿度要求是存在鲜明差异的,可以将大球盖菇的关键生长期划分为菌丝生长期、原基形成期和子实体发育期三大关键时期,可以将棚内温度分别控制在18~25℃、15~22℃和12~25℃,以更好地满足大球盖菇的生长需求。若温度超过规定阈值,则可通过启动雾化喷雾系统、开启通风窗、调整遮阳网等多种方式来确保温度稳定^[3]。

而在湿度管理的过程中也可以根据大球盖菇菌丝生长期、原基形成期和子实体发育期等不同阶段的生长需求来控制基质含水量和空气相对湿度。在基质含水量控制的过程中需要确保菌丝生长期和原基形成期的基质含水量在60%~65%的阈值范围内,而在子实体发育期则需要确保基质含水量在65%~70%的阈值范围内,在菌丝生长期原基形成期和子实体发育期的空间相对湿度管控中需确保其数值分别控制在70%~80%、80%~85%、85%~90%,若出现相对湿度不足的方式情况则可以通过喷雾器喷洒清水来对问题进行解决,若湿度过高则可通过增加通风次数的方式来完成湿度调控。

4.2 通风与光照管理

在通风管理的过程中可通过常规通风和特殊情况通风等相应管理工作的落实来确保棚内湿度温度达标,同时对棚内二氧化碳的浓度进行灵活调整。一般情况下,在大球盖菇的菌丝生长期每天需要通风2次,每次通风时间应当控制在45min以内,而到了原基形成期则需要增加通风次数,每天3~4次,每次45~60min。但是遇到特殊情况需特殊对待特殊处理,例如在雨天则需要通过关闭下部通风口的方式避免雨水进入对棚内温湿度造成较大的影响,若遇到高温高湿天气,则可以通过适当延长通风时间,避免对棚内温度造成较大的影响^[4]。

在光照管理上需根据菌丝生长期、原基形成期及子实体发育期不同阶段的生长发育需求来作出精细化调节。菌丝生长期大球盖菇并不需要接触阳光,可以保持棚内完全黑暗,通过遮阳网或黑色薄膜的使用来达到这一目标。在原基形成期则需要每天提供2~3h的散射光,可通过去除部分遮阳网或在棚内设置弱光灯泡来实现。在子实体发育期则需要提升光照强度,可以将每天的光照时间控制在3~4h。

4.3 水肥管理

首先,在水分管理上需要紧抓补水时间、方式和水质要求三大关键要点,坚持遵循少量多次、按需供给的原则。一般情况下补水时间应当选择温度较低的早晨或傍晚,避免在高温时段补水导致基质温度骤变。在补水方式上,不同阶段的补水方式是存在一定差异的,菌丝生长期想要补水可以采用表面喷雾补水的方式,而在子实体发育期则可通过雾化喷雾的方法保证补水效果。在水质要求上需要控制pH值在6.0~7.0之间,尤其是关注水中是否氯含量过高。

在养分补充方面也需要紧抓补充时机和补充方式两大关键要点,一般情况下在第一潮菇收完结束以后需要在第二潮菇原基形成前进行养分补充,避免生长期施肥影响大球盖菇的生长产量和生产质量。而在补充方式上可通过叶面施肥,引入磷酸二氢钾溶液和尿素溶液,将其混合以后均匀喷洒在子实体原基和基质表面上,7天1次,连续2次即可^[5]。

4.4 病虫害防治

落实病虫害防治也是保障大球盖菇生产产量和生产质量的重要前提,而在病虫害防治的过程中可通过物理防治、生物防治、化学防治等相应防治手段,提高防治效果。在物理防治上可借助防虫网安装、黄色粘虫板使用来有效去除蚜虫、菇蝇等相应害虫。也可以通过休棚期高温消毒的方式来去除棚内的杂菌与害虫。生物防治则是可以引入木霉菌剂、苏云金杆菌悬浮剂等相应的微生物制剂来防治鳞翅目害虫

等相应害虫,也可以通过捕食蝇来消除菇螨等相应小型害虫。在化学防治上则可以根据实际情况来选择相应的化学药剂,例如在发现大量绿霉、曲霉污染时则可以引入多菌灵可湿性粉剂。具体可以根据实际情况来对防治手段进行适当调整和优化。

5 采收管理

为了更好地保障大球盖菇的质量,采收时机的科学选择是十分必要的,一般情况下可通过大球盖菇菌盖边缘是否内卷来分析是否实体成熟。同时若菌褶呈现出灰白色和浅褐色、菌柄粗壮挺拔也代表它已经成熟,但是若出现菌盖完全展开且孢子开始释放的情况则意味着其成熟过度,很容易会影响其口感和商业价值。在采收时间选择的过程中可以选择傍晚或晴天,避免实体带水等相应问题^[6]。

采收方法上可以准备剪刀、竹篮、手套等相应工具,提前对其进行消毒。在采收作业的过程中采用剪切法,一手扶住菌柄基部,另一手用剪刀在基质表面1~2cm处剪断菌柄,避免在采收的过程中对原基和菌丝产生较大的破坏。在采收后需要及时清理,去除杂质和泥土,然后按照等级进行摆放。

6 结语

大球盖菇种植工作的有效落实可以更好的提高经济收益同时维护生态环境,符合于既要金山银山又要绿水青山的发展理念。因此加强大球盖菇种植管理十分必要,只有这样才能更好地发挥其经济效益,提升生态效益,应当引起关注和重视,通过准备工作落实、播种技术控制、关键生长期管理以及采收管理等相应工作的有效落实,确保大球盖菇的生产产量和生产质量。

参考文献

- [1] 化荣,曹娟,罗艳. 宁南山区不同林分类型林下栽培大球盖菇基料配比试验[J/OL]. 中国食用菌, 1-5[2025-10-17].
- [2] 滑帆,高义平. 河北省大球盖菇绿色高效栽培模式[J]. 现代农村科技, 2025, (10): 27-28.
- [3] 刘威震,郭年东,黄振飞,等. 大球盖菇简易栽培技术[J]. 食用菌, 2025, 47 (04): 64-67.
- [4] 卜挺,李嘉伟,韩进,等. 大球盖菇标准化栽培与绿色防控集成技术研究[J]. 中外食品工业, 2025, (14): 102-104.
- [5] 刘二冬. 大球盖菇大棚生料高产栽培技术[J]. 食用菌, 2019, 41 (04): 55-56.
- [6] 朱元弟,杨治明,梅正祥. 大球盖菇大棚地栽高产技术[J]. 食用菌, 2016, 38 (01): 48-49.

Problems and improvement measures of agricultural technology extension system at grass-roots level

Hong Zi¹ Guangyun Li²

1. Fengwei Town People's Government, Zhenkang County, Lincang City, Yunnan Province, Lincang, Yunnan, 677799, China

2. Fengwei Town Industrial Development and Technology Service Center, Zhenkang County, Lincang City, Yunnan Province, Lincang, Yunnan, 677799, China

Abstract

The grassroots agricultural technology extension system serves as a vital bridge connecting agricultural science with farmers' production practices. Its effective operation is crucial for advancing agricultural modernization, increasing farmers' income, and ensuring food security. While China's grassroots agricultural extension system has achieved certain successes, it still faces multiple shortcomings in funding guarantees, talent development, operational mechanisms, and evaluation supervision. This paper analyzes five key issues from the current operational status: overlapping institutional functions, weakened talent teams, insufficient funding, delayed response to farmers' needs, and low digitalization levels. It proposes improvement strategies including mechanism restructuring, talent and incentive system enhancement, resource integration, demand-oriented services, and digital platform development. The study demonstrates that establishing a five-dimensional linkage mechanism of "institutional safeguards—talent support—funding allocation—demand response—technological support" can significantly improve the effectiveness of technology extension and agricultural productivity.

Keywords

agricultural technology extension at the grass-roots level; system construction; problem analysis; improvement measures; agricultural modernization

基层农业技术推广体系存在的问题及改进措施

字宏¹ 李光云²

1. 云南省临沧市镇康县凤尾镇人民政府，中国·云南 临沧 677799

2. 临沧市镇康县凤尾镇产业发展和技术服务中心，中国·云南 临沧 677799

摘 要

基层农业技术推广体系是连接农业科技与农户生产实践的桥梁，其有效运作对于推动农业现代化、提高农民增收及保障粮食安全至关重要。当前，我国基层农技推广体系虽已取得一定成效，但在资金保障、人才队伍、机制运行、评价监督等方面仍存在较多欠缺。本文从体系运行现状出发，深入分析机构功能混淆、人才队伍弱化、资金投入不足、农户需求响应迟缓、信息化水平低下等五个方面的问题，并提出机制重塑、人才与激励机制健全、资金与资源整合、需求导向服务以及信息化平台建设等改进路径。研究表明，通过构建“制度保障—人才支撑—资金投入—需求响应—科技支撑”五维联动的基层农技推广新机制，可显著提升技术推广效能与农业生产效率。

关键词

基层农技推广；体系建设；问题分析；改进措施；农业现代化

1 引言

基层农技推广体系作为农业科技成果转化为民生产实践的关键通道，其作用已被《国家职业农民培育方案》《农业农村部关于做好 2023 年基层农技推广体系改革与加强技术服务能力建设的通知》等政策文件反复强调。然而，在农业现代化新阶段和乡村振兴战略背景下，传统推广体制面临

资源分散、职责交叉、农户需求多样化与农业技术升级速度加快等新挑战。文献指出，“部分基层农技推广机构重视度不够、体系不完善、职责划分不清晰、资金匮乏且队伍素质待提升”。因此，迫切需要对基层推广体系进行系统诊断与机制创新，以更好地服务农户、服务农业生产、服务乡村振兴。本文从体系运作视角出发，系统梳理当前基层农技推广的主要问题，并提出对应的改进措施，旨在为地方政府、农业主管部门及推广机构提供理论参考与实践路径。

【作者简介】字宏（1980—），男，佤族，中国云南镇康人，本科，从事社会科学研究。

2 基层农业技术推广体系的制度与机制问题

2.1 职责与职能界定不清

我国基层农业技术推广体系呈现多主体共存格局，包括政府部门、农技推广机构、合作社及企业化服务组织等，但在实践中，责任分工与权责界定依然模糊。县级与乡镇农技机构之间存在功能重叠、资源浪费和管理交叉等问题，部分单位缺乏明确的职责边界，导致“多头管理”与“无人负责”并存。由于缺乏系统性顶层设计，推广项目的规划、执行与评估环节未能形成有效衔接。部分地方机构虽设立“农技推广中心”，但仍延续行政依附模式，行政事务压倒技术推广职能，造成服务重心偏移。此外，社会化服务组织虽在补充推广体系中发挥积极作用，但缺乏政策支持与监管标准，难以实现政府与市场的良性协同，最终影响推广体系的整体运行效率。

2.2 资金投入不足与保障机制缺失

资金短缺是制约基层农技推广体系可持续发展的突出问题。尽管国家及地方政府多次出台文件，提出“加强农技推广服务能力建设”，但在执行过程中，财政拨款周期长、专项资金占比低、绩效激励资金不足等问题仍普遍存在。部分地区依赖项目型资金支持，导致推广经费不稳定、服务连续性差。一旦项目结束，推广活动难以维系。此外，资金使用缺乏透明化与精细化管理，部分经费用于基础建设或行政支出，实际用于技术培训与农户指导的比例偏低。缺少与绩效挂钩的资金分配机制，使得经费投入与推广成效脱节，削弱了基层机构与人员的积极性，也限制了推广体系的创新动力和社会服务能力。

2.3 绩效评价与激励机制滞后

农技推广体系的绩效考核机制长期存在形式化倾向。多数地区仍沿用以行政量化指标为主的考核方式，如报告数量、培训次数等，忽视推广实效与农户收益等核心指标。缺乏科学的过程性、结果性评价体系，导致考核结果无法真实反映推广质量。推广人员绩效与薪酬脱节，优秀人员缺乏激励，形成“干多干少一个样”的局面。与此同时，责任追溯机制缺位，出现推广失误或服务不到位时，缺乏明确的问责路径。此外，农户满意度评价未纳入主流考核体系，使推广工作缺乏来自服务对象的反馈压力。要改变这种局面，应建立“绩效考核—激励分配—责任追溯”闭环机制，引入第三方评估与农户参与，实现推广效果的量化考核与动态改进。

3 基层农技推广队伍与资源匹配问题

3.1 推广人员专业素养与数量短缺

当前基层农技推广体系中，人员结构性短板日益显现。大部分推广人员学历层次偏低、知识结构陈旧，难以适应现代农业发展的技术需求。统计数据显示，约40%的基层农技人员与农业专业背景关联性不足，缺乏现代农业科技、信息化应用及产业链思维的系统掌握。许多推广人员仍停留在

经验型指导阶段，对智能灌溉、数字化种植、绿色防控等新技术了解有限。专业能力不足直接影响技术传播的科学性与精准性。同时，推广岗位吸引力不高、职业晋升通道狭窄，导致人员流失严重，年轻技术骨干补充困难，形成“老龄化、高负荷、低效能”的恶性循环，制约了推广体系的可持续发展。

3.2 农户科技素质与组织化程度偏低

农户科技水平低、组织化程度弱是制约推广成效的重要因素。多数农户生产经验丰富，但依赖传统耕作模式，对信息化、标准化生产技术接受意愿有限，存在“观望”心理。农户间缺乏合作机制，推广信息传递链条断裂，形成“技术下达—采纳—实施”脱节现象。部分地区虽有农民专业合作社或农业服务组织，但运作不规范、服务覆盖面有限，难以承担技术转化和示范功能。农户在推广体系中仍处于被动接受地位，缺乏参与感与反馈机制。

3.3 资源配置与服务模式单一

当前推广资源分布不均，服务方式过于单一。部分地区仍以集中讲座、发放资料、示范展示等传统形式为主，推广内容碎片化、针对性不足，难以满足不同地区、不同作物及不同经营主体的多样化需求。推广机构缺乏对区域差异的动态分析，资源投入与产业结构、农户类型匹配度不高。信息化推广手段虽被提出，但在基层落地率低，平台建设与数据共享机制不完善，推广服务仍停留在“被动传授”阶段，缺乏互动与反馈。服务供给的单一性使农技推广在精准化、持续性与可复制性方面受到限制。要实现高效推广，需推动资源整合，建立数字化服务体系与精准对接机制，构建“线上+线下”“科研+农户”“推广+经营”的多元融合新格局。

4 农户需求响应与技术转化瓶颈

4.1 技术需求调研机制缺位

基层农业技术推广体系中，技术供给与农户实际需求之间存在明显脱节。许多推广项目仍以科研院所、上级部门的科研成果为导向，忽视对农户真实生产问题、生态条件及经济承受能力的系统调研。调研缺位导致技术推广内容“自上而下”强行应用，缺乏差异化与针对性。例如，部分地区在未充分评估水资源与土壤结构的前提下推广节水灌溉技术，结果造成设备闲置或运行成本过高。由于缺乏有效的农户参与机制，推广单位难以及时获取需求反馈，技术供给与实际生产脱节，导致农户采用率低、技术示范效果不显著。建立以农户为中心的需求调研制度、引入参与式农村评估（PRA）与问卷分析，是实现“科学研究—实地推广—动态优化”的关键环节。

4.2 技术示范与田间转化不到位

田间示范是技术推广的核心环节，但目前“示范到复制”的衔接不畅。部分示范基地建设重形式、轻实效，缺乏标准化管理与动态指导，导致示范成果停留在展示层面。技术推

广中存在“示范点繁多、指导力量薄弱、后续服务断档”等问题,示范经验难以在农户间有效扩散。部分推广人员未能针对不同地块类型、种植规模或经济条件提供分层指导,造成技术迁移性差、推广覆盖面不足。为此,应建立示范区标准化管理规范,配套技术培训与长期跟踪机制,确保技术从“示范成功”走向“规模应用”。同时,可通过农民专业合作社与农业企业的参与,推动示范区经验转化为可复制、可持续的生产模式。

4.3 信息化支持与反馈机制薄弱

信息化手段在现代农业推广中的作用愈发突出,但在基层推广中尚未充分发挥效能。一方面,数字平台建设滞后,推广数据采集、传输与分析体系不健全,导致信息反馈周期长、数据利用率低。另一方面,部分农户对智能终端、移动应用等信息工具接受度不高,使用培训不足,难以形成有效互动。信息孤岛现象使推广机构难以及时获取农户的应用反馈,限制了推广内容的持续优化。改进方向在于建设覆盖乡镇与村级节点的农业信息化服务平台,形成“推广数据实时采集—模型分析—动态反馈”的闭环管理体系。同时,开展数字素养培训、提供简易操作界面与定向信息推送服务,可有效提高农户参与度,促进技术推广的精准化与智能化。

5 改进措施:构建高效运作的基层农技推广体系

5.1 完善制度建设与机制保障

基层农业技术推广体系的核心在于制度的科学设计与执行保障。应明确农业主管部门、推广机构、乡镇服务中心及合作社的权责分工,构建纵向衔接、横向协同的运行机制。建立稳定的资金保障制度,将推广经费与绩效考核结果挂钩,激励服务成效导向。强化监督体系,制定覆盖“过程—结果—满意度”的综合评价标准,形成从项目立项到技术落地的全过程质量控制与责任追溯机制。

5.2 强化人才队伍建设与服务能力提升

农技推广成效取决于人才质量与服务能力。应完善农技人员招聘、培训和晋升体系,推进专业化与职业化建设。依托农业高校、科研院所与企业基地,建立“校地合作—岗位实训—考核认证”一体化机制。重点培养兼具农业理论与实操技能的“双师型”技术人才,提高技术传播与问题解决能力。建立岗位激励机制,推动优秀人才向基层流动,构建稳定、高效的推广队伍。

5.3 提升需求导向与信息化推广服务能力

推广服务应由“技术供给型”向“需求导向型”转变。推广机构应定期开展农户需求调研,形成基于种植结构、生态条件与市场导向的差异化服务体系。依托“互联网+农业”

模式,建设农业大数据与远程指导平台,实现农户问题在线咨询、专家远程诊断、技术成果实时推送。通过信息化管理系统形成数据闭环,实现推广服务的数字化、精准化与可追溯化。

5.4 创新推广模式与资源整合机制

推广模式应注重多元融合与协同共建。可通过政府主导、科研院所支撑、企业参与、合作社联动的多主体合作模式,形成“科技研发—推广服务—产业应用”的链条。探索“项目制+示范区”运作机制,在典型区域建立可复制的试点经验。推动资源整合,鼓励社会化服务组织、农业企业共同参与技术推广,实现科研资源、政策资金与市场需求的有机结合,提升推广体系整体效能。

5.5 建立激励机制与效果评价体系

构建以绩效为导向的激励机制,是提升推广效率的关键。应制定以农户满意度、技术转化率、增产效益为核心的综合考核指标,将考核结果与财政拨款、岗位晋升挂钩。建立第三方评估制度和社会监督机制,定期开展推广成效评估与农户反馈调查。利用可视化数据平台公开推广成果,促进信息透明化与社会监督常态化,从而形成“激励—反馈—改进”的动态循环,推动推广体系持续优化。

6 结语

基层农业技术推广体系是实现农业科技成果走进田间地头的关键,亦是推动乡村振兴、提升农民生产能力的重要环节。当前,我国基层推广体系在职责界定、人才队伍、服务机制、需求响应及信息化应用等方面仍存在突出问题。通过完善制度机制、建设高素质服务队伍、强化需求导向与信息化赋能、创新推广模式与激励评价机制,可以构建适应新时代农业发展要求的推广体系。未来,应坚持党建引领、政策保障、科技支撑一体化路径,不断提升基层农技推广效能,从而助推农业现代化、实现乡村高质量发展。

参考文献

- [1] 张朝红.基层农业技术推广体系的现状与改进措施[J].河北农机,2024,(23):67-69.
- [2] 徐芬.关于基层农业技术推广体系发展与改革的思考[J].现代农业研究,2023,29(05):134-137.
- [3] 何华.基层农业技术推广体系创新建设路径思考[J].南方农业,2022,16(10):130-132.
- [4] 王芳.基层农业技术推广体系现状及创新策略[J].河南农业,2019,(08):61-62.
- [5] 侯应霞,朱晓燕,鲍瑜.新时代基层农业技术推广人员能力素养及知识更新需求——以湖北省为例[J].湖北农业科学,2022,61(S1):372-377.

Research on Key Technologies and Sustainable Development of Natural Forest Ecosystem Management and Protection

Yongsheng Li

Wulashan Forestry Management and Protection Center, Bayannaoer City, Inner Mongolia, Bayannaoer, Inner Mongolia, 014409, China

Abstract

The intensification of global climate change and human activities has led to a degradation crisis in natural forest ecosystems, with issues such as biodiversity loss and aggravated soil erosion threatening ecological security. As the core of terrestrial ecosystems, natural forests play an irreplaceable role in ecological service functions, including carbon sequestration regulation, water conservation, and species protection. Currently, problems such as outdated management and protection technologies and a single operating model for natural forests restrict the coordinated development of ecology and the economy. This study focuses on innovations in management and protection technologies and sustainable development pathways, proposing a key technology system encompassing dynamic monitoring, structural optimization, and pest and disease prevention and control. Combined with ecological restoration and industry integration strategies, it aims to construct a natural forest management model that balances ecological benefits and economic value, providing theoretical support for global forest resource conservation.

Keywords

natural forest ecosystem; management and protection technologies; sustainable development; ecological restoration; industry integration

天然林生态系统管护的关键技术与可持续发展研究

李永生

内蒙古巴彦淖尔市乌拉山林业管护中心, 中国·内蒙古 巴彦淖尔 014409

摘 要

全球气候变化与人类活动加剧导致天然林生态系统面临退化危机, 生物多样性丧失、水土流失加剧等问题威胁生态安全。天然林作为陆地生态系统的核心, 其生态服务功能对碳汇调节、水源涵养及物种保护具有不可替代性。当前, 天然林管护技术滞后、经营模式单一等问题制约了生态与经济的协同发展。本研究聚焦管护技术创新与可持续发展路径, 提出动态监测、结构优化、病虫害防控等关键技术体系, 结合生态修复与产业融合策略, 旨在构建兼顾生态效益与经济价值的天然林管理模式, 为全球森林资源保护提供理论支撑。

关键词

天然林生态系统、管护技术、可持续发展、生态修复、产业融合

1 引言

天然林是地球生态系统的“基因库”, 其复杂的群落结构与生物多样性为人类提供了气候调节、水土保持等关键生态服务。然而, 过度采伐、单一经营及气候变化导致全球天然林面积锐减, 生态系统服务功能退化。传统管护模式侧重木材生产, 忽视生态完整性, 导致天然林更新能力下降、生物多样性受损。在此背景下, 如何通过技术创新实现天然林生态修复与可持续利用, 成为林业发展的核心命题。本研究从动态监测、结构优化、病虫害防控、生态修复及产业融

合五方面展开, 探索天然林管护与可持续发展的协同路径。

2 天然林生态系统管护的关键技术

2.1 动态监测技术: 构建天然林保护的全维感知体系

现代信息技术为天然林监测提供了从宏观到微观的精准化工具, 形成了覆盖天空、地表与地下的立体化监测网络。卫星遥感技术通过多光谱、高光谱影像分析, 可实时捕捉森林覆盖变化、叶面积指数及植被类型分布, 识别退化区域与生态异常点。地面物联网传感器则聚焦微观环境参数, 部署于林冠层、土壤层及水体中的传感器网络, 能持续采集温度、湿度、光照强度、二氧化碳浓度及土壤养分等数据。^[1] 这些数据通过无线传输技术汇总至云端平台, 形成动态数据库, 为分析森林生态过程提供基础支撑。

【作者简介】李永生(1969-), 副高级工程师, 从事林业研究。

GPS定位系统与无人机技术的结合,进一步提升了监测的时空分辨率。通过为护林员配备便携式GPS设备,可实时追踪人员活动轨迹,确保巡护范围全覆盖,同时记录非法采伐、火灾隐患等事件的位置信息。无人机搭载高清摄像头与热成像仪,能快速扫描大面积林区,识别枯死木、病虫害早期症状及非法入侵痕迹。这种“天-空-地”一体化的监测模式,不仅突破了传统人工巡护的效率瓶颈,更通过数据融合实现了对森林生态系统的全维度感知,为灾害预警、资源管理及经营决策提供了科学依据。

动态监测技术的核心价值在于其数据驱动的决策支持能力。通过长期积累的监测数据,可构建森林生态模型,模拟气候变化、人为干扰等因素对生态系统的影响。这些模型为制定适应性管理策略提供了量化依据,使天然林保护从经验驱动转向数据驱动,显著提升了管理的精准性与前瞻性。

2.2 森林结构优化技术:模拟自然演替的生态修复路径

森林结构优化技术以恢复天然林生态功能为目标,通过模拟自然演替规律调整林分结构,构建多层次、多物种的稳定群落。针对天然林老龄化问题,技术核心在于保留上层大径级木作为生态骨架,同时补植中层阔叶树与下层灌木,形成立体化的林冠结构。这种配置模式不仅增强了林冠层对降水的截留能力,减少地表径流冲刷,更通过不同层次植物的根系分布,促进了土壤养分的垂直循环。

在群落单一化修复中,结构优化技术强调乡土物种的引入与功能群配置。通过补植固氮植物(如胡枝子、紫穗槐),可改善退化土壤的氮素供应,为后续树种更新创造条件。同时,合理配置速生树种与慢生树种,形成短期与长期生态效益的平衡。这种分阶段、分层次的修复策略,既解决了退化林地的即时生态问题,又为长期生态演替奠定了基础。

间伐技术是结构优化的关键手段之一。通过选择性去除病弱木、过密木及抑制木,可优化林内光照与营养空间分配,促进保留木的生长与健康。例如,在密植林中,间伐可增加冠层透光率,激发下层植被更新;在受灾林中,去除枯死木可减少病虫害滋生风险。间伐强度与频率需根据林分状况动态调整,避免过度干预导致生态失衡。结构优化技术的最终目标是构建接近自然状态的森林群落,使其具备自我维持、自我更新的能力,从而在无需持续人工干预的情况下实现生态功能的持续发挥。

2.3 病虫害防控技术:生物与化学协同的绿色防控体系

病虫害防控技术以生态安全为核心,构建了生物防治为主、化学防控为辅的绿色防控体系。生物防治通过引入或保护天敌昆虫(如赤眼蜂、瓢虫),利用自然控制机制抑制害虫种群。例如,赤眼蜂可将卵产入松毛虫等鳞翅目害虫的卵内,通过寄生作用减少害虫数量,避免化学农药对非靶标生物的伤害。同时,保护林内鸟类、蜘蛛等天敌资源,形成

多层次的生物防控网络。这种以虫治虫、以鸟治虫的模式,不仅降低了化学污染风险,更通过维持生态平衡实现了长期防控效果。

化学防控则聚焦于精准施药与生物制剂应用。无人机喷洒技术通过变量施药系统,可根据病虫害分布密度调整药剂用量,避免过量使用导致的环境残留。生物制剂(如微生物农药、植物源农药)的推广,进一步减少了化学农药的依赖。例如,白僵菌可感染松毛虫等害虫,导致其死亡,且对环境无害。化学防控的精准化与绿色化,使其成为生物防治的有效补充,在病虫害爆发期快速控制疫情扩散。

病虫害预警系统是防控技术的前端保障。通过整合气候数据(如温度、湿度、降雨量)与病虫害发生历史,结合物种生态学模型,可预测病虫害爆发风险。例如,高温干旱条件可能诱发松毛虫大发生,系统可提前发布预警,指导针对性防控。隔离措施(如疫木焚烧、林分改造)则用于阻断传播链,防止疫情跨区域扩散。例如,针对松材线虫病,通过清除感染木并补植抗病树种,可有效控制病害蔓延。病虫害防控技术的核心在于“预防为主、综合治理”,通过生物、化学与管理的协同,实现病虫害的可持续控制,保障天然林生态系统的健康与稳定。

3 天然林生态修复与可持续经营策略

3.1 退化生态系统修复技术:自然演替与人工干预的协同机制

退化生态系统修复技术以恢复生态功能为核心,通过封育改造与人工辅助的结合,构建了适应不同退化程度的修复路径。针对水土流失严重区域,封育改造是首要策略,其核心在于通过禁止人为干扰(如放牧、采伐),为自然演替提供条件。自然演替过程中,先锋物种(如草本植物、灌木)首先入侵裸露地表,其根系网络快速固定土壤,减少地表径流冲刷;随后,耐阴树种逐渐取代先锋物种,形成多层林冠结构,进一步提升土壤持水能力与养分循环效率。^[2]这一过程无需持续人工投入,仅需通过法律或管理手段确保封育期内的生态保护,从而以最低成本实现生态系统的自我修复。然而,自然演替的速度与方向可能受限于退化程度与局部环境条件。在关键生境(如河岸带、山脊线)或重度退化区域,人工辅助成为必要补充。人工补植乡土树种是核心手段之一,乡土树种因长期适应本地气候与土壤条件,具有更高的存活率与生态兼容性。例如,在干旱区补植柠条、沙棘等耐旱灌木,其深根系可穿透硬质地层,吸收深层水分,同时通过落叶分解增加土壤有机质;在河岸带补植柳树、杨树等速生树种,其发达的根系可快速稳固河岸,减少水土流失。人工补植需遵循“适地适树”原则,避免引入外来物种导致的生态风险。

整地技术是人工辅助的另一关键环节。鱼鳞坑整地通过在坡面挖掘半月形坑穴,集蓄降水并减少地表径流,为植

物生长提供局部湿润环境。这种技术尤其适用于陡坡或土层瘠薄区域,可显著提高植物成活率。此外,秸秆覆盖、生物炭添加等措施可改善土壤结构,增加土壤孔隙度与保水能力,为自然演替创造更有利的条件。退化生态系统修复技术的成功依赖于自然演替与人工干预的精准匹配:在轻度退化区域,以封育为主,人工辅助为辅;在重度退化区域,则需强化人工补植与整地措施,加速生态恢复进程。最终目标是通过两者的协同,构建具备自我维持能力的稳定生态系统,实现生态功能与结构的长效恢复。

3.2 产业融合发展路径:生态保护与社区经济的共生模式

产业融合发展路径以天然林资源多元化利用为切入点,通过构建生态产业体系,实现生态保护与社区经济的协同发展。林下经济是核心方向之一,其通过立体化利用林下空间,发展中药材种植、食用菌培育等低干扰产业,显著提升土地利用效率。林下环境(如遮荫、湿度、土壤有机质)为许多药用植物与食用菌提供了适宜生长条件。这种模式不仅增加了林区经济收入,更通过减少对森林资源的直接依赖(如木材采伐),降低了生态破坏风险。^[3]

生态旅游与森林康养产业的兴起,则为天然林保护提供了更广阔的经济转化渠道。生态旅游通过开发徒步路线、观鸟基地、自然教育项目等,将森林生态价值转化为旅游收益。游客在体验自然美景的同时,增强了生态保护意识,形成“保护-体验-再保护”的良性循环。森林康养则进一步挖掘森林的疗愈功能,通过森林浴、冥想空间等设计,满足城市人群对健康生活的需求。这类产业对环境干扰极低,且能通过门票、服务收费等直接为社区创造收益,同时带动周

边民宿、餐饮等配套产业发展,形成多元化收入结构。

产业融合的关键在于建立“生态保护-产业发展-社区受益”的利益共享机制。社区作为天然林保护的直接参与者,需通过产业融入获得经济激励,从而主动参与生态保护。政策层面需通过生态补偿、税收优惠等措施,确保产业收益反哺生态保护,避免因过度开发导致生态退化。产业融合发展路径的本质是重构人与自然的关系:通过将生态资源转化为经济资本,使社区从“生态破坏者”转变为“生态保护者”,最终实现天然林保护的社会化与可持续化。这种模式不仅解决了生态保护的资金与动力问题,更为乡村振兴提供了绿色发展范式。

4 结论

天然林生态系统管护与可持续发展需技术、政策与社区协同推进。动态监测、结构优化及病虫害防控技术为生态修复提供了科学手段;产业融合与政策保障则构建了经济与生态的双赢格局。未来,应加强跨学科研究,推动天然林管护向智能化、精准化方向发展,同时完善社区参与机制,确保天然林保护成果惠及全社会。唯有如此,方能实现“青山常在、永续利用”的绿色发展目标。

参考文献

- [1] 刘禹,赵邵松,贾丹,王怀宇.浅谈林业生态工程技术在天然林经营中的运用[J].现代园艺,2021(13): 183-185.
- [2] 赵彦龙.林业生态工程技术在天然林经营中的应用实践[J].河南农业,2023(23): 36-38.
- [3] 孙鹤.天然林资源保护工程中森林管护的问题探究[J].现代园艺,2019(10): 220-221.

Effects of mixed forests of different tree species on soil nutrient improvement and tree growth

Fuyuan Ma

Gansu Minqin Comprehensive Desertification Control Experimental Station, Wuwei, Gansu, 733000, China

Abstract

As a structurally sound and functionally diverse forest management model, mixed forests demonstrate significant advantages in enhancing ecosystem stability and improving soil fertility. Different tree species exhibit variations in root system configurations, litter characteristics, and nutrient cycling patterns, which exert distinct impacts on soil physicochemical properties and microbial community structures. Through field surveys and experimental analyses of typical coniferous阔叶混交林 plots, this study investigates the effects of different tree species combinations on soil organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium, and other nutrient improvements, as well as tree growth patterns. The findings indicate that mixed forests significantly enhance soil nutrient availability and microbial activity, optimize soil aeration and structure, and promote tree growth. Notably, coniferous阔叶混交 forests outperform others in ecological benefits and growth stability, providing both theoretical foundations and practical references for optimizing mixed forest structures and sustainable forest management.

Keywords

mixed forest; soil nutrients; tree growth; ecological effect; synergistic effect

不同树种混交林对土壤养分改善及林木生长的影响研究

马福元

甘肃省民勤治沙综合试验站, 中国 · 甘肃 武威 733000

摘 要

混交林作为一种结构合理、功能多样的森林经营模式,在提升生态系统稳定性和改良土壤肥力方面具有显著优势。不同树种在根系构型、凋落物特性及养分循环规律上存在差异,对土壤理化性质与微生物群落结构的影响各不相同。本文通过对典型针阔混交林样地的实地调查与实验分析,探讨不同混交树种组合对土壤有机质、氮、磷、钾等养分改善效应及林木生长规律的影响。研究结果表明,混交林显著提高土壤养分有效性与微生物活性,优化通气与结构,促进林木生长。其中针阔混交在生态效应与生长稳定性方面表现最佳,为混交林结构优化和森林可持续经营提供理论依据与实践参考。

关键词

混交林; 土壤养分; 林木生长; 生态效应; 协同作用

1 引言

森林生态系统是陆地生态系统的重要组成部分,其土壤养分状况直接决定着林木的生长质量与生态系统的稳定性。长期以来,人工造林多以单一树种为主,虽然管理简便,但纯林生态功能较弱,抗逆性低,容易造成土壤贫瘠化与生物多样性下降。相比之下,混交林通过不同树种间的资源互补与生态协同,能有效改善土壤理化性质,增强生态系统的稳态性与恢复力。不同树种的根系分布深度、凋落物组成及分解速率存在差异,影响土壤养分循环与碳氮平衡,从而对林木生长表现产生显著影响。

近年来,国内外学者对混交林结构优化与生态功能研

究逐渐深入,发现其在养分循环、微生物活性及水分保持等方面具有突出优势。然而,针对不同树种组合下混交林对土壤养分动态与林木生长关系的系统研究仍相对不足。本文以典型针阔混交林为研究对象,分析不同混交模式对土壤养分与林木生长特征的影响机制,为我国森林可持续经营与生态修复提供科学依据。

2 不同树种混交林的生态学基础与养分循环机制

2.1 混交林结构特征与生态意义

混交林在结构上表现出多层次、复合型的空间特征,不同树种在垂直方向形成冠层分层与根系分布互补,使林分生态系统在光照、水分和养分利用方面显著优于纯林。阔叶树冠幅大、叶片宽,可增加林下光照均匀度并促进下层植被生长;针叶树冠层高、光合效率强,增强了林分的总体生产

【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。

力。多层冠层结构实现了光能的梯度分配,避免了光照资源浪费,从而提升了群落的整体光合效率和生态稳定性。同时,不同生态位树种间的互补减少了同质竞争,维持了林分内部的物种平衡。混交林还在生态服务功能上表现突出,可提高土壤保水性、空气湿度与生物多样性,为森林生态系统的长期稳定与碳汇能力提供了良好的结构基础^[1]。

2.2 树种间根系分布与土壤养分互补关系

不同树种根系的垂直分布差异构成了混交林的重要生态特征。深根性树种能够吸收深层矿质养分与水分,并通过凋落物分解释放到表层,实现养分的再分配;浅根性树种则主要利用表层速效养分与有机质,减少了不同树种间对同一资源的直接竞争。这种纵向资源分层利用模式显著提高了土壤养分的总体利用效率。根系分泌物中的有机酸、多糖及氨基酸类物质可活化难溶性磷、钾等养分,促进微生物繁殖与群落多样化。研究表明,混交林根际区域的酶活性(如磷酸酶、脲酶)明显高于纯林,说明其养分循环速率更快,土壤肥力维持更稳定。由此形成的“根—微生物—养分”互作机制,不仅改善了土壤结构与养分有效性,也为林木健康生长提供了持久支撑^[2]。

2.3 凋落物分解与养分循环过程

凋落物是森林土壤养分的重要来源,其质量与分解速率直接影响土壤肥力的动态平衡。阔叶树凋落物氮含量高、C/N比低,分解速度快,有助于迅速补充速效氮与磷;针叶树凋落物富含木质素与树脂成分,分解缓慢,可维持土壤有机碳储量并稳定结构。混交林中两类凋落物互补分解,既能提供短期养分供给,又能保持长期碳汇功能,实现“速效养分释放—稳定有机积累”的双重效益。多样化的凋落物输入增强了微生物活性,加快了腐殖化过程,提高了土壤团聚体比例与阳离子交换量,从而改善保水与通气性能。长期观测结果显示,混交林的土壤碳氮储量增长速率普遍高于纯林,其养分循环效率和系统韧性均明显增强,体现出混交生态系统在维持土壤肥力与碳平衡方面的综合优势^[3]。

3 不同混交树种组合对土壤养分改善的影响

3.1 土壤有机质含量变化

混交林在改善土壤有机质含量方面表现出显著优势。研究显示,混交结构通过多类型凋落物输入与加速分解过程,提高了有机碳积累速率。例如,杉木—栎树混交林表层(0–20 cm)土壤有机质较纯杉林提高约25%,其主要原因在于阔叶树凋落物碳氮比低、分解快,促进微生物活性和腐殖质形成;同时,混交林多样化的根系分布改善了通气性与水分动态,使有机碳更易固定于土壤团粒结构中。长期监测表明,这种碳输入与结构稳定效应能增强土壤团聚体比例、提高孔隙度与持水性,进而减少侵蚀与养分流失。与纯林相比,混交林土壤有机碳储量增长更平稳、分布更均匀,体现出其在维持生态系统碳循环平衡与提升地力方面的长期生

态效益^[4]。

3.2 氮、磷、钾等主要养分含量变化

混交林在氮、磷、钾等关键养分含量与转化效率上显著优于纯林。阔叶树通过根际共生固氮作用与凋落物分解释放氮素,显著提升土壤全氮与速效氮水平。以杨—松混交林为例,其速效氮含量较纯松林高出18%–22%,说明混交能有效促进氮循环与微生物氮转化。磷、钾的活化能力同样增强,混交林根际分泌有机酸及微生物代谢产物,提高了速效磷的释放速率与阳离子交换容量,从而改善养分供应的持续性与可利用性。长期作用下,混交林土壤的C/N、C/P比更趋合理,养分比例协调,减少养分流失风险。整体来看,混交结构通过养分循环的动态平衡实现“输入—转化—再利用”的高效系统,为林木持续生长提供稳定的养分基础。

3.3 土壤微生物活性与酶反应变化

混交林通过凋落物多样性与根际效应显著促进了土壤微生物活性和酶促反应速率。多样化的有机物输入为微生物群落提供了丰富的碳源与能量,推动群落结构由单一向多功能型转变。研究表明,混交林的脲酶、磷酸酶、多酚氧化酶等关键酶活性显著高于纯林,其中针阔混交林脲酶活性较纯针林提升约30%,表明氮素转化与氨化作用更为高效。微生物群落多样性的提升还增强了有机质分解速率与矿质元素的释放能力,使养分循环更为动态与稳定。此外,混交林中真菌/细菌比例的合理化调节,有助于维持土壤微生态平衡,改善根际环境并提升抗逆性。总体来看,混交结构不仅提高了土壤微生物活性与酶反应强度,也通过正反馈机制强化了有机质分解与养分循环过程,为林地生态系统的健康演替与长期生产力提供了生物学支撑。

4 混交林对林木生长特征的影响机制

4.1 生长量与生物量积累规律

在相同立地条件下,混交林的林木生长量和生物量积累均明显优于纯林。混交结构改善了林分的光能利用与养分分配,使树木间竞争关系由单向抑制转变为互利共生。由于冠层分层合理,光照利用效率提高,根系空间互补增强,促进了碳同化速率与木质部积累。以松—枫混交林为例,混交林的平均胸径年增长率较纯松林提高约15%,单位面积地上生物量增加约20%,且树体含水量与叶面积指数均呈上升趋势。混交促进了林木的个体均衡生长,使林分结构更趋稳定;同时,生物量的增加带动了碳汇能力提升,生态系统生产力显著增强,体现出混交经营在林业可持续发展中的生态与经济双重价值。

4.2 根系生长与资源利用效率

混交林的根系系统表现出显著的空间互补与功能协同效应。不同树种的根系在深度、密度及形态上存在分层与差异分布,深根树种可吸收深层水分与矿质养分,浅根树种则高效利用表层速效营养,实现垂直资源分配优化。根际分泌

物与微生物群落的交互作用增强了酶活性与有机质分解速率,促进了氮、磷、钾等关键养分的再循环。实测数据显示,针阔混交林的根长密度比纯林高出约 12%,表明根系在竞争与互补中保持更高的适应性与生理活性。同时,根际共生菌群(如丛枝菌根、固氮细菌)的多样性增加,提高了资源吸收效率与抗逆能力,使混交林在干旱、贫瘠等逆境中表现出更强的生长韧性和生态稳定性。

4.3 光合特性与群落竞争关系

混交林冠层结构复杂,形成了多层次的光能分布与利用体系。阔叶树多处于上层或中层,具高光饱和点和强光利用能力;针叶树耐荫性强,能充分利用散射光与透射光,二者在光合作用上呈现明显互补。研究发现,混交林群落总光合速率比纯林高出 10%–18%,净初级生产量显著提升。不同生态位树种间竞争关系由“资源排他”向“生态互补”转化,降低了群落内耗,提高了整体能量转换效率。与此同时,林下植物的多样性得以增强,促进了群落稳定性与生态系统韧性。光合效率的提升不仅促进了林木个体生长,也优化了碳平衡过程,使混交林在应对气候变化、维持碳汇功能及生态系统服务能力方面更具显著的综合优势^[9]。

5 不同混交模式的比较与优化

5.1 针阔混交模式的生态效应

针阔混交以“功能互补—过程协同”为特征:阔叶树高氮、低 C/N 凋落物加速矿化,提升速效氮与有效磷;针叶树含木质素高、分解慢,有利有机碳长期积累并稳定团粒结构;两类根系在垂直方向“分层取食”,减轻同质竞争并扩大养分开采体积。多源有机质输入促进微生物多样性与关键酶活化,增强氮矿化与磷活化效率。实测与文献均显示,针阔混交较纯林速效氮提升约 20%,微生物多样性指数提高约 25%,同时土壤持水性、通气性与抗侵蚀性同步改善,林木叶面积指数与群落光合利用率上升,表现出更强的生态恢复与固碳潜力及更稳健的年生长量。

5.2 针针混交与阔阔混交的效应差异

针针混交在幼龄期凭借耐贫瘠与冠层迅速闭合形成较高株数密度,但针叶凋落物分解慢、酸性淋洗强,易致表层养分再循环受限,长期出现土壤酸化与速效磷钝化,生长后期增量趋缓。阔阔混交则以快周转的凋落物快速改良表土肥

力与微生物活性,但若树种功能位点相近、冠层结构相似,光水竞争加剧,可能抑制个体直径生长并增大风折、病虫害风险。综合生产力与生态稳定性比较,针阔混交在养分平衡、结构异质性与抗逆性上更占优,更适宜作为南北方典型人工纯林改造与近自然经营的优先模式。

5.3 混交比例与空间配置优化

混交比例决定资源分配与竞争格局。经验与多点试验表明,针:阔维持在 6:4 或 7:3 时,可实现“碳长期蓄积—养分快速周转”的动态均衡,并使胸径生长与地上生物量处于较优区间。空间上,交错带状(条带宽度 20–30 m)利于根系互补与侧向光梯度形成;斑块式有助于微地形调节与病虫害隔离;点状嵌置可在更新地灵活配置耐荫、喜光树种。需结合立地因子(质地、pH、坡位)、经营目标与轮伐周期,同步制定抚育间伐与更新策略,配置固氮阔叶与深根针叶的垂直功能分层,并以长期监测—适应性调整为保障,实现生态效益与经济产出的协同最优。

6 结语

不同树种混交林通过树种间的生态互补与养分协同,有效改善了土壤理化性质、提升了养分循环效率,并促进了林木生长与生态系统稳定性。研究表明,针阔混交林在增强土壤肥力、提高生物多样性和维持生态平衡方面表现最优,其生态与生产效益均优于纯林结构。未来应加强长期定位观测与多维数据集成,深入揭示混交林养分循环与群落动态的内在机制,构建不同区域适应性强的混交林模型。

参考文献

- [1] 于志静.黄土丘陵区刺槐-侧柏混交林对土壤有机碳及其矿化的调控机制[D].西北农林科技大学,2024.
- [2] 逯欣悦.黄土丘陵沟壑区人工混交林林下植物多样性特征与土壤理化性质研究[D].内蒙古农业大学,2024.
- [3] 曲别三约,骆晓,樊戡,等.成都市龙泉山不同混交林类型对土壤磷组分的影响[J].四川农业大学学报,2024,42(02):414-421.
- [4] 杨承栋.发展有群落结构混交林是维护、恢复和提高森林土壤功能实现人工林可持续经营的关键技术[J].林业科学,2022,58(08):26-40.
- [5] 李婷婷,吴水荣,王林龙,等.国内外混交林研究进展[J].世界林业研究,2022,35(05):42-48.

Study on the effect of Dunfenggui on the preservation time of CO₂ in air

Quan Kang Huihan Peng Huimin Cheng

Fujian Dunfeng Carbon Sink Agricultural Technology Co., Ltd., Longyan, Fujian, 361000, China

Abstract

Dunfenggui enhances crop photosynthetic efficiency and reduces soil respiration through its energy stimulation mechanism, thereby achieving atmospheric CO₂ fixation and long-term sequestration of soil organic carbon. This study evaluated Dunfenggui's effects on CO₂ emission reduction and carbon storage duration. Results showed that Dunfenggui increased the proportion of inert carbon in soil organic matter, extending the storage period from 262 to 510 years with nearly 200% efficiency improvement. Additionally, Dunfenggui reduces CO₂ emissions by approximately 40 t/ha (growth cycle of 100 days). These findings confirm that Dunfenggui not only strengthens soil carbon sequestration capacity but also provides long-term technical support for agricultural carbon neutrality, demonstrating significant environmental and economic sustainability.

Keywords

CO₂ emission reduction; soil organic matter; carbon sequestration duration

顿丰圭对空气中 CO₂ 保存年限的影响研究

康权 彭汇涵 程慧敏

福建顿丰碳汇农业科技有限公司, 中国 · 福建 龙岩 361000

摘 要

顿丰圭通过能量激发机制, 提升作物光合效率并减少土壤呼吸作用, 从而实现大气 CO₂ 的固定与土壤有机碳的长期封存。本研究评估了顿丰圭对 CO₂ 减排效果及碳保存年限的影响。结果表明, 顿丰圭使土壤有机质惰性碳库占比上升, 封存年限从 262 年延长至 510 年, 效率提升近 200%。此外, 顿丰圭可减少 CO₂ 排放约 40 t/ha (生长周期为 100 d)。这些发现证实顿丰圭不仅能强化土壤碳汇能力, 还为农业碳中和提供了长效技术支撑, 具有显著的环境和经济可持续性。

关键词

CO₂ 减排; 土壤有机质; 碳封存年限

1 引言

全球气候变化日益严峻, 碳中和已成为国际共识。农业作为重要碳源, 过度依赖化肥和农药导致土壤退化、温室气体排放增加, 亟需转向可持续模式。顿丰圭光合增效剂经实验验证, 它并非传统肥料, 而是通过远红外与太赫兹能量材料优化植物水通道蛋白^[1-2], 提升光能利用效率^[3], 并结合微生物调控减少土壤呼吸, 实现主动碳固定。顿丰圭可实现 CO₂ 的减排及土壤有机质固存, 延长碳保存年限, 终推动负碳农业实践。本研究旨在为农业碳汇量化提供科学依据, 助力第二次绿色革命。

2 试验方法

本研究采用多地点田间试验与实验室检测相结合的方法, 土壤样品及数据来源于山东省德州市平原县项目区及福建省厦门市试验田。

法, 土壤样品及数据来源于山东省德州市平原县项目区及福建省厦门市试验田。

2.1 CO₂ 减排数据测定

土壤呼吸: 将暗箱罩住整个待测区。记录暗箱内初始 CO₂ 浓度, 关闭暗箱, 记录时间。密闭一段时间, 记录结束 CO₂ 浓度和时间。记录期间的环境温度和土壤温度。

净光合作用: 使用透明光合测定箱罩住植株。待读数稳定后, 记录初始 CO₂ 浓度和时间。密闭光照一段时间, 记录结束 CO₂ 浓度和时间、环境温湿度。同时记录环境条件。

2.2 土壤有机碳及碳组分的测定

土壤中有机碳的含量采用农业部标准 NY/T 85-1988 中的重铬酸钾氧化滴定法进行测定。同时做空白标定, 取其平均值。采用核磁共振仪测定土壤有机碳的化学组成。应用 ¹³C-NMR 技术获得的土壤有机质化学结构波谱后通过 MestReNova 12.0 分析 ¹³C 核磁共振图谱, 得到各组分的官能团比例。

【作者简介】康权 (1961-), 男, 中国福建龙岩人, 工程师, 从事负碳农业研究。

2.3 土壤腐殖质的测定

土壤腐殖质按其溶解度分为可溶性腐殖质及不溶性腐殖质。土壤腐殖质的含量采用农业部标准 NY/T 1867-2010 采用焦磷酸钠-氢氧化钠提取重铬酸钾氧化容量法进行测定。

2.4 主要检测设备

布鲁克 400 MHz 核磁共振波谱仪 (NMR)、Agilent Technologies 8890/5977B 气相色谱-质谱联用仪、光合检测筒及呼吸检测筒等。

3 结果与分析

3.1 顿丰圭的 CO₂ 减排作用分析

首先对福建省厦门市试验田呼吸及光合检测数据进行分析,具体数据如下图所示。

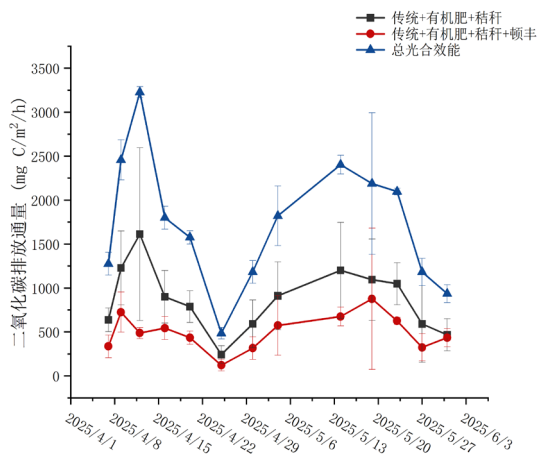


图 1. 各条件下的二氧化碳排放通量

计算在使用顿丰圭的情况下的固碳减排效果,具体公式如下:

$$\text{减排量} = \Delta_{SR} * t * \frac{44}{12}$$
$$\Delta_{SOM} = \frac{SR_{\text{理论}} * t - SR * t}{F} * \frac{1}{2} * d$$

式中: Δ_{SR} : 二氧化碳排放通量差值; t : 生长周期; SR : 二氧化碳排放通量; d : 碳转化系数 (1.724); F : 土壤质量

根据上图各组平均值数据计算生长周期为 55 d 时的玉米地的理论减排固碳量,其中所测数据与理论差值包含部分生物量提升与植物呼吸作用,与固碳量比值约为 1:1^[4],但由于前期玉米生长过程中叶片占比较少,因此前期二氧化碳排放主要来源为秸秆还田。为确保数据准确,取第二段趋势作为计算区间进行计算。此时, 37 d 生长检测期内的玉米田地固碳量为 4.63 tC/ha, 检测期内的减排量达到 16.98t/ha, 增加有机质 1.28 g/kg, 预计整个生长周期增加有机质 4.15 g/kg。

综上所述,在对照条件下植物通过光合作用所积累的光合产物分别用于植物生长呼吸与土壤呼吸,此时,有近 35% 的光合产物转化为土壤有机质。同时,在山东省德州市平原县项目区内的检测具体数据如下:

表 1.2025 年山东平原县玉米净光合及呼吸测量表

时间	处理	测量光能 J	净光合 (ppm/min)	总呼吸 (ppm/min)
2025.7.19	未使用顿丰圭	957	48	62.5
	使用顿丰圭	1259	99.6	54.5
2025.8.11	未使用顿丰圭	1150	47	66.8
	使用顿丰圭	1300	82.8	45.2

从表中可知,顿丰圭的使用减少的呼吸主要为土壤呼吸,植物呼吸在两种情况下差别不大,顿丰圭的使用主要影响为土壤呼吸。

根据表格数据计算,平均呼吸减少量为 14.8ppm,由于土壤呼吸减少而固定 CO₂ 量来计算,取生长周期为 100d,此时 1ppm/min=1.96mg。经计算,山东平原地区玉米田地每亩固定 CO₂ 量为 2784kg (100d)。两地数据计算表明,顿丰圭在玉米种植过程中的 CO₂ 减排量约为 40t/ha (每 100d)。

3.2 土壤有机质检测结果与分析

3.2.1 顿丰圭影响下的腐殖质类型变化

表 2. 有机质与腐殖质变化

组别	有机质	腐殖质	胡敏酸	富里酸	胡敏素
对照	18.125	12.868	2.762	2.844	7.262
顿丰圭	21.169	15.531	5.269	2.473	7.789

检测结果表明,顿丰圭组在提升土壤有机质和优化腐殖质结构方面取得了显著效果。土壤的有机质总量从对照组的 18.125 g/kg 增加到 21.169 g/kg,增长幅度达到 16.8%,说明土壤的基础肥力得到了显著增强。在腐殖质的组成方面,胡敏酸显示出显著增长,增幅高达 90.8%。这一变化表明,顿丰圭促进了富里酸向胡敏酸的转化,从而增强了土壤有机质的长期存留能力。而富里酸呈现出下降趋势,减少了 13.0%,说明短期内的有机物分解速率减缓,有助于降低土壤中二氧化碳的释放量。并且胡敏素呈现增长趋势,增长 7.26%,土壤有机碳的长期稳定性较好,不易被快速分解流失^[5]。

3.2.2 有机碳化学组成与稳定性

表 3. 土壤有机质碳组分占比

组别	烷烃类	羧基类	芳香类	酚基类	烷氧基类
对照	8.80%	16.90%	18.40%	29.90%	24.20%
顿丰圭	36.42%	7.50%	31.13%	14.50%	14.50%

将核磁共振检测谱图进行分析,所获数据如表 3 所示,烷烃类碳在处理组中占比显著增加,达到 36.42%,增幅高达 314%。这一变化表明,顿丰圭能够促进脂肪链与黏土矿物结合,形成疏水物理保护层,显著延长有机质的存留

时间 (MRT)。与此同时, 芳香类碳也显著提升, 占比从 18.40% 增加到 31.13%, 成为最高的碳组分。顿丰圭推动了稳定碳库占比的大幅提升, 从对照组的 27.20% 增加至处理组的 67.55%。

3.2.3 有机质封存年限计算

根据一级动力学、三库模型及碳分子扩散模型理论^[6-7], 及各成分年分解速率初步计算有机质保存年限, 具体计算公式如下:

$$MRT_{total} = \sum_{i=1}^5 p_i * \frac{1}{k_i}$$

式中: k_i : 第 i 部分碳库成分的年分解速率; p_i : 第 i 部分碳库成分所占总体比例

未使用顿丰圭的土壤有机质以活性烷氧基及酚基为主, 根据王伯仁、窦森^[5]等人对三种碳库分解速率的初步探究分析计算, 得出未使用顿丰圭的土壤有机质封存年限约为 262 年。

使用顿丰圭后, 腐殖质中惰性碳库的占比上升, 多环芳烃、杂环芳烃等有机质占比增加, 羧基及烷氧基占比明显下降, 这种成分占比变化使土有机质封存年限显著增长, 最终计算得出使用顿丰圭后的土壤固碳封存年限达到 510 年

左右。

4 结论

本研究证实顿丰圭光合增效剂通过“光合增效-碳分配优化”协同路径, 显著提升了农业生态系统的碳封存能力。顿丰圭使土壤有机质封存年限从 262 年延长至 510 年, 增幅近 200%, 并实现 CO_2 减排量约 40 t/ha (生长周期 100 天)。

顿丰圭推动了土壤有机质由“活性碳主导向稳定碳主导”转型。这一技术路径兼具减排、固碳与土壤修复三重效益, 为负碳农业提供了可量化、可推广的解决方案, 对实现农业碳中和与全球气候治理具有重要实践价值。

参考文献

- [1] 康权, 等. 微纳米硅微生物菌剂对水稻的降镉和增产效应. 湖南农业科学, 2022.
- [2] 康权. 顿丰圭固碳研究. 向导, 2023.
- [3] 许大全. 光合作用学. 科学出版社, 2019.
- [4] 姜丽芬, 等. 土壤呼吸与环境. 高等教育出版社, 2006.
- [5] 窦森. 土壤有机质. 科学出版社, 2010.
- [6] 邹刚华, 等. 亚热带稻田土壤反硝化动力学参数估算[J]. 土壤, 2019.
- [7] 隋鹏祥, 等. 黑土有机碳库对长期耕作的响应及其演变特征[J/OL]. 环境科学, 2025.

Research on Models and Outcomes for Revitalizing Idle Rural Dwellings in the Context of Rural Revitalization—A Case Study of Longgang Community, Tianchang City

Zongyu Huang

Agricultural Economic Service Station, Tongcheng Town, Tianchang City, Chuzhou, Anhui, 239311, China

Abstract

Against the backdrop of the comprehensive advancement of the rural revitalization strategy, effectively revitalizing idle rural dwellings has become a crucial step in driving rural economic development and achieving comprehensive rural revitalization. Faced with a large number of idle rural dwellings, Longgang Community in Tongcheng Town, Tianchang City, actively explored and pioneered a new path for rural revitalization through the integration of cultural tourism, distinctive industries, returning entrepreneurship, and service-driven development. Leveraging its rich revolutionary cultural heritage and water chestnut industry strengths, the community innovatively implemented a “four-pronged approach.” Over 100 idle farmhouses were transformed into cultural tourism attractions, entrepreneurial spaces, and industrial bases, generating an annual increase of over 500,000 yuan in collective income and raising per capita resident income by more than 20,000 yuan. Longgang Community’s innovative practice has not only effectively revitalized dormant resources, increased residents’ income, and enhanced the rural landscape, but also provided valuable replicable experience for activating idle rural resources. It holds significant practical and exemplary value for promoting rural economic development and revitalization.

Keywords

idle farmhouses; rural revitalization; cultural-tourism integration; rural economic development.

乡村振兴背景下农村闲置农房盘活模式与成效研究——基于天长市龙岗社区的案例分析

黄宗玉

天长市铜城镇农业经济服务站，中国·安徽 滁州 239311

摘 要

在乡村振兴战略全面推进的大背景下，农村闲置农房的有效盘活成为推动乡村经济发展、实现乡村全面振兴的关键环节。天长市铜城镇龙岗社区面对大量闲置农房资源，积极探索，走出了一条“文旅融合+特色产业+返乡创业+服务驱动”的乡村振兴新路径。该社区充分立足自身红色文化底蕴和芡实产业优势，创新实施“四轮驱动”模式，将 100 余处闲置农房改造为文旅景点、创业空间和产业基地，带动村集体年增收超 50 万元，居民人均增收 2 万余元。龙岗社区的实践创新，不仅有效激活了沉睡资源，增加了居民收入，提升了乡村风貌，更为乡村闲置资源盘活提供了可复制的宝贵经验，对推动乡村经济发展和乡村振兴具有重要的现实意义和示范价值。

关键词

闲置农房；乡村振兴；文旅融合；农村经济发展

1 引言

龙岗社区地处铜城镇东部的苏皖交界处，地理位置独特，拥有着悠久的历史 and 厚重的文化底蕴，素有“千秋古镇、状元故里、革命老区、芡实之乡”的美誉。社区下辖 1 个街道和 12 个村民组，现有常住人口 2800 人，耕地面积达 4082 亩，水面 1200 余亩，自然条件优越，具备发展农业和

乡村旅游的良好基础。然而，随着我国城镇化进程的不断加快，大量农村劳动力为了追求更好的生活和发展机会，纷纷涌入城市。这一趋势导致龙岗社区出现了大量闲置农房。据统计，农房总数为 2206 间，其中闲置农房达到 312 间，闲置建筑面积达 12000 余平方米。这些闲置农房不仅造成了土地资源的浪费，也影响了乡村的整体风貌和经济发展。如何有效盘活这些闲置农房，成为龙岗社区亟待解决的重要问题。

【作者简介】黄宗玉（1967—），男，中国安徽天长人，本科，高级农艺师，从事农业农村经济研究。

2 主要做法

2.1 盘活闲置旧资源，助文旅守乡愁

龙岗社区以省级文物保护单位抗大八分校旧址为核心，充分发挥其红色文化资源优势，对周边 60 间闲置老屋实施保护性开发。在开发过程中，社区充分考虑到农户修缮资金短缺的难题，创新性地推出“阶梯式”合作模式。具体而言，由政府全额出资进行危房改造，这一举措解决了农户在房屋修缮方面的资金难题，让农户无需为前期的高额修缮费用担忧。农户则以房屋经营权入股社区集体，通过这种方式，农户能够参与到后续的经营活动中，分享发展带来的收益。改造后的房屋采用“三阶段”分配方案，既保障了农户的长远利益，又解决了眼前的修缮难题。前十年，房屋作为红色教育基地使用，这一安排不仅充分利用了房屋的历史文化价值，也为开展爱国主义教育和红色文化传承提供了重要场所。中间十年，租金收益由社区集体与农户五五分成，这种分配方式让农户能够在一定时期内获得稳定的经济收益，同时也激励社区集体积极运营，提高房屋的使用效益。二十年后，产权收益全部归农户所有，确保了农户在长期内能够充分享受到房屋增值带来的收益。盘活后的老屋被赋予了新的文化功能。其中，26 间老屋被改造成抗大八分校纪念馆旧址群，通过展示珍贵的历史文物、图片和资料，生动地再现了当年抗大学员在这里学习、战斗的峥嵘岁月，吸引了大量游客前来参观学习，成为传承红色文化的重要阵地。30 间临街老屋变身“红色记忆”商铺，销售芡实糕、草鞋等特色文创产品。这些文创产品不仅具有地方特色，还承载着丰富的红色文化内涵，既激活了文化价值，又实现了经济效益和社会效益的双赢。游客在购买文创产品的同时，也能够深入了解当地的历史文化和民俗风情，增强了旅游体验。

2.2 闲房活用产业兴，持家业立新业

在政府引导和政策支持下，龙岗社区探索出“产业带动+自主创业”的闲置农房盘活模式。随着特色芡实产业的兴旺发展，返乡居民纷纷抓住机遇，利用自家闲置农房，开办各类经营场所，积极投身闲置农房盘活创新实践。80 后返乡青年陈登勇就是其中的典型代表。他返乡创业，通过盘活自家 3 间 2 层闲置农房，创办芡实电商公司。他充分利用互联网平台，将当地的芡实产品推向更广阔的市场。通过精心的品牌策划和营销推广，他的芡实电商公司年销售额突破 200 万元。这些成果的取得，不仅盘活了闲置农房资源，还带动了社区农产品销售与村民就业。公司的发展需要大量的劳动力，为当地村民提供了包装、运输、客服等多个就业岗位，为乡村经济发展注入新动能。此外，人才回流形成了良性循环，为乡村振兴提供了持续动力。近三年，龙岗社区返乡创业人员年均增长 10%，让 1000 多人实现了家门口就业，人均年增收 2 万余元。返乡创业人员不仅带来了资金和技术，还带来了新的观念和经营模式，促进了乡村产业的多元化发展。龙岗社区通过“闲房活用”实现了“产业兴、家

业立、新业成”的良性循环，为乡村经济的可持续发展奠定了坚实基础。

2.3 芡市搭台盘活计，返乡创业焕新机

近年来，龙岗社区立足自身实际，把服务芡实产业发展当作“第一要务”。芡实作为当地的优势特色产业，具有广阔的市场前景。为了提高返乡创业人员的积极性，让返乡创业人员能够安心创业，社区加大资金投入，建立芡实大市场，将其打造成为集芡实收购、加工、销售、仓储、物流于一体的综合性产业枢纽。龙岗社区通过采取“政府项目资金+社区自筹+农户入股”的多元筹资模式，让一个占地 3.8 万平方米的现代化芡实专业市场焕发新的生机。在建设过程中，政府项目资金为市场建设提供了重要的资金支持，确保了项目的顺利启动。社区自筹资金体现了社区居民对市场建设的积极参与和支持，增强了社区居民的归属感和责任感。农户入股则让农户能够直接参与到市场的发展中，分享市场带来的收益，提高了农户的积极性。如今的芡实大市场，规划科学合理、功能分区明确，设有交易区、加工区、冷链仓储区、电商服务区四大功能区。交易区为芡实产品的买卖双方提供了便捷的交易平台，促进了芡实产品的流通。加工区配备了先进的加工设备，能够对芡实进行深加工，提高芡实产品的附加值。冷链仓储区能够保证芡实产品的储存质量，延长产品的保质期。电商服务区为芡实产品的线上销售提供了有力支持，拓宽了销售渠道。现代化的交易市场，为返乡创业人员解决了后顾之忧，同时成为了他们创业致富的助推器。通过摊位租金、加工车间使用费、冷链仓储服务费等，社区年增收超过 60 万元。此外，大市场年生产加工能力超 5 亿元，带动周边农民近万人就业，人均增收 3 万元。芡实大市场的建设，不仅促进了当地芡实产业的发展，也带动了相关产业的协同发展，为乡村振兴注入了强大动力。

3 实施成效

3.1 经济效益显著提升

闲置农房盘活利用，让龙岗社区的经济发展取得了明显成效。一方面，居民的收入大幅增加。以入股社区集体的居民为例，每户每年平均可获得保底租金 0.8 万元。同时，社区还为居民提供了大量的就业岗位，如保洁员、讲解员等。这些就业岗位不仅为居民提供了稳定的收入来源，还让居民能够在家门口就业，实现了工作与生活的平衡。带动就业人数达 100 多人，人均年增收 2 万元。另一方面，社区集体经济不断壮大。社区股份经济合作社通过与企业的合作，获得了稳定的收益。2024 年社区集体经济收入达 186 万元，同比增长 21%，为社区公共服务设施建设和乡村振兴发展提供了有力的资金支持。村集体经济收入的增加，使得社区能够加大对基础设施建设、教育、医疗等方面的投入，改善了社区居民的生活条件，提高了社区居民的生活质量。

3.2 社会效益日益凸显

闲置农房盘活利用，促进了乡村社会的和谐发展。大

量外出务工人员看到家乡的发展机遇,纷纷返乡创业就业。这一趋势改善了农村人口结构,缓解了农村老龄化问题,增强了乡村发展活力。同时,随着红色研学、乡村旅游等产业的发展,吸引了大量游客前来参观学习和旅游休闲,提升了龙岗社区的知名度和影响力,也让龙岗社区成为天长市首家国家4A级旅游景区。这不仅为龙岗社区增添了一张璀璨的文化旅游名片,更为龙岗旅游业的多元发展增添了新活力。此外,通过对闲置农房的改造和基础设施的完善,乡村面貌焕然一新。村庄的道路更加宽敞平坦,房屋更加整齐美观,公共设施更加完善。村民的居住环境和生活质量得到显著提高,幸福感和获得感不断增强。村民们在享受经济发展带来的实惠的同时,也更加珍惜自己的家园,积极参与乡村建设和治理,形成了良好的乡村社会风尚。

3.3 生态效益逐步显现

闲置农房盘活利用,让可持续发展理念进一步凸显。龙岗社区在闲置农房的改造过程中,通过采用绿色环保材料和技术,减少了建筑垃圾的产生。在建筑材料的选择上,优先选用环保、节能的材料,降低了对环境的污染。在施工过程中,采用先进的施工工艺,减少了对周边环境的影响。同时,通过在大市场建设污水处理设施和垃圾收集点,有效改善了乡村生态环境。污水处理设施能够对市场产生的污水进行集中处理,达标排放,避免了对水体的污染。垃圾收集点能够对市场产生的垃圾进行分类收集和处理,提高了垃圾的回收利用率,减少了垃圾对环境的污染。此外,为了积极打造国家4A级旅游景区,龙岗社区积极引导居民树立生态环境保护意识,打造干净整洁的生态空间。通过开展环保宣传教育活动,提高居民的环保意识,让居民认识到生态保护的重要性。同时,加强对乡村环境的管理和监督,建立健全环境卫生管理制度,确保乡村环境的整洁和美观。让前来的游客在感受红色文化的同时,也能体验乡村生活的宁静与质朴,实现“望得见山、看得见水、记得住乡愁”。

4 经验启示

4.1 立足实际,挖掘特色资源

龙岗社区的成功实践表明,盘活闲置农房必须立足当地实际,充分挖掘自身的特色资源。每个乡村都有其独特的历史文化、自然资源和产业优势,只有深入挖掘这些特色资源,才能找到适合本地发展的模式和路径。龙岗社区依托红色文化底蕴和芡实产业优势,将闲置农房与红色旅游、特色

产业相结合,实现了资源的优化配置和高效利用。

4.2 创新模式,激发发展活力

创新是推动乡村发展的关键。龙岗社区在闲置农房盘活利用过程中,创新实施了“四轮驱动”模式,通过文旅融合、特色产业、返乡创业和服务驱动等多种方式,激发了乡村发展的活力。同时,社区还不断创新合作模式和经营模式,如“阶梯式”合作模式、“政府项目资金+社区自筹+农户入股”的多元筹资模式等,为闲置农房的盘活利用提供了有力的保障。

4.3 多方参与,形成工作合力

闲置农房盘活利用是一项系统工程,需要政府、社区、农户和社会各方的共同参与和努力。政府要发挥引导和支持作用,加大政策扶持和资金投入力度,为闲置农房的盘活利用创造良好的政策环境和发展条件。社区要发挥主体作用,积极组织开展闲置农房的盘活利用工作,加强对农户的引导和服务。农户要积极参与,发挥自身的主观能动性,主动参与到闲置农房的改造和经营中。社会各界要发挥支持和监督作用,为闲置农房的盘活利用提供技术、资金和人才等方面的支持,同时加强对工作的监督和评估,确保工作的顺利开展和取得实效。

5 结语

龙岗社区在盘活闲置农房方面的创新实践,为推进乡村振兴提供了重要经验。该社区通过文旅融合、产业带动与模式创新,有效激活闲置资源,培育乡村发展新动能,实现了产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效和生活富裕的综合成效。实践证明,立足实际、精准对接产业需求,能够最大化释放闲置农房价值,为和美乡村建设注入持续动力。

面向未来,龙岗社区应继续秉持创新发展理念,拓展闲置农房利用路径,强化区域协作与资源整合,共同打造有影响力的乡村旅游品牌与产业集群。同时,需注重生态环境保护,推动乡村经济与生态协调共生,以实现可持续发展。在乡村振兴战略引领下,龙岗社区有望成为可复制、可推广的振兴典范。

参考文献

- [1] 规划驱动乡村文旅融合策略[J]. 王桂芹;黄欢.经济地理,2023(12)
- [2] 切实抓好农村基层党组织建设 加快农业农村现代化推进乡村全面振兴. 王守明.淮北日报,2024-03-29
- [3] 落实重点任务 提升农村基层党组织组织力. 李春林;康文明.云南日报,2023-01-22

The Impact of Efficient Water and Fertilizer Utilization on the Yield Quality and Economic Benefits of Flue-Cured Tobacco

Xi Qing Liu¹ Weiping Feng² Yunming Ma¹ Gangliang Chen¹ Zan She¹

1. Hunan Tobacco Company Hengyang Company Qidong County Branch, Hengyang, Hunan, 421099, China
2. Hunan Tobacco Company Hengyang Company, Hengyang, Hunan, 421600, China

Abstract

This study was conducted in Baidishi Town, Qidong County, Hengyang City, Hunan Province, with five experimental treatments to investigate the effects of film mulching and transplanting with pre-planted seedlings on the yield quality and comprehensive economic benefits of post-drying tobacco under drip irrigation. Results showed that while the drip irrigation treatment increased equipment investment by 135 yuan per mu, it significantly reduced labor costs and pest occurrence. Transplanting with pre-planted seedlings resulted in higher uniformity, and film mulching decreased fertilizer loss, though it increased labor and material costs by 299 yuan per mu. Treatment 4 achieved a post-drying tobacco yield value of 5,052.38 yuan per mu, but the high film mulching cost affected overall profitability. Although Treatment 3 yielded 4,886.9 yuan per mu, it outperformed the control group by 378.1 yuan per mu in net income, demonstrating superior efficiency in reducing labor costs and enhancing farmers' comprehensive benefits. This treatment represents an ideal cultivation combination model.

Keywords

flue-cured tobacco; drip irrigation; mulching; yield and quality; economic benefit

水肥高效利用对烤烟产质量和经济效益的影响

刘喜庆¹ 封卫平² 马云明¹ 陈刚亮¹ 余赞¹

1. 湖南省烟草公司衡阳市公司祁东县分公司, 中国·湖南 衡阳 421099
2. 湖南省烟草公司衡阳市公司, 中国·湖南 衡阳 421600

摘 要

本研究于湖南省衡阳市祁东县白地市镇开展, 设置5个处理, 研究滴灌条件下是否盖膜和采取假植苗移栽对烤后烟产质量和综合经济效益的影响。结果表明, 滴灌处理设备投入增加135元/亩, 但在减少用工和病虫害发生方面作用明显, 假植苗移栽后整齐度更高, 地膜覆盖可减少肥料流失, 但增加用工物料成本299元/亩; 处理4烤后烟亩产值达5052.38元/亩, 但因地膜覆盖成本投入较大, 综合收益受到影响; 处理3虽然烤后烟亩产值4886.9元/亩, 但相比对照净收益可增加378.1元/亩, 在减工降本、提高烟农综合收益方面表现最优, 是较为理想的栽培组合模式。

关键词

烤烟; 滴灌; 地膜覆盖; 产质量; 经济效益

1 引言

烤烟是我国重要的经济作物之一, 湖南作为我国的烤烟主产区, 其烤烟产业对当地经济发展有着重要影响。在烤烟生产过程中, 水分和肥料是影响烤烟生长发育、产量和品质的关键因素^[1-3]。祁东烟区处于衡邵干旱走廊核心地区, 呈现出降雨总量多但分布极不均衡的特点^[4], 尤其在移栽期和成熟期时常干旱, 传统的灌溉和施肥方式不仅浪费水资源和肥料, 且用工量大, 滴灌则能根据植物生长需求精准供水供肥, 实现水肥耦合, 提高水肥利用效率, 同时能够促进烤

烟生长发育, 提升产质量^[5-7]。地膜覆盖可改善前期烟株生长环境, 抵御移栽期低温, 提高氮肥利用率, 促进烟株早生快发。本研究旨在探讨滴灌与不同移栽方式组合对湘南烟区烤烟产质量和经济效益的影响, 筛选出适合当地的最佳栽培模式, 为烤烟生产的可持续发展提供参考依据。

2 材料与方法

2.1 试验地概况

试验在湖南省衡阳市祁东县白地市镇香锦坪村烟田进行。该地属亚热带季风湿润气候, 年降雨量 1200 毫米, 日照充足, 无霜期长, 年平均气温适宜, 土壤类型多样, 以红壤、黄壤为主, 土壤肥力中等, pH 值 5.5-6.5, 前茬作物为水稻, 具备良好的烤烟种植基础。

【作者简介】刘喜庆(1984-), 男, 中国河南新密人, 硕士, 农艺师, 从事烟草栽培、调制方面的研究。

2.2 试验材料

供试烤烟品种为当地主栽品种云烟 87。滴灌设备包括首部枢纽（水泵、过滤器）、干管、支管和毛管。专用水溶肥由河南普利农业科技开发有限公司提供，旺长肥主要养分含量为 N - P₂O₅ - K₂O≥440g/L，有机质 ≥120g/L，并含有多微量元素，落黄肥含少量氮肥可以忽略不计，主要是钾肥。地膜为黑色防草膜，厚度为 0.012mm，幅宽 1.2m。滴灌处理折合纯氮 7.7kg/ 亩，对照处理折合纯氮 11kg/ 亩。

2.3 试验设计

试验设置 5 个处理，分别为：

- 处理 1：不盖膜滴灌 + 小苗移栽；
- 处理 2：膜下滴灌 + 小苗移栽；
- 处理 3：不盖膜滴灌 + 假植移栽；
- 处理 4：膜下滴灌 + 假植移栽；
- 处理 5：CK（不盖膜、小苗、人工兑水淋肥）。

每个处理设置 3 次重复，随机区组排列，每个处理面积为 1 亩左右。

2.4 栽培管理措施

烤烟于 3 月 19 移栽，常规移栽按照当地传统方式进行，移栽前施用穴底肥（专用基肥）。移栽后处理 1 和处理 3 直接铺设滴灌带，不覆盖地膜，处理 2 和处理 4 移栽后铺设滴灌带并覆盖黑色地膜，在烟株打顶前后揭膜。滴灌处理在移栽后滴灌提苗肥共计 5kg，移栽后 30 天开始滴灌施专用旺长肥，移栽后 50 天滴灌施落黄肥。对照处理按照当地常规施肥方式进行，并根据土壤墒情和烟株生长情况进行补水。整个生育期其它田间管理措施（如中耕除草、病虫害防治等）均按照当地优质烤烟生产技术规程统一进行。

2.5 测定项目与方法

生育期情况：记载移栽、团棵、现蕾、打顶时期，不同部位烟叶采烤日期，同时记录各处理发病情况。

垄体温度统计：当天最高气温达到 35℃ 左右时，用地温仪测定垄体 10 cm 左右土壤温度。

烟株农艺性状：打顶后 1 周，每个处理取代表性烟株 3 株，测定株高、有效叶片数、最大叶长宽等。

烟农收益情况：统计用工情况和各处理的烤后烟叶产量和等级结构，去除 X3F、B4F 及以下不予收购烟叶，按照当地烤烟收购价格计算产值，扣除生产成本后得到净利润，分析不同处理对烟农收益的影响。

3 结果与分析

3.1 不同处理烟株生育期情况分析

烟株需肥呈现“少时富、老来贫，烟株长成肥退尽”的规律，不合理的施肥会导致烟株早衰或贪青晚熟。由表 1 可知，在移栽期一致的情况下，不同处理烟株生育期进程表现出明显差异。滴灌处理和对照相比，前期水肥供应充足，有利于烟株早生快发，进入团棵期和旺长期的时间比对照早 7 天，第一次采烤时间也显著提前。滴灌条件下假植苗和漂浮苗处理相比，假植苗处理整体长势更为均匀一致，但对烟

苗生育期的影响不大。滴灌条件下处理 1 和处理 3 表现出轻度早衰，尤其上部叶开片受到一定影响，采烤时间相对盖膜处理提前 6 天。综合来讲，在滴灌条件下，水肥供应协调，有利于烟株早生快发，生育期提前，地膜覆盖则可能减少了肥料流失，处理烟株未出现早衰现象，详见表 1

表 1 成熟期间烟株生育期调查

处理	移栽期	团棵时间	现蕾时间	第一次采烤	最后一次采烤
处理 1	3.19	4.18	5.13	5.26	7.8
处理 2	3.19	4.18	5.13	6.1	7.8
处理 3	3.19	4.18	5.13	5.26	7.8
处理 4	3.19	4.18	5.13	6.1	7.8
处理 5	3.19	4.25	5.17	6.6	7.15

3.2 不同处理烟株农艺性状调查分析

由表 2 可知，不同处理打顶后有效叶片数相差不大，基本在 16 片左右。株高方面，滴灌处理株高明显高于对照，和席奇亮等研究一致。叶片大小方面，最大叶片出现在中部，滴灌处理叶片开片明显好于对照，但滴灌处理顶叶开片明显不足，尤其是处理 1 和处理 3，在不盖膜 + 滴灌处理条件下生育后期表现出氮肥不足症状，上部叶开片不足，中下部叶片大而薄，并呈现提早落黄成熟。烟株发病情况，今年烟田病害主要是马铃薯 Y 病毒病，滴灌处理烟田发病烟株显著少于对照，和滴灌相比多次垄体漫灌可能加重了病毒病的传播。

表 2 不同处理打顶后有效叶片量

处理	有效叶片数 (片)	株高 (cm)	最大叶长 (cm)	最大叶宽 (cm)	发病烟株 (株)
处理 1	15.9	103.5	45.23	30.91	21
处理 2	16.2	106.4	48.31	32.74	16
处理 3	16.1	105.4	48.22	31.31	22
处理 4	16.6	105.7	46.87	32.6	12
处理 5	16.1	101.2	42.93	28.22	142

3.3 不同处理高温天气条件下土壤温度分析

研究表面，烤烟根系最适土壤温度为 22-28 度，高于 30 度根系呼吸作用会异常加剧，消耗大量同化产物，但吸收水分和养分的效率反而开始下降，土壤温度超过 35 度则会生理机能严重紊乱，甚至细胞死亡。试验田在 5 月 23 日对盖膜处理进行了揭膜，从移栽到揭膜共经历了 4 次的高温天气。由表 3 可知，四次高温天气中 3 月 26 日的高温天气土壤温度超过了 30 度，之后土壤温度均在 30 度以下，分析原因可能是因为前期持续高温干旱，加上烟株小，土壤接受光照足，温度升高更明显，4-5 月烟株叶片展开遮挡阳光，土壤最高温度有所降低。就不同处理分析，由表 1 可知，处理 5 地膜覆盖在高温天气下温度低于不盖膜处理，可能是地膜覆盖条件下土壤水分含量高，起到减缓土壤温度升高的作用。总体来讲，在祁东烟区 5 月底之前土壤温度基本稳定在 30 度以内，可以一直不揭膜。

表 3 不同时期垄体土壤温度（℃）

处理	3.26	4.11	4.21	5.21
处理 1	30.4	27	28.3	29.2
处理 2	29.6	29.7	29.1	29.5
处理 3	30.1	27.3	28.3	28.8
处理 4	29.2	28.1	29.8	29.4
处理 5	30.9	27.7	28.1	28.4
空气温度	36.7	36.1	35	34

3.4 不同处理烟农收益情况分析

申艳芝等指出，滴灌水肥一体化能够均匀浇灌每株植物，提高烟株生长均匀度，降低外界因素对烤烟影响，提高烤烟整体产量。由表 4 可知，亩产量方面，处理 2 和处理 4 较高，处理 1 和处理 3 因未盖膜，肥料流失较大，上部叶开片不充分，产量受到一定影响。烟叶质量方面，处理 4 烤后上等烟比例最高，均价略低于处理 3，产值最高达 5052.38 元 / 亩，对照处理因病害发生重，烤后烟叶质量受到影响，均价和上等烟比例均较低；单叶重方面，处理 3 单叶重最低，处理 5 单叶重最大。

表 4 烤后烟叶经济效益分析

处理	产量 (kg/亩)	产值 (元 / 亩)	均价 (元 / kg)	上等烟 比例(%)	单叶重 (g / 片)
处理 1	139.33	4654.94	33.41	73.73	10.11
处理 2	147.27	4951.83	33.62	71.95	10.4
处理 3	142.6	4886.9	34.27	75.21	9.62
处理 4	148.45	5052.38	34.03	75.6	10.7
处理 5	140.88	4302.48	30.54	62.44	10.44

3.5 不同处理成本分析

滴灌因需要投入一套专用的配套设施设备，因此增加了设备投入成本。此外滴灌需要专用的水溶肥，否则容易堵塞滴灌孔，严重影响滴灌效果。由表 5 可知，使用的肥料成本方面，滴灌处理与对照烟田相比减少 6.84 元 / 亩。由表 6 可知，处理 2 和处理 4 因增加了地膜覆盖操作，虽然可减少 1 次除草剂施用，但综合亩成本相比对照成本大幅增加。综合表 4、表 5、表 6，处理 1 和处理 3 相比对照，亩产值扣除成本投入增加值，加上节约的肥料投成本，每亩相比对照分别增收 146.14 元、378.1 元。

4 结论讨论

衡邵干旱走廊降雨呈现总量充足但时空分布极不均匀的特点，今年 3 月初移栽后持续干旱，进入 4 月中旬至 5 月底降雨集中。本研究结果表明，滴灌处理在移栽期干旱条件下能为烟农提供适宜的水肥供应，在促进栽后烟苗早生开发、减少用工、减少病害发生率、提升鲜烟叶烘烤特性等方面具有优势，滴灌处理每亩增加物料和用工成本共计 205 元，综合减少用工投入和增加亩产值效益，处理 3 相比对照，每亩净收益可增加 378.1 元，具有显著的增收成效，值得进一步研究和推广。黑色地膜覆盖在提早移栽期、减少肥料流失、减少

除草剂使用等方面作用明显，但受制于湘南烟区土壤质地粘性重的特点，机械化覆膜难度大，用工成本高，是大面积推广的最大制约因素。此外，在不盖膜情况由于 4-5 月降雨集中且降雨量大，滴灌条件下施用的水溶肥淋洗更为严重，处理 1 和处理 3 在施氮量不增加的情况下和盖膜处理相比，上部叶开片受到影响，需要根据实际情况对施氮量进行灵活调整。

表 5 滴灌处理与对照肥料成本分析

品类	单价 (元 / kg)	滴灌处理		对照	
		用量 (kg / 亩)	成本 (元 / 亩)	用量 (kg / 亩)	成本 (元 / 亩)
基肥	3.052	60	183.12	60	183.12
追肥	3.127	0	0	40	125.08
提苗肥	2.737	5	13.68	5	13.69
硫酸钾	3.49	0	0	20	69.8
硝酸钾	4.28	0	0	5	21.4
硫酸 钾镁	2.055	0	0	10	20.55
旺长肥	6	20	120	0	0
落黄肥	5.5	20	110	0	0
合计			426.8		433.64

表 6 不同处理物料、用工成本（元 / 亩）

处理	支管 + 滴灌带 + 旁通	除草剂	地膜	安装 + 回收 + 整理	浇水 成本	追肥 成本	合计
处理 1	135	60	0	70	0	12	277
处理 2	135	20	299	70	0	12	536
处理 3	135	60	0	70	0	12	277
处理 4	135	20	299	70	0	12	536
处理 5	0	60	0	0	54	72	186

机械化、设施化、标准化是烟草农业未来发展的方向，农机、农艺技术互相融合是烟草农业可持续发展的保证，滴灌作为现代设施农业的典型代表具有自身独特的优势，但也存在前期设备投入成本较高、烟农操作不规范、专用水溶肥未纳入湖南省烟用物资采购名录等问题。因此，下一步我们将继续开展滴灌设施在烤烟种植中的应用研究，并在专业技术培训、配套产投政策扶持、专用水溶肥集中采购等方面努力，扫清滴灌技术在湘南烟区烤烟生产推广应用的瓶颈问题。

参考文献

[1] 陈亚.水氮耦合对植烟土壤理化生物特性及烤烟生长的影响[D].西南大学, 2009[9]B.

[2] 苏岑.基于CCDC和LandTrend算法的衡邵干旱走廊气象干旱时空特征研究[J].国土资源刊.2024,2(12):158-164.

[3] 杨萃,程智敏,向金友,等.不同灌水处理对烤烟生长发育的影响研究[J].天津农业科学,2015,21(7):132-136.

[4] 申艳芝.浅析烤烟滴灌水肥药一体化技术[J].农业与技术, 2016, 36(17): 86-88.

[5] 薛博,李加峰.焦伟烟草农机农艺融合现状及发展趋势[J].农业装备与车辆工程,2024,2(62):30-33.

The Sustainable Development Path of Hybrid Rice Seed Production Industry under the “Tobacco and Rice Rotation” Model: A Case Study of the Development of Hybrid Rice Seed Production Industry in Youxi County

Jiawei Chen

Youxi County Seed Station, Youxi, Fujian, 365100, China

Abstract

Youxi County is a major mountainous agricultural county, located in the western part of the northern section of the Daiyun Mountain Range. The county is mainly composed of medium and low mountains and hills, with a lower terrain in the middle. There is a significant altitude difference throughout the county. It is rich in temperature and light resources, with an average annual temperature of 19.2°C, a frost-free period of 255 to 297 days, and an average annual rainfall of 1,620.6 millimeters. It has been listed as a national major seed production county [1]. This article expounds the current situation and main achievements of the hybrid rice seed production industry in Youxi County, analyzes the existing problems in the current industrial development, and proposes development countermeasures such as strengthening guidance to promote industrial upgrading, planning guidance to ensure sustainable development, relying on farmers to activate internal driving force, optimizing services to reduce production risks, and market operation to improve the industrial system, striving to focus on key points and strengthen the weak. Promote the high-quality development of the hybrid rice seed production industry.

Keywords

Hybrid rice seed production Tobacco and rice rotation Industrial upgrading

“烟稻轮作”模式下的杂交水稻制种产业可持续发展路径——以尤溪县杂交水稻制种产业发展为例

陈家威

尤溪县种子站, 中国·福建 尤溪 365100

摘要

尤溪县是山区农业大县,地处戴云山脉北段西部,境内以中低山地和丘陵为主,中部地势低,全县海拔差异较大,温光资源充足,年平均气温19.2°C,无霜期255~297天,平均年降雨量1620.6毫米,被列入国家级制种大县^[1]。本文阐述了尤溪县杂交水稻制种产业发展现状及主要成效,分析目前产业发展中存在的问题,提出加强引导推动产业升级、规划引领确保持续发展、依靠农户激活内生动力、优化服务降低生产风险、市场运作完善产业体系等发展对策,力争聚焦重点、围强补弱,推进杂交水稻制种产业高质量发展。

关键词

杂交水稻制种; 烟稻轮作; 产业升级

1 引言

尤溪县作为国家级制种大县,其地理环境为杂交水稻制种提供良好条件。当地推行“烟稻轮作”模式,制种产业获政策大力扶持,还创新烘干、病害防控等配套技术,单产稳定且品质优。但产业仍面临农户意识、企业引领、效益融合等短板,为探索其可持续发展路径,推动产业高质量发展、

本文展开以下调查。

2 尤溪县杂交水稻制种产业发展现状及成效

2.1 产业扶持力度大

根据当地资源禀赋,2021年制定《尤溪县人民政府关于推进杂交水稻制种产业发展意见》^[2],县财政2021-2023年每年安排200万元扶持水稻制种产业发展,对入驻当地的种业企业、种子生产企业、制种大村、制种大户给予大力扶持;将杂交水稻种子生产面积50亩(含)以上的生产大户列入耕地地力保护补贴范畴;将面积千亩以上制种村的制种

【作者简介】陈家威(1969-),男,中国福建尤溪人,本科,高级农艺师,从事水稻栽培与品种推广研究。

户列入粮食产能区补助项目进行重点扶持；在《烤烟生产工作目标及烟叶税分成办法的通知》文件中，针对稳定“烤烟一制种”种植模式作了严格的要求；基础设施建设项目优先向制种村倾斜。

2.2 制种规模增长快

近五年来，尤溪县杂交水稻制种面积呈现逐年增长态势，从常年的1万多亩迅速增加到2025年的4.01万亩，制种基地分布到14个乡镇117个村。全县50亩以上的制种户有520多户，200亩以上的制种村70个，其中1000亩以上的村6个，福建天力种业有限公司自2008年到尤溪发展制种，2024年制种面积达1.64万亩，杂交水稻制种地域优势不断发挥，引领着制种产业快速发展。

2.3 农户技术普遍高

早在20世纪70年代中后期，尤溪县就选派近千人赴海南省学习制种技术，以刘文炳研究员为首的管前镇农业技术团队解决了杂交水稻制种“需要割叶剥苞、花时落后、青秕谷多”三大难题，实现大面积制种平均亩产300公斤，最高亩产451.46公斤的世界纪录，夺取了“中国杂交水稻制种单产之冠”^[3]。“尤溪县对水稻制种产业发展十分重视，出台多项支持政策，群众基础好、技术力量强”中国科学院院士谢华安曾这样评价。

2.4 单产稳定品质优

尤溪县制种户技术扎实、实践经验丰富，随着制种面积不断扩大，种子产量和产值不断增加。2020年9月18日，在台溪乡举办的“三明市农民丰收节-尤溪杂交水稻制种收割现场”观摩会，并组织省内同行专家现场测产验收，台溪乡园兜村朱明进制种田亩产达334.22kg。同年，据福建天力种业有限公司提供的台溪乡清溪片8个村制种田，6个组合实收种子统计资料显示，平均亩产达254.07kg（见表1）。多年来种子样品送福州海关技术中心或福建省农业科学院检测，均无发现检疫性病虫。

表1 2020年台溪乡清溪片（8个村）6个组合实收种子情况表

组合	制种面积 (亩)	实收种子 (万kg)	折合亩产 (kg)	备注
A	500	13.4	268.0	
B	60	1.6	265.5	
C	400	10.6	264.5	
D	100	2.5	249.0	
E	879	21.8	248.5	
F	200	4.4	222.0	
合计	2139	54.3	加权平均亩 产：254.07kg	

2.5 配套技术常创新

2013年，率先在尤溪县尝试并获得成功，目前在全国推广使用的密集式烤烟房用于种子烘干技术，具有实用、易操作、成本低、效率高等优点，解决大面积生产、尤其是遇上雨季难以烘干种子的问题；2018年，尤溪县耀旺农机专

业合作社发明了卧式烘干机并经多次改造升级后，烘干性能、功效大幅提升，于2021年获得国家发明专利，其中2款机型于2025年列入福建省农机购置补贴；经多年试验、示范，摸清了制种田稻粒黑粉病发病“六因”和防控“六关键”，总结出的“制种田稻粒黑粉病适期适次适药防控技术”列入2025年度福建省农业主推技术。

3 尤溪县杂交水稻制种产业发展存在的问题

3.1 农户意识短板

制种区农户普遍接受“烤烟一制种”生产模式，能积极主动争取订单任务。但由于杂交水稻制种技术含量高，受气候因素影响大，管理水平要求高，在拓展制种基地时农户尚有顾虑，存在统一规划难、耕地流转难、田间隔离难的问题。

3.2 企业引领短板

尤溪县种子生产以代制为主，以往生产订单往往无法得到保障，如有纠纷发生更难及时化解。生产上依赖经纪人指导，而经纪人水平参差不齐，个别经纪人存在指导不到位、信誉度低、拖欠种子款等行为，地方政府难以监管到位。由于本土种业企业少，在育种创新方面存在短板，难以形成品牌效应。

3.3 产业效益短板

近年来，尤溪县“烤烟-制种”种植模式，带动全县农业农村经济发展，但该模式的烤烟和制种仍停留在探索高产栽培以获得较高效益上，以一产为主，带动种子科研、加工、仓储、物流、交易等二产及三产共同发展上仍然薄弱，难以形成以规模种植为基础、“生产+加工+科技+营销”一体化发展格局，促进制种产业一二三产业融合发展的任务极其艰巨。

4 尤溪县杂交水稻种子产业发展路径

紧紧抓住中央“坚决打好种业翻身仗”的重要部署，全面落实《种业振兴行动方案》，以种质资源保护为基础，以种业企业为主体，以供种安全为底线，以净化市场为保障，汇聚全县种业创新优势资源，做优产业链条、做强产业集群、做大种业产业。通过“延链补链强链”策略的实施，不断提升种业产业链现代化水平、核心竞争力和供种保障能力，为粮食安全和种业振兴提供有力支撑。

4.1 加强引导，推动产业升级，强化政策支撑

把杂交水稻制种作为乡村振兴和农民增收的重要战略，科学制定行动目标，逐步完善各级扶持措施，统筹安排项目资金，充分发挥现有“种子产业集聚区”筑巢引凤功能，对入驻的种业企业，在注册、建设用地、手续办理等方面给予全力支持；对制种订单达到一定规模的龙头企业，分档次给予相应补助；对连片规划发展的制种大村，按落实面积给予不同档次的村财奖补。强化质量监管。从相关法律法规和行政条文等方面，严格对订单企业制种生产行为展开审查，确保所制品种技术方案可行，田间生产档案设计完善。严格基地核查。逐一核查基地隔离条件、前茬作物等关键指标，全面了解基地气候条件、环境因素、立地条件等耕作指标，科

学指导种子生产。

4.2 规划引领，确保持续发展，建稳制种基地

科学制定“十五五”种业发展规划，稳定烟后制种面积，拓展单季稻区、菜(菌)后稻区制种区域。利用各级扶持资金，策划建设渠相通、路相连，旱涝保收、适宜机械耕作的高标准制种田，科学布局和建设种子区域服务中心，完善种子生产配套设施。制定技术标准。按照“规模化、机械化、标准化、集约化、信息化”要求，完善“三系”“两系”制种技术规范，建立制种全程机械化、制种轻简技术配套、种子机械快速烘干、稻粒黑粉病防控等标准化技术规范，提升尤溪稻种品质。加强品牌培育。在推进“五化”的基础上，开展种子质量认证，谋划“尤溪稻种”地标品牌，带动制种产业效益提升。强化人才支撑。吸引更多企业及育种、栽培、管理等领域人才投身到种业发展中，提升现有技术团队整体素质和指导能力。

4.3 依靠农户，激活内生动力，当好农户的宣传员

依托镇、村干部，面对面与农户算好经济账，将杂交水稻制种保险、各级扶持政策宣传到户，激发农户发展制种动力；把烟后制种模式茬口衔接紧、生产周期短、见效快的优势讲深讲透；把订单主体提供亲本、提供技术、提供物质，农户不愁销售的道理说清道明。当好农户的指导员。乡镇、村干部要发挥主观能动性，协助规划田块、流转耕地，及时摸清辖区内种子生产情况，排查存在隐患，及时调处矛盾纠纷。

4.4 优化服务，降低生产风险，强化技术指导服务

引导订单生产主体开展气候风险评估，安排富有实践经验的技术员驻扎生产基地，把不同时段关键栽培技术落实到户、培训到人、指导到田。依托院士工作站的技术引领作用，积极与科研院校协作，加强对创高产、提质量系列技术研究，深入田间开展指导服务。创新保险金融支撑。在落实政策性保险基础上，探索增加完全成本保险、农业雇主责任保险等险种，及时开展勘定查损，降低制种户灾害性风险。推广“惠粮贷”等信贷新机制，解决生产主体小额贷款需求。加强制种安全预警。对新引进的新组合要先开展小面积试制，并与制种户签订收益保障条款。加强农业应急体系建设，完善防灾预案，实时共享气象监测资料，科学指导农户生产种子。

4.5 市场运作，完善产业体系，强化招商引资

尤溪地处山区，基础薄弱，在力争早日引进育繁推一体化种业企业的同时，持续加强与福建六三、先正达等优势种业企业的联系，重点扶持壮大本土种业企业，争取2年内在自有知识产权品种上取得突破。通过一系列项目的策划与实施，形成从科研、生产、培训、品种展示、物流信息、仓储加工和社会化服务等领域较完整的种子产业链，带动县域经济发展。强化龙头带动。选择经济实力强、技术力量雄厚的订单主体，严格种子生产备案和生产合同管理，规范“订单制种”发展模式；走好“管理部门+种业公司+订单主体+合作社(牵头人)+农户”的生产模式；鼓励规模流转，建立“村企协作”经营新模式。通过订单生产、合同收购、全程指导、系列服务，建立公平合理的利益联结机制，提高产业标准化、组织化、信息化程度。强化示范引导。充分发

挥规模制种主体的带动作用，实行规划布局、产品定价、农资采购、生产服务，品牌销售等“六统一”措施，推广运用轻简栽培技术，开展高产技能竞赛，建立丰产示范样榜，以典型示范激发群众发展制种，带动杂交水稻制种面积拓展，促进烟稻产业模式整体效益的有效提升。

5 结语

作为国家级制种大县与“中国稻种基地”的重要组成部分，尤溪县以杂交水稻制种为核心的产业实践，为全国种子产业发展注入了强劲动能，其贡献与意义深远且多维。

在种源供给保障层面，尤溪县通过推行“一村一企”协作与耕地整村流转机制，将制种面积稳定在4万亩以上，年产种子达800万公斤以上，成为支撑南方稻区乃至全国水稻用种需求的关键力量。作为三明市这一全国杂交水稻种子生产第一大市的核心县份，其产能直接助力福建实现“为全国水稻产区提供四分之一用种量”的战略支撑，为国家粮食生产的种子稳定供应筑牢了区域根基。

在产业技术创新层面，尤溪县构建了“院士引领+专家传承+农户创新”的多元创新体系：依托谢华安院士团队建立技术支撑平台，开展稻粒黑粉病防控等关键技术试验；制种农户自主改良的卧式烘干机实现效率与质量双提升，斩获多项专利；更通过联合社模式实现制种全程机械化服务覆盖，其技术经验已成为全省制种产业的典型示范。这种从实验室到田间的技术转化路径，为全国制种产业的科技赋能提供了可复制的实践样本。

在种业生态构建层面，尤溪县通过政策扶持培育专业合作社与龙头企业，完善基础设施与质量监管体系，着力打造“尤溪稻种”地理标志品牌，形成了“基地规模化、生产标准化、服务专业化、品牌特色化”的产业生态。这种“政府引导、科技支撑、市场驱动”的发展模式，不仅夯实了自身产业根基，更丰富了国家级制种大县的建设内涵。

综上，尤溪县以数十年的技术积淀与产业深耕，既在产能上保障了国家种源自主可控，又在技术上引领了区域种业升级，更在模式上为全国制种产业高质量发展提供了实践参照。其发展实践充分印证，县级层面的精准发力是筑牢国家种业安全、推动粮食产业稳定发展的关键支撑，也为乡村振兴背景下特色农业产业的价值实现提供了生动范例。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业农村部. 农业农村部关于公布国家级制种大县和区域性良种繁育基地认定结果的通知(农种发〔2022〕3号). (2022-04-07) [2025-2-25]. http://www.zzj.moa.gov.cn/gzdt/202204/t20220407_6395684.htm
- [2] 尤溪县人民政府. 尤溪县人民政府关于加快推进杂交水稻种子产业发展的意见(尤政文〔2021〕37号). (2021-03-18) [2025-2-25]. http://www.fjyx.gov.cn/zfxgkzl/zfxgkml/dfxfgzfgzhgfwj/202105/t20210521_1666284.htm
- [3] 刘文炳. 谈三系杂交水稻超高产制种配套组装技术[J]. 中国稻米, 2010, 16(5): 54-58

Identification of epidemic risk points and establishment of prevention and control mechanisms in the livestock breeding industrial chain

Jiming Han

Linzhou Agricultural and Rural Bureau, Anyang, Henan, 45650, China

Abstract

The livestock breeding industry chain encompasses multiple links such as seedling breeding, feed production, breeding management, slaughtering and processing, and cold chain logistics. The biosecurity interconnection among these links is high, and epidemic risks can easily spread across links through carriers such as people, objects, and the environment. This not only threatens the safety of the breeding industry but also may trigger the risk of zoonotic disease transmission. Based on a full-process perspective of the industry chain, this paper systematically identifies the core epidemic risk points in each link. It constructs a “prevention - monitoring - disposal - traceability” full-chain control mechanism and proposes key measures such as strengthening source quarantine, standardizing biosecurity management, establishing an intelligent monitoring system, improving emergency response procedures, and implementing full-chain traceability management. The aim is to build a solid epidemic defense line for the livestock breeding industry chain through precise prevention and control and systematic governance, ensuring the sustainable development of the industry and public health security.

Keywords

Livestock breeding industry chain; Risk points of epidemic; Biosecurity; Prevention and control mechanism; Full-chain traceability

畜牧养殖产业链中疫情风险点识别与防控机制建立

韩记明

林州市农业农村局, 中国 · 河南 安阳 456500

摘 要

畜牧养殖产业链涵盖种苗繁育、饲料生产、养殖管理、屠宰加工、冷链物流等多环节,各环节间的生物安全关联度高,疫情风险易通过人、物、环境等载体跨环节扩散,不仅威胁养殖产业安全,还可能引发人畜共患病传播风险。本文基于产业链全流程视角,系统识别各环节核心疫情风险点。构建“预防-监测-处置-追溯”全链条防控机制,提出强化源头检疫、规范生物安全管理、建立智慧监测体系、完善应急处置流程、推行全链追溯管理等关键措施,旨在通过精准防控与系统治理,筑牢畜牧养殖产业链疫情防线,保障产业可持续发展与公共卫生安全。

关键词

畜牧养殖产业链; 疫情风险点; 生物安全; 防控机制; 全链追溯

1 引言

作为保障肉蛋奶供给的核心载体,畜牧养殖产业链,其环节的连续性及关联性决定了疫情风险有着“一点爆发、全链受创”的传播特性。高致病性禽流感、非洲猪瘟等重大疫病的涌现,都暴露出产业链各环节在风险防控方面的短板,这些问题不仅造成养殖主体蒙受巨额经济损失,还对食品安全及公共卫生构成重大威胁,诸如布病、炭疽等人畜共患病的传播直接影响着人体健康。传统疫情防控多围绕养殖

环节的单点治理展开,欠缺对产业链全流程的系统管控,难以从源头上阻断风险扩散。依托产业链全链条开展疫情风险点识别,建立起覆盖“事前预防、事中监测、事后处置”的防控机制,是攻克“疫情反复反弹”难题的关键路径,也是推动畜牧业实现从“规模扩张”到“质量安全”转型的必然要求。

2 畜牧养殖产业链各环节疫情风险点系统识别

2.1 种苗繁育环节

种苗作为产业链的起始环节,其健康状况直接决定后续环节疫情风险的根基,核心风险点汇聚于引种检疫与繁育管理两大维度,引种检疫存在缺失风险,跨区域引种时未依

【作者简介】韩记明(1969-),男,中国河南林州人,本科,中级,从事畜牧兽医研究。

照规定进行隔离观察及病原检测,容易将携带口蹄疫、小反刍兽疫等病原隐性的种苗引入繁育体系,且部分繁育场为降低支出,绕开种源追溯与检疫流程,造成病原源头无法追踪溯源。繁育环境面临交叉污染风险,繁育舍内不同批次种苗混在一起养、通风系统设计欠佳引发空气传播,以及饲养人员跨舍作业未进行严格消毒处理,都极易造成病原在种苗间迅速扩散^[1]。种源净化未达标准的风险,规模化繁育场对种畜垂直传播疫病监测的频次欠缺,未做到及时淘汰带毒种畜,致使病原借由繁殖过程持续传染给后代种畜。

2.2 饲料生产环节

饲料作为养殖过程里的核心投入品,其原料、生产及运输环节均有成为疫情传播媒介的可能,主要的风险点表现为三类,原料面临的污染风险,玉米、豆粕等饲料原料在种植、收获、储存之时易遭沙门氏菌等病原污染,由霉变原料产生的毒素还会让畜禽免疫力降低,提升疫病感染几率。生产过程面临交叉污染风险,饲料加工厂未对生产设备与车间地面做彻底清洗消毒,更换饲料品种时,残留病原借新饲料扩散,且有部分厂家违规添加抗生素等药物,造成细菌耐药性增强,造成疫病防治难度增大。运输及存储风险,饲料运输车辆未开展消毒工作,与运输病死畜禽的车辆共用通道,或存储仓库潮湿,通风条件差,都有可能造成饲料二次污染,成为传播病原的“移动载体”。

2.3 养殖管理环节

养殖环节是畜禽疫病滋生跟扩散的关键场所,风险点起因于生物安全体系缺失与管理操作不规范,可具体分为四类。生物安全防护出现失效风险,养殖场未严格限制无关人员及车辆的进出,人员进出未依照更衣换鞋、淋浴消毒等制度操作,外来车辆未彻底消毒就进入场区,径直带入病原^[2]。免疫程序不合规风险,规模化养殖场未按照疫病流行的特点制定个性化免疫方案,散养户出现“应免疫而未免疫、漏免及补免不及时”等状况,不能构筑起有效的免疫屏障。环境管控存在疏漏风险,圈舍内粪便、污水清理不及时,造成氨气等有害气体积聚,造成畜禽抵抗力减弱,且消毒措施徒具形式,未按照季节更替调整消毒剂种类与浓度,如低温环境里仍使用受温度影响大的醛类消毒剂,造成消毒效果丧失。应急处置不当的相关风险,畜禽出现异常死亡后未马上隔离、送检,而是随意丢弃病死畜禽,造成病原借助土壤、水源扩散传播,甚至引发炭疽等疫病的传播扩散。

2.4 屠宰加工环节

屠宰加工环节连接着养殖与消费这两端,人员、动物、产品的高频流动极易造成疫情跨区域传播,核心风险点聚焦于检疫、加工与处置三个方面。入场检疫存在缺位隐患,屠宰企业未严格核实畜禽产地检疫证明,违规让无证明、证物不符的畜禽入场,且未针对入场畜禽进行临床检查,造成患病畜禽进入加工环节。加工过程面临交叉污染风险,屠宰设

备、刀具及操作台未按规定清洗消毒,患病畜禽跟健康畜禽一同在生产线上加工,病原借由血液、体液污染产品,且车间净道与污道未作区分,因人员、车辆交叉流动,污染扩散加剧。病死畜禽处理的隐患,屠宰环节发现的病死畜禽及其内脏未按规定实施无害化处理,而是违规抛弃或流入市场,成为病原传播的关键源头。

2.5 冷链物流与销售环节

冷链物流与销售环节因低温环境利于病原体存活,成为疫情跨区域蔓延的“隐蔽渠道”,主要存有三类风险点。温控失效的潜在风险,冷藏运输车辆温度波动超出标准界限,或运输进程中频繁开关车门引起温度变化,为非洲猪瘟病毒等耐寒病原造就存活情形,造成其传播周期延长^[3]。包装跟运输工具的污染风险,产品包装未作消毒处理,运输车辆及周转箱重复使用前未充分清洗,病原借包装与工具在不同批次产品间传播。销售终端所面临的管理风险,农贸市场、商超的畜禽产品销售柜台未按时消毒,生熟产品摆放混乱,且销售人员个人防护工作未做到位,致使病原借产品接触传播至消费端。

3 畜牧养殖产业链疫情防控机制的构建路径

3.1 建立源头预防机制

降低疫情风险,源头预防是核心要点,需将焦点放在种苗与饲料两大源头上,搭建“检疫-净化-管控”的三道防线,着重抓好种苗源头检疫净化,开展“引种备案-隔离观察-病原检测-合格入场”全流程管理,规模化繁育场需搭建种源追溯系统,对各批次种苗进行身份标识,记录引种来源及检疫结果等方面信息。做好饲料安全管控规范,饲料生产企业需搭建原料溯源体系,对玉米、豆粕等原料开展病原检测与霉变筛查,生产过程实施“批批检验”制度,确保饲料质量合格;运输环节采用“专车专用-全程消毒-轨迹溯源”管理办法,防止饲料接触污染物。夯实养殖环节生物安全防线,养殖场需对隔离区、生产区、办公区进行划分,切实执行人员、车辆、物品进出场消毒举措,定期开展灭鼠及防鸟工作,阻断野生动物传播途径。

3.2 建立动态监测预警机制

动态监测预警是及时察觉疫情隐患的关键要点,需对技术手段与管理资源加以整合,构建呈现“全域覆盖、智能感知、快速响应”的监测体系,组建多层次监测网络,重点监测点为规模化养殖场、屠宰企业、冷链物流企业,配备上智能监测设备,实时采集畜禽健康数据以及环境参数、温控数据等信息^[4]。推广智慧监测相关技术,依靠物联网设备实时监测畜禽采食、饮水、粪便状态等临床指标,运用人工智能算法剖析异常数据,自动生成疫病预警;在冷链环节安装温度传感器及定位设备,完成运输全程温度与轨迹实时监控。构建风险预警响应机制,由动物疫病预防控制中心对监

测数据加以统筹,依照风险等级发布预警资讯,针对一般预警区域下达整改通知,给高风险区域采取暂停引种、限制调运等管控做法,做到风险早发觉、早治理。

3.3 建立应急处置机制

应急处置是管控疫情蔓延的关键手段,需明确标准化流程“报告-隔离-处置-消毒”,增进应急响应效率,把疫情报告流程规范好,搭建“养殖主体-乡镇兽医站-县级防控部门”的三级报告体系。规范现场处置流程,接获疫情报告后,专业技术人员需在规定时间内赶赴现场开展诊断检测,确诊后马上对疫点进行封锁,对患病畜禽连同同群畜禽实施扑杀,并依照规范进行无害化处置,以防病原四处扩散。全面强化全域消毒消杀,依据疫病类型挑选适配消毒剂,若处于低温环境则优先使用过硫酸氢钾等受温度影响小的消毒剂,对疫点内的圈舍、设备及运输工具展开全方位消毒,保证病原被彻底清除。

3.4 建立全链追溯机制

全链追溯机制是快速定位风险源头及精准管控传播路径的关键支撑,需凭借信息技术构建“来源可查、去向可追、责任可究”的追溯体系,搭建统一追溯平台,整合种苗繁育、饲料生产、养殖管理、屠宰加工及冷链物流各环节数据,给畜禽产品赋予唯一的追溯码,实现“养殖场到餐桌”全流程信息均可追溯。清晰界定追溯信息要素,规定各环节主体如实记录关键信息^[5]。繁育场对种苗品种、检疫结果做记录;养殖场记录免疫时间及用药情况。入场检疫结果与加工批次由屠宰企业记录;物流企业登记运输温度、轨迹。销售终端对进货来源、销售去向进行记录。加大追溯信息应用力度,倘若出现疫情,借助追溯平台迅速定位风险产品的生产、加工及运输环节,精准查找风险源头,及时对问题产品予以召回,同时对密切接触的畜禽及人员展开追溯,实施隔离管控举措,把疫情影响范围压缩到最大限度。

3.5 建立协同监管机制

畜牧养殖产业链涉及多种环节、多个主体,必须建立跨部门、跨主体的协同监管机制,凝聚防控合力,构建部门协同机制,农业农村、市场监管、卫生健康等部门形成定期会商与信息共享制度,农业农村部门对养殖、屠宰环节实施监管,市场监管部门对流通、销售环节实施管控,实现风险信息相互连通、监管行动协同一致。切实强化主体责任落实,确定繁育、养殖、屠宰、物流各环节主体的防控责任归属,把生物安全管理、疫情报告、无害化处理等要求纳入绩效考核指标,对落实无误的主体给予政策帮扶,依法严惩那些违法违规主体。提升技术服务与培训水平,组织专家团队为产业链各主体提供诸如免疫程序优化、消毒技术指导等服务,定期开展针对疫病防控的培训,增强从业人员的风险意识与实操能力,降低人畜共患病的传播风险系数。

4 防控机制有效运行的保障措施

4.1 强化政策法规保障

完备畜牧养殖产业链疫情防控相关法律法规,厘清各环节风险管控标准与主体责任,将引种检疫、饲料安全、无害化处理等操作规范予以细化,为防控工作给予法律依据,颁布配套激励政策,对打造智慧监测系统、全链追溯体系的企业给予财政补贴,对开展疫病净化举措的繁育场实施税收减免,带动市场主体主动施行防控措施,构建跨部门执法联动机制,定期实施产业链专项检查。

4.2 提升技术支撑能力

增加疫病防控技术研发投入,着力攻关快速检测技术、耐寒消毒剂、智能监测设备等关键技术及产品,降低病原检测的时长,增进消毒与监测效果,搭建“产学研用”协同创新平台,推动高校、科研院所跟企业合作,开发适配中小养殖主体的低成本监测设备连同简化版防控技术,解决基层“技术落地难”情形,构建全国统一的动物疫病数据库,将各地区、各环节的疫情数据与监测信息进行整合,为防控决策给予科学支持。

4.3 加大资金投入力度

构建多元化资金投入机制,统合财政资金、社会资本,加大针对疫情防控的支持幅度,财政资金着重投入到基层兽医站建设、监测设备购置、应急物资储备等公共防控环节。引导金融机构创制“疫病防控贷”等专项金融产品,为养殖企业升级生物安全设施及购买防疫物资给予资金支持。

5 结论

畜牧养殖产业链疫情风险呈现出“多环节分布、跨链条传播”的复杂特性,种苗引种时的病原输入、饲料生产过程中的污染传播、养殖管理存在的生物安全漏洞、屠宰加工环节的交叉污染以及冷链环节的风险延伸,形成了全链疫情风险网络。基于智慧技术打造动态监测预警体系,规范应急处置流程以阻断风险扩散,实行全链追溯达成精准管控,完备政策、技术、资金保障,能有效破解产业链疫情防控中的“源头失控、过程失管、应急失序”等难题。

参考文献

- [1] 武晓敏.畜牧养殖动物粪便污染治理及疫病防控研究[J].中国畜牧业,2025,(18):64-65.
- [2] 费维超,李云祺,张宇翔.畜牧兽医工作中动物防疫工作重点与创新策略[J].吉林畜牧兽医,2025,46(05):175-177.
- [3] 陈莉.绿色畜牧养殖技术的应用价值与要点[J].广东蚕业,2025,59(03):57-59.
- [4] 徐青.基层畜牧兽医动物防疫工作的优化策略[J].吉林畜牧兽医,2024,45(10):166-168.
- [5] 刘英财.畜牧养殖中动物疾病与防控措施[J].新农民,2024,(26):117-119.

Forest and grassland fire prevention management strategy based on forest ecological security

Lihong Hao

Hangjinqi Emergency Management Bureau, Ordos, Inner Mongolia, 017400, China

Abstract

This study investigates forest and grassland fire prevention strategies within China's forestry ecological security framework. Recognizing the devastating impacts of wildfires on ecosystems, the research first identifies key causes and characteristics of current forest fires, while analyzing limitations in existing fire prevention measures. The paper proposes a multi-tiered management strategy focusing on three core aspects: strengthening fire source control, establishing rapid-response fire monitoring systems, and enhancing public fire prevention awareness. Particular emphasis is placed on leveraging advanced technologies such as satellite remote sensing and artificial intelligence for fire prediction and monitoring. Through case studies, the feasibility and effectiveness of these strategies are demonstrated, aiming to provide scientific guidance and policy support for ensuring forestry ecological security and reducing fire risks. This research seeks to encourage forestry management authorities to adopt more systematic and evidence-based approaches, thereby effectively improving ecological security levels in China's forest and grassland ecosystems.

Keywords

forestry ecological security; forest and grassland fire prevention; multi-level fire prevention management strategy

基于林业生态安全的森林草原防火管理策略思考

郝利红

杭锦旗应急管理局, 中国 · 内蒙古 鄂尔多斯 017400

摘 要

本文深入探讨了中国林业生态安全框架下的森林草原防火管理策略。考虑到森林草原火灾对生态系统的巨大破坏, 研究首先梳理了当前森林草原火灾的主要原因和特征, 并分析了现行防火措施的局限性。文章提出了一个多层次的防火管理策略, 包括加强火源管理、建立快速反应的火情监控系统以及提高公众防火意识三个主要方向。特别强调了利用先进的技术如卫星遥感和人工智能进行火情预测和监控的重要性。结合实例分析了策略的可行性和有效性, 旨在为保障林业生态安全和减少火灾风险提供科学指导和策略支持。通过本研究, 希望能够促进森林草原管理部门采纳更为系统和科学的管理措施, 从而有效提升我国森林草原的生态安全水平。

关键词

林业生态安全; 森林草原防火; 多层次防火管理策略

1 引言

于全球范围内, 森林火灾持续是为生态系统安全形成重大危害的自然灾害其一。身为一个森林资源充裕的国家, 遭遇的森林草原火灾问题格外显著, 这不只激起了普遍的社会关注, 一同亦向生态安全和生物多样性保护带来了苛刻的考验。传统的防火管理策略常常具有响应缓慢和很难顺应迅速变迁的生态环境等问题, 急迫必需一种更加高效的管理机制以面对繁杂多样的火灾风险。伴随全球气候变化的恶化和人类活动的屡次, 森林草原火灾的出现频率与破坏力均有显

著提升。此对于森林草原之生态安全形成了直截挑战, 并且对于生态系统服务功能及其可持续性造成长远影响。进行森林草原防火管理策略之研究具备重大之现实意义与急切之需求。本文目的在于研究并改进中国林业生态安全框架之下之森林草原防火管理策略。通过深刻剖析现今森林草原火灾之首要原因和特征, 社会、技术及管理层面之全面对策看来特别核心。大家制定的多方面防火管理策略, 不仅专注于技术和管理的创新, 例如运用卫星遥感和人工智能增进火情预警和监控之效率, 也同样突出于全社会范围内增强防火意识和应对能力。凭借此研究, 吾等希望向林业部门供给一组严谨的、全面的防火管理建议, 为了高效提升我国森林草原之生态安全水平, 降低由于森林火灾导致的生态和经济损失, 给全球生态安全奉献中国智慧与中国方案。

【作者简介】郝利红(1978-), 女, 中国内蒙古鄂尔多斯人, 本科, 工程师, 从事应急救援、防灾减灾、森林草原防灭火。

2 森林草原火灾的背景与挑战

2.1 森林草原火灾的原因分析

森林草原火灾的出现很多因素相关，主要原因分自然因素和人为因素两类，自然因素包括气候变化导致异常天气如持久干旱让土地干燥易燃、异常高温使空气干燥、雷电直接引发火点，这些条件成为火灾起因，天气让草木成为易燃烧，火势起难扑灭。人为因素包括行为造成火灾出现如农民焚烧秸秆清理田地，游客生篝火取暖或嬉戏、工地施工不按规定进行操作，这些行为点燃火灾。地方管理不佳监督措施不完备防火工作执行不力，使火灾风险增大。因素结合，使森林草原火灾预防和控制工作成为困难，亟须发现更佳解决办法以应对。

2.2 当前森林草原火灾预防的挑战

防火措施多种制约影响林业生态安全问题。防火系统依赖传统方法技术更新慢预测预警能力不强^[1]。火源管理存在不足识别控制风险困难。火灾管理采用被动方式不是积极防御。法律执行力度弱公众参与少防火知识宣传不足导致社会防火能力低。防火物资设备配置不全资金资源短缺妨碍灭火和应急反应。

3 防火管理的理论框架

3.1 林业生态安全视角下的需求

从保护林业生态安全的角度来说，防火管理最核心的工作是处理好防止火灾和保护生态系统之间的关系，火灾如果经常发生，会直接破坏森林和草原的资源，严重打破生态系统的平衡，造成生物种类减少以及土壤质量下降等各种问题。需要制定一套完善的防火策略，来支持生态安全的整体框架，具体任务包括，加强对火灾发生的提前预警能力，确保反应速度快并且处理效率高，推动科学研究深入了解火灾对生态造成的长期影响^[2]。

3.2 多层次防火管理策略的构建

打造一个多层次的防火管理策略，核心目标就是把技术手段和组织方法结合起来，形成一个完美的整体。规划这些管理策略时，一定要考虑到足够的灵活性和适应性，这样才能应对不同地方的自然环境特点和火灾风险的高低，针对火源管理，需要重点关注高危地方的识别和监控工作，使用卫星遥感这种现代技术来提高监控的精确程度，同时增加巡查的频率，尽早发现可能引发火灾的隐患，火情监控系统要能够很好地结合现有各种技术方法，这样可以让数据更新得更快、更准确。快速响应的机制必须依靠专门的培训和多次实战演练，以便提高处理火灾的速度和效果^[3]。所有防火策略都要包括政府、社区和科技企业的深入合作，确保资源分配得当且高效，同时让信息能够充分流通和共享。重视智能技术的使用，还要鼓励社区居民主动参与进来，制定一个长期的防火计划，明确未来几年的具体目标和任务，最终提高整个防火管理的水平和实际效果，确保森林资源和居民生活

的安全。

4 火源管理的策略与措施

4.1 火源识别与控制技术

火源识别与控制技术为改善森林草原防火管理水平的关键环节。火源识别技术首要依靠现代化设备和手段，包含热成像仪、红外探测器和无人机等设备。这些设备可以于早期准确辨认潜在火源，增进反应速度^[4]。火源控制技术那么突出于火灾发生前期实施高效干预，例如借助清除可燃物、建立防火隔离带和适宜设计植被布局以降低火源扩散风险。整合运用卫星遥感技术，融合人工智能算法，能达成针对火源态势的即时解析和变动监视，因此给火源管理供给科学依据，提高防火成效。火源识别与控制技术的优化应用在林业生态安全中有了关键意义。

4.2 教育与法规在火源管理中的作用

教育和法规在火源管理中起到重要作用。通过多种的教育活动，能够提升公众针对防火的意识，协助其领会火源管理的重要性以及对生态安全的影响。此不但包含于学校举办的课程，亦牵涉社区方面的宣传与培训。法律规则给火源管理供给制度保障，保证火源控制拥有法律依据^[5]。制订与执行有关法律法规能高效约束人类活动针对火源引起的负面影响，并且推动各级管理机构采用恰当的措施。教育和法规结合，可以构成高效的火源管理体系，降低火灾风险，提升森林草原之生态安全。

4.3 防火物资与设备的配置

在森林草原防火管理中，防火物资与设备的合理配置至关重要。需确保关键物资如灭火工具、消防车、水源设备等数量充足且位置合理，以便快速应对火灾^[6]。先进的防火设备如热成像仪和无人机应纳入设备配置方案，提升火情监测与反应能力。设备维护和定期检查则必不可少，以保证设备功能的正常运转。通过优化物资与设备的管理，能有效提高防火措施的实效性，保障林业生态安全。

5 火情监控与快速反应系统

5.1 建立高效的火情监控系统

构建有效针对维护林业生态安全极其关键。该系统凭借完整涵盖的监控网络，达成多级别、多项技术的协同监控。旧式地面观察哨遭整合到数字化监控平台，并且和先进技术融合，明显提高了火情探测和应对的速度和精度。重要技术手段包含布置高清晰度热感摄像头和无人机，达成准确的地面监控。卫星遥感的数据即时传送也被融入系统，为了广阔火情觉知。该系统需要拥有迅捷数据传送和管理能力，保证火情信息可以被适时传达至相关部门，协助决策者敏捷进行反应，降低火灾导致的损害。

5.2 卫星遥感与人工智能的整合应用

卫星遥感技术和人工智能技术的融合运用让森林草原防火管理工作更关键且高效，利用现代卫星遥感技术手段收

集地表温度数据和植被变化情况,监控火灾风险高区域,人工智能算法处理大量遥感图像信息,辨识潜在火灾隐患,预报火灾发展趋势,技术合作达到火情监测自动化和智能化水平,为应对措施提供可靠信息支持。

5.3 快速反应团队的建设与训练

反应团队的任务是监控火灾情况并采取应对措施,作用非常重要。在组建队伍的时候,需要仔细挑选队员,确保每位成员都能果断地做出判断,拥有处理突发事件的本领。训练方面,要安排完整的模拟演习,内容覆盖真实火灾场景的应对方法和现代设备的熟练操作,帮助队员们在危急时刻更好地配合和执行任务。同时,还要增强不同部门之间的协作,安排联合演练,让整个团队在面对复杂火灾情况时能够更好地统一行动。合理组建队伍并开展训练,可以提升火灾应急的处理速度和实际效果,这样就能减少火灾造成的损失,守护好人民的生命和财产安全,保持社会的安定与发展,确保大家生活不受威胁。

6 提高公众的防火意识与参与

6.1 公众教育的内容与方法

通过普及教育来增强大家的防火意识具有非常重要的意义。教育内容必须全面,覆盖森林和草原火灾的危害程度、预防火灾的关键意义,还有火灾发生时应该采取的紧急应对方法等诸多方面。采用有效的教育方式,比如组织专门的防火知识讲座、发放通俗易懂的指导手册、开展有趣的互动活动以及进行真实的应急演练模拟,帮助大家更直观地理解火灾危害并掌握应对技能。利用学校课堂和社区组织活动,培养大家的防火观念,鼓励基层群众积极参与其中。利用新兴的网络媒体进行大范围的宣传推广,提高信息的覆盖范围和通俗易懂程度,激发大家主动参与的热情。不断完善教育机制来稳固大家的防火意识显得相当重要,这样可以帮助营造一个全民共同参与防火的优秀环境氛围。

6.2 社区参与防火活动的模式

社区参与防火活动为提高公众防火意识的关键途径,能高效减少火灾风险。以便最大限度它效果,社区能安排经常的防火培训和演练,让居民知晓火灾出现时候应该采用的适当措施。设立社区志愿者防火队,承担监控火情并且加入应急处理,是一种加强社区防火能力的高效方法。使用社交媒体平台和居民交流,共享防火知识和即时火情信息,以便增进信息传播的速度和覆盖面。有安排的社区竞赛和活动也可以激起居民的参与热情,提高个人防火责任感和全员意识。其中包括制订社区内的防火规章制度,以便标准化居

民行为并且提高全部的应对能力。在那些模式的综合应用于下,社区能建设起密切并且高效率的防火网络。

6.3 媒体与信息技术在公众意识提升中的角色

媒体与信息技术在提升公众防火意识中扮演着不可或缺的角色。通过多种渠道如电视、广播和社交媒体平台,广泛传播防火知识和应急指南。这些媒介还可以实时更新火灾信息,提高公众的警觉性和应对能力。信息技术通过开发应用程序和网站,提供个性化的防火建议及互动学习机会,进一步增强公众的参与度和意识,对火灾的预防和应急处理起到积极的促进作用。

7 结语

这个研究针对中国林业生态安全,强调研究了森林草原防火管理策略的现状与限制,清晰建议了一套包含火源管理加强、迅速火情监控系统构建和公众防火意识提高的多种策略。特别是关注运用卫星遥感与人工智能等尖端技术于火情预测和监控里的运用,目的在给予一种更加科学的与系统的处理路径,为了加强森林草原的生态安全和减少火灾风险。虽然本文针对多层次防火管理策略呈现了完整的方案,现实操作里依然有如技术执行难度、跨部门协作的复杂性及资金投入的可持续性等等挑战。如果一味依赖新技术,很容易忽略地方智慧和传统防火策略的关键价值,未来的科学研究需要仔细研究怎样把传统防火经验与现代科技巧妙结合起来,尤其是在全球变暖带来的严峻挑战下,针对森林草原火灾的适应性管理进行详细分析和深入探讨,建议积极推动政策法规的改进工作,尽力实现生态保护与社会经济发展的双重目标,通过一系列全面的综合性措施,衷心期望可以为国家和全球的林业生态安全提供实际有用的解决策略和具体方法,确保自然环境能够长久保持安定状态。

参考文献

- [1] 郑保利.做好森林草原防火工作的策略分析[J].中国科技纵横,2022,(01):130-132.
- [2] 唐俊煜冉丽.持续用力 筑牢新疆森林草原防火安全防线——新疆森林草原防火工作分析[J].新疆林业,2022,(03):4-6.
- [3] 周英.《塞罕坝森林草原防火条例》解读[J].河北林业,2021,(11):6-10.
- [4] 李功豪(文图).森林草原防火续写乡村生态振兴[J].绿色天府,2022,(05):30-31.
- [5] 徐红.森林草原防火工作永远在路上——访国家林业和草原局森林草原防火督查专员王海忠[J].中国测绘,2020,(05):8-10.
- [6] 本刊编辑部.时刻绷紧森林草原防火这根弦[J].吉林劳动保护,2021,(03):1-1.

Research on the Epidemiological Status and Integrated Prevention and Control Measures of Brucellosis in Yaks

Renqingxianji

Maixiu Township Animal Husbandry and Veterinary Station, Zeku County, Zeku, Qinghai, 811401, China

Abstract

This article studies the current situation and comprehensive prevention and control of brucellosis in yaks. The yak population in China accounts for more than 95% of the world, which is the pillar of the pastoral areas of the Qinghai Tibet Plateau. However, the abortion rate caused by brucellosis is 30% -50%, and the human incidence rate is also rising. The traditional breeding and epidemic prevention in pastoral areas are weak, making prevention and control difficult. The disease occurs frequently in alpine pastoral areas such as Qinghai and Xizang in China, and is also prevalent in parts of Mongolia and Russia abroad. The infection rate is greatly affected by regions and breeding patterns. The transmission routes include contact, digestive tract and respiratory tract, and the epidemic factors involve many aspects. This article proposes comprehensive measures such as monitoring and early warning, which have been proven effective through case studies and emphasize the importance of prevention and control. In the future, multiple aspects of optimization are needed to ensure the development of the industry.

Keywords

Brucellosis of yak; Current situation of popularity; Breeding management; Prevention and control system; Case Analysis

牦牛布鲁氏菌病流行现状与综合防控措施研究

仁青先吉

泽库县麦秀镇畜牧兽医站, 中国·青海 泽库 811401

摘 要

本文研究牦牛布鲁氏菌病流行现状与综合防控。我国牦牛存栏占世界 95% 以上, 是青藏高原牧区支柱, 但布鲁氏菌病致其流产率 30%-50%, 人间发病率亦上升, 牧区传统养殖、防疫弱致防控难。该病国内青海、西藏等高寒牧区高发, 国外蒙古、俄罗斯部分地区亦流行, 感染率受地区、养殖模式影响大, 传播途径有接触、消化道、呼吸道, 流行因素涉及多方面。当前防控检测技术局限等难点, 本文提出监测预警等综合措施, 经案例验证有效, 强调其防控重要性, 未来需多方面优化以保障产业发展。

关键词

牦牛布鲁氏菌病; 流行现状; 饲养管理; 防控体系; 案例分析

1 引言

牦牛是青藏高原及周边高寒牧区支柱, 我国存栏占世界 95% 以上, 助力牧民生活与区域经济, 但布鲁氏菌病威胁巨大。该人畜共患病致牦牛流产率达 30%-50%, 还使人类染病, 近年人间发病率上升。因牧区养殖传统、防疫弱等, 该病防控难。本研究拟调查多地养殖场, 结合实验室检测, 掌握感染率等, 分析影响因素, 制定综合防控措施。其能保障牦牛产业、护公共卫生, 丰富疫病防控理论, 推动养殖标准化, 助力乡村振兴与畜牧业转型。

2 流行现状分析

牦牛布鲁氏菌病流行具明显区域性, 国内高发于青海、西藏等牦牛养殖密集的高寒牧区, 如青海果洛州玛多县等地因引种频繁且防疫不足发病率高, 甘南地区不同县域感染率有差异; 国外蒙古、俄罗斯部分高寒地区也有流行, 高寒牧区的地理气候利于病菌存活传播, 增加牦牛感染风险。不同地区、养殖模式下该病感染率和发病率差异大, 如新疆某山区牧场野牦牛平均感染率 12.1%, 甘南地区流产母牛感染率最高, 传统放牧模式感染率高于规模化养殖, 但规模化场防疫不当损失更大, 且近年因养殖发展、动物流动等, 整体呈上升趋势。其传播途径主要有接触传播, 病牛和带菌牛通过分泌物、母乳及交配传播; 消化道传播, 牦牛食用被污染的饲料饮水感染; 呼吸道传播, 病菌形成气溶胶后被吸入感染, 不同途径受不同因素影响。流行因素包括养殖模式, 传统放

【作者简介】仁青先吉 (1985-), 女, 藏族, 中国青海黄南人, 助理兽医师, 从事高原牛羊常见疾病防控及治疗研究。

牧防疫难、混群易传播,规模化场密度大或卫生差也易流行;免疫状况,免疫覆盖率低或效果差易感染;饲养管理,环境恶劣、营养不均等会降低牦牛抵抗力;气候条件,冬春寒冷潮湿时病菌易传播;地理环境,高寒牧区封闭、防疫难且野生动物可能带菌;周边疫情,缺乏联防联控易致病菌传入^[1]。

3 综合防控难点分析

牦牛布鲁氏菌病防控面临多方面问题,检测技术上,血清学检测的RBPT易现假阳性、SAT操作复杂、ELISA成本高,分子生物学检测对实验室和人员要求高难普及,新型检测技术或成本高或应用研究少;疫苗免疫效果不稳定,弱毒活疫苗有返强风险、灭活疫苗免疫原性弱,且受疫苗质量、免疫程序、动物个体差异等影响;养殖管理粗放,圈舍差、饲料单一致牦牛免疫力低,养殖户防疫意识薄弱,因缺知识培训、经济受限、观念传统,不重视防疫措施;防控体系协同性不足,基层防疫力量弱,政策执行不到位,因宣传解读不够、监管机制不完善、基层执行能力不足,影响防控效果,需针对性改进以提升防控水平。

4 综合防控措施研究

4.1 加强监测与预警

建立完善监测体系是防控牦牛布鲁氏菌病的关键。监测方法需综合血清学与分子生物学检测:虎红平板凝集试验(RBPT)操作简便快速,作为现场快速筛查首选;疑似阳性样本需用试管凝集试验(SAT)或酶联免疫吸附试验(ELISA)确诊以提升准确性;聚合酶链式反应(PCR)技术可直接检测病菌核酸,灵敏度高、特异性强,适用于早期诊断与疫情溯源。监测频率需结合疫情风险与养殖模式确定:疫情高发区及规模化养殖场至少每季度全面检测1次;疫情低发区及散养户可适当降低频率,每年抽检1-2次。监测范围要覆盖所有牦牛养殖场(户),包括种牛场、育肥牛场等,同时定期监测牦牛交易市场、屠宰场等重点场所,杜绝遗漏。构建预警机制同样重要,需建立疫情监测数据库,借助大数据分析 with 人工智能技术实时处理监测数据,及时发现疫情异常。依据当地疫情历史数据、养殖规模等科学设定预警阈值,数据超阈值时系统自动预警,提醒相关方采取防控措施。信息发布与反馈机制是预警机制的重要支撑。预警后,相关部门需通过官方网站、短信平台等多渠道发布疫情信息;同时建立信息反馈机制,鼓励养殖户和基层兽医报告动物异常情况,相关部门及时核实处置,并定期评估总结信息发布与反馈情况,不断完善机制。

4.2 优化免疫程序

选择合适疫苗是提升牦牛布鲁氏菌病免疫效果的关键,常用疫苗分弱毒活疫苗(如S19、S2、M5)和灭活疫苗。弱毒活疫苗免疫原性强、效果好、免疫期长,但有返强风险,或对孕畜、幼畜不利;灭活疫苗安全性高,却免疫原性弱、需多次免疫且免疫期短。选疫苗时,需结合当地疫情、养殖

模式及牦牛年龄健康状况,高发区优先选弱毒活疫苗并规范使用,低发区或高安全需求场可选灭活疫苗并增加免疫次数剂量。确定合理免疫程序至关重要,不同疫苗程序不同。弱毒活疫苗中,S19用于3-8月龄犊牛,皮下注射5-10亿活菌;S2适用于各年龄段牦牛,口服时牛免疫剂量50-100亿活菌,一般免疫1-2次,间隔3-6个月。灭活疫苗需按说明书增加剂量次数,可肌肉或皮下注射,还需依牦牛免疫应答和抗体监测结果优化程序。免疫接种操作与注意事项影响效果和牦牛健康。接种前需检查牦牛健康,体弱、孕后期牦牛暂缓接种;人员需穿防护用品,疫苗储存运输要合规。接种时需准确掌握剂量途径,避免漏免、重免,注射要消毒器具防交叉感染,口服要确保疫苗均匀混入饲料饮水。建立免疫效果评估机制不可或缺,免疫后2-4周首次检测抗体,之后每3-6个月检测一次,抗体阳性率超80%且稳定则效果好,反之需调整程序或换疫苗;同时观察牦牛临床症状,若流产率、发病率下降,也说明免疫有效^[2]。

4.3 强化饲养管理

坚持自繁自养可降低牦牛布鲁氏菌病感染风险,养殖场需建立种牛群,科学选种繁殖,加强种牛管理,定期检测健康状况,发现病牛及时淘汰,避免病菌传播。确需引种时,需从无疫情地区引进,引种前严格检疫并索要检测报告,引进后隔离观察30-45天,期间再次检测,确认无异常方可混群,隔离期要做好饲养管理以增强牦牛抵抗力。加强日常饲养管理能提升牦牛健康与抗病能力,需按牦牛生长阶段、体重等制定科学饲料配方,保证蛋白质、维生素等充足,放牧季利用天然草场,枯草季补充干草、青贮料等,同时确保饮水清洁,定期更换饮水设施。做好环境卫生与消毒是切断传播途径的关键,要定期清理圈舍粪便、污水并无害化处理,圈舍、用具、运输车辆等需定期用氢氧化钠等消毒剂消毒,疫情高发期或出现疫情时增加消毒次数与力度。建立健全档案记录与标识管理体系可实现可追溯管理,需详细记录牦牛来源、免疫、检测等信息并归档,规范使用耳标记录个体生产信息,疫情发生时能通过档案与标识快速追溯源头,防止疫情扩散。

4.4 提高人员防控意识与能力

开展宣传教育是提升人员牦牛布鲁氏菌病防控意识的重要手段,可通过举办培训班、科普讲座,发放宣传手册、海报,播放动画视频,以及利用互联网、社交媒体开展线上宣传等形式,向养殖户、兽医人员和公众普及疫病危害、传播途径及防控知识。宣传资料需语言通俗、图文并茂,在养殖场、集市等场所投放,扩大覆盖面与效果。加强从业人员培训是提高防控能力的关键,要定期组织养殖户和兽医人员参训,邀请专家授课,内容涵盖疫苗使用、免疫程序、疫病监测、消毒方法及个人防护等,助其掌握科学防控技术与操作规范,提升应急处置能力;同时鼓励其参与职业技能鉴定和继续教育,提升专业水平。建立人员防护制度能保障

从业人员健康,接触牦牛及产品时,需穿戴防护服、口罩等防护用品,避免直接接触感染物质;进行疫苗接种、疫病检测等操作时更要注重防护,操作后及时更换防护用品并清洁消毒。养殖场需配备防护用品与消毒设施,定期为从业人员做健康检查。人员防控意识和能力的提升对防控工作意义重大,意识提高可推动人员主动落实饲养管理、疫苗接种等防控措施,降低疫病风险;能力提升能让人员在疫情发生时准确判断、及时处置,如兽医可快速诊断疫情、减少病牛死亡,养殖户能科学养殖、增强牦牛抵抗力,从而防止疫情扩散。

4.5 完善防控政策与体系建设

制定完善防控政策法规是牦牛布鲁氏菌病防控的重要依据。政府需出台《牦牛布鲁氏菌病防控管理办法》等法规,明确防控目标、任务、责任与措施,将工作纳入法制化轨道,同时规定养殖场(户)主体责任、监管部门职责、疫情处置流程及疫苗管理规范。此外,设立专项防控资金,保障疫苗采购、监测检测、疫情处置及人员培训等资金需求,确保防控有序推进。加强部门协作与联防联控是提升防控效率的关键。兽医、卫生、市场监管、公安等部门需建立联防联控机制,实现信息共享、资源共用与工作联动:兽医部门负责疫病监测、诊断、防控及疫情处置;卫生部门聚焦人间病例监测、治疗与健康教育;市场监管部门加强牦牛及产品流通监管,排查交易市场、屠宰场等场所,严防染疫产品入市;公安部门依法打击防控相关违法犯罪。各部门定期召开联席会议,共同解决难题,形成合力。建立应急处置机制是应对疫情的重要保障。需制定完善应急预案,明确疫情报告、诊断、处置、物资保障及人员调配等流程。疫情发生时,立即启动预案,遵循“早、快、严、小”原则,迅速采取隔离、扑杀、消毒、无害化处理等措施,防止疫情扩散。同时储备充足应急物资,加强应急队伍建设并定期演练,提升实战处置能力。完善的政策法规、部门联防联控与应急机制,共同为牦牛产业健康发展和公共卫生安全筑牢保障^[1]。

5 案例分析

5.1 成功案例:青海玉树州高原牦牛良种繁育推广中心

该中心通过综合防控成为省级布鲁氏菌病(非免疫)和结核病净化场。具体措施包括:建立完善监测体系,每季度用 ELISA、qPCR 检测全年龄段牦牛及养殖环境,及时排查风险;优化免疫程序,对 3-8 月龄犏牛皮下注射 5-10 亿

活菌的 S19 疫苗,结合抗体监测调整程序;强化饲养管理,坚持自繁自养,科学配饲,每周 2-3 次全面消毒;提升人员能力,定期开展疫病监测、疫苗接种等培训,建立防护制度。最终成效显著,牦牛流产率从 15% 降至 5% 以下,种公牛睾丸炎发病率从 10% 降至 2% 以下,犏牛成活率从 80% 升至 90% 以上,经验具借鉴意义。

5.2 失败案例:某存栏 500 余头的传统放牧养殖场

因防控缺位爆发疫情,损失惨重。问题集中在:检测技术落后,仅用易出假阳性的 RBPT,漏检致疫情蔓延;疫苗使用盲目,程序不合理、操作不规范(如疫苗保存不当),免疫效果差;养殖管理粗放,圈舍简陋、卫生差、饲料单一,牦牛免疫力低,且场主防疫意识薄弱;当地政府防控投入不足、政策落实不到位,疫苗配送不规范、补贴未落地,养殖户积极性低。针对失败原因,改进措施包括:引进 ELISA、qPCR 等先进检测技术并培训人员;依疫情科学选疫苗、定程序,规范接种操作;加强宣传教育,改善养殖环境、科学配饲;政府加大投入,规范疫苗管理、落实补贴,建立部门联防联控机制。案例警示需重视疫病防控,多维度落实措施以保障成效。

6 结论与展望

牦牛布鲁氏菌病在我国青海、西藏等高寒牧区广泛流行,感染率和发病率区域差异显著,受地理气候影响大,传播途径多样,流行因素复杂,当前防控面临检测技术有局限、疫苗免疫效果不稳定、养殖管理与防疫意识薄弱、防控体系与政策执行不足等挑战,需通过加强监测预警、优化免疫程序、强化饲养管理、提高人员防控能力、完善政策体系等综合措施应对,且其防控对牦牛产业、公共卫生和农牧民利益至关重要;未来应在检测技术上创新研发优化基因芯片等技术、改进整合现有技术,疫苗研发上加大新型疫苗投入并研究致病机制,养殖管理上推广生态与智能化模式、研究营养需求,防控体系上健全联防联控机制、构建智能监测平台并优化政策,以提升防控水平、保障产业可持续发展。

参考文献

- [1] 魏占慧.高原牦牛布鲁氏菌病特征及防控措施[J].畜牧兽医科学(电子版),2022,(19):117-119.
- [2] 措吉.牦牛布鲁氏菌病防治措施[J].中国畜牧兽医文摘,2018,34(02):120.
- [3] 牟三旦.牦牛布鲁氏菌病防控情况调查[J].畜牧兽医科学(电子版),2021,(07):119-120.

Preparation and Application of Monoclonal Antibodies against Porcine Circovirus Type 2 Cap Protein

Xiaomei Pan Lanling Cheng Zunbao Wang Liping Mao Sun He*

Tiankang Biopharmaceutical Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830032, China

Abstract

This study aims to prepare monoclonal antibodies against the cap protein of porcine circovirus type 2 (PCV2), and detect, verify and preliminarily apply them using serological methods. Mice were immunized with purified PCV2 viral fluid as an immunogen, and then a cell line prepared and obtained by using hybridoma cell technology. The results showed that the hybridoma cells grew well and were stably passaged, and the antibody titer of the culture supernatant could reach above 1:1024. Western-Blot and indirect immunofluorescence assays showed that the prepared secretory monoclonal antibody could specifically detect the cap protein. Both immunohistochemistry and colloidal gold detection applications were able to specifically detect samples. This has laid a foundation for clinical diagnosis and pathogenic mechanism research PCV2 infection.

Keywords

Porcine Circovirus Type 2; Immunohistochemistry; colloidal gold

猪圆环病毒 2 型 Cap 蛋白单克隆抗体制备和应用

潘晓梅 程兰玲 王遵宝 毛丽萍 贺笋*

天康生物制药有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830032

摘 要

本研究旨在制备猪圆环病毒2型(PCV2) cap的单克隆抗体, 利用血清学方法进行检测验证与初步应用。用纯化的PCV2病毒液为免疫原免疫小鼠, 然后利用杂交瘤细胞技术筛选, 制备获得1株细胞株。结果显示, 杂交瘤细胞生长良好、稳定传代, 培养上清液抗体效价可以达到1:1024以上。Western-Blot与间接免疫荧光试验表明, 制备分泌的单克隆抗体能特异性的识别cap蛋白。免疫组化及胶体金检测应用均能特异性检测样品。为PCV2感染的临床诊断及致病机理研究打下基础。

关键词

猪圆环病毒2型; 免疫组化; 胶体金

1 引言

猪圆环病毒(PCV Porcine circovirus)是迄今发现的最小的动物病毒之一^[1]。现已知PCV有四个血清型, 即PCV1^[2]、PCV2、PCV3、PCV4。PCV1为非致病性的病毒, PCV2为致病性的病毒。PCV3是一种新发病原, 多见于患

有皮炎肾病综合征(PDNS)和繁殖障碍症状猪群。PCV2主要侵害猪体的免疫系统, 导致免疫抑制及动物机体免疫抵抗力下降, 同时影响猪对其他疾病免疫抗体的产生和维持, 与多种疾病的继发感染相关^[3]。PCV2导致的疾病对养猪业产生严重危害^[4], PCV2诊断和预防尤为重要。免疫检测技术可以有效的检测PCV2或PCV2的有效抗原。对于免疫检测技术, 能够与病毒抗原有效结合的抗体是关键。目前, 市场上的PCV2抗体用于识别原核表达系统的, 无法有效识别天然构象PCV2 cap蛋白, 因此, 提供一种能够和PCV2或其抗原高效结合的抗体是亟待解决的问题。制备能够有效识别天然构象cap的单抗, 为病毒抗原表位分析、致病机理研究、鉴别诊断检测方法的开发奠定基础, 提供更多更有效的应用价值^[5]。

2 材料

细胞: PK-15细胞由天康生物制药有限公司传代与保存。

细胞培养液和血清: DMEM和胎牛血清购自Gibco

【基金项目】乌昌石国家自主创新示范区科技发展计划项目(项目编号: 2022LQ03022); 新疆维吾尔自治区创新环境(人才、基地)建设专项—自然科学基金项目(项目编号: 2022D01A324)。

【作者简介】潘晓梅(1979-), 女, 中国江苏南通人, 硕士, 高级实验师, 从事动物疫苗研发与分子病毒学研究。

【通讯作者】贺笋(1980-), 男, 硕士, 高级兽医师, 从事动物疫苗研发与管理。

公司。

抗体: FITC 标记的羊抗鼠 IgG 抗体, 购自 BETHYL 公司。

主要试剂与耗材: 小鼠 IgG- 免疫组化试剂盒 SABC 即用型购自博士德生物工程有限公司, DAB 显色试剂盒购自北京中杉金桥公司, BSA 购自 aMResco 公司; 石蜡、二甲苯、梯度乙醇、苏木素染液、柠檬酸、柠檬酸三钠、盐酸、酒精、3% H₂O₂ 溶液、PBS、免疫组化笔、中性树脂等为国产试剂。

3 方法

3.1 杂交瘤细胞的制备

3.1.1 小鼠免疫

利用纯化的 PCV2 病毒液为免疫原, 皮下多点注射 6~8 周龄的雌性 Balb/C 小鼠, 剂量 200 μg/ 只, 三至四次免疫: 颈背部皮下多点注射。小鼠尾静脉采血用间接 ELISA 方法测定血清抗体效价, 选择效价高的小鼠在细胞融合前 3 天, 腹腔注射 200 μg 的 PCV2 纯化病毒液加强免疫。原核表达的 PCV2-rCap 蛋白作为 ELISA 包被抗原检测免疫小鼠的血清抗体效价, 并设立未免疫的小鼠血清为阴性对照。最后以 P/N > 2.1 的最大血清稀释度为小鼠的血清效价。

3.1.2 细胞融合、杂交瘤细胞筛选与克隆

无菌采集免疫小鼠脾细胞, 与 SP2/0 细胞按一定比例进行混合, 再用 PEG4000 按常规方法进行细胞融合。分别用纯化的原核表达的 PCV2-rCap 蛋白和原核表达载体蛋白包被聚苯乙烯板, 收取融合后 10 天的细胞培养上清进行间接 ELISA 筛选阳性细胞克隆。最后选择与 PCV2 反应为阳性, 与原核表达载体蛋白反应为阴性的杂交瘤细胞孔采用有限稀释法进行亚克隆。

3.2 杂交瘤细胞制备单克隆抗体

细胞培养: 将上述稳定分泌的杂交瘤细胞系在含有 20% (体积百分含量) 胎牛血清的 DMEM 高糖培养基中继续进行培养、传代, 培养到 25 代后, 进行抗体效价检测。

单克隆抗体的纯化: 杂交瘤细胞的培养上清, 在 4℃, 12000g 条件下离心 15 分钟, 以除去细胞碎片。应用 Protein A 亲和层析法纯化单克隆抗体, AKTA 进行监测。

2.3 单克隆抗体的鉴定

2.3.1 Western-blot 鉴定单克隆抗体的反应性

蛋白在 SDS-PAGE 分离, 取一片胶片置于转膜仪上, 350mA 条件下转膜 1 小时。PVDF 膜用 5% 脱脂奶室温封闭 1 小时。PBST 洗 3 次之后, 加入单克隆抗体作为一抗, 4℃ 缓慢振荡反应过夜。PBST 洗三次之后, 用标记 HRP 的羊抗鼠 IgG 二抗室温孵育 1 小时, 最后 AEC 显色。

2.3.2 单抗与 PCV2 的间接免疫荧光试验

PK-15 细胞长至 80% 左右融合度时, 接种 PCV2 病毒液, 37℃ 孵育 1 小时, 加入 2% DMEM 继续培养, 同时设立未接毒的 PK-15 细胞为对照。37℃ 继续培养 72 小时后,

预冷 80% 丙酮室温固定细胞 10 分钟, 弃固定剂, 置室温下干燥, PBST 洗涤 3 次拍干, 感染 PCV2 及正常的 PK-15 细胞孔分别加入杂交瘤细胞培养上清, 同时设定 SP2/0 上清阴性对照, 抗 PCV2 猪血清为阳性对照。37℃ 孵育 1 小时后, PBST 洗涤 3 次拍干, 加入羊抗小鼠的 IgG-FITC, 37℃ 均孵育 2 小时后, PBST 洗涤 3 次拍干, 荧光显微镜下观察结果。

3.4 应用

3.4.1 检测猪圆环病毒 2 型抗原的免疫组化检测方法

切片进行脱蜡和水化。将染色架浸入 3% H₂O₂ 溶液 30 分钟, 以阻断内源性过氧化物酶。将玻片浸入盛有 1L 柠檬酸缓冲液的烧杯中, 放入微波炉中加热抗原热修复。用 5% BSA 溶液覆满组织, 室温作用 30 分钟, 以封闭非特异性抗原。将猪圆环病毒 2 型单克隆抗体用 1% PBA 稀释, 滴加覆盖整个组织, 避光 4℃ 孵育过夜。次日早晨去掉一抗溶液, PBS 洗 3 次, 每次 5 分钟。每张切片上滴加生物素化山羊抗小鼠 IgG 覆满组织, 室温避光孵育 30 分钟。之后滴加 SABC 覆满组织, 室温作用 2 分钟, PBS 洗 3 次, 每次 5 分钟。显色液滴加覆盖各个组织, 室温避光显色、苏木素复染, 将玻片浸入盐酸酒精分化, 后进行脱水、透明、封片、烘片、镜检。

3.4.2 检测猪圆环病毒 2 型抗原的胶体金检测方法

将抗体加入胶体金溶液中反应, 后加入 BSA, 室温反应数分钟。离心收集沉淀, 用 BSA 缓冲液重悬, 恢复至原体积再离心。将标记好的金标复合物喷洒在玻璃纤维素上, 在烘箱中烘干。将样品垫处理液涂在玻璃纤维素上, 在烘箱中烘干。将玻璃纤维素贴在 PVC 地板上, 将印模机的 T、C 线调整搭配合适的距离, 然后进行印模, 在烘箱中烘干。将吸水垫、制备好金垫、样品垫裁切至合适宽度, 与印好的 T、C 线玻璃纤维素膜贴在 PVC 地板位置。根据检测卡槽的宽度, 将组装好的大板切成切成一定宽度的检测条, 检测条压入卡壳内。使用前放置室温回温 30 分钟, 根据需要稀释样品, 滴加样品反应 20 分钟。结果观察: 若测试卡的 C 线显示试验成立, T 线显示有猪圆环病毒 2 型抗原。

4 结果

4.1 抗体鉴定结果

4.1.1 抗体效价检测

经过 2 次亚克隆和间接 ELISA 筛选, 得到 1 株针对 PCV2-rCap 蛋白的稳定分泌单克隆抗体的杂交瘤细胞株, 命名为 1A6。杂交瘤细胞生长良好、稳定传代, 培养液上清效价仍然可以达到 1:1024 以上。

4.1.2 单克隆抗体的纯化

应用 Protein A 亲和层析法纯化单克隆抗体, 杂交瘤细胞的培养上清、纯化的抗体取样进行蛋白电泳分析, 结果显示纯化抗体只有 2 条条带 50kDa 的重链、25kDa 的轻链, 纯化效果较好 (图 1)。

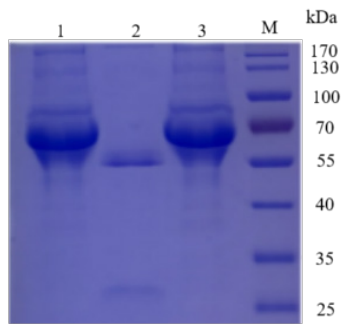


图1 抗体样品 Western-Blot 分析

1、3：杂交瘤细胞的培养上清；2：纯化的抗体；M：蛋白分子质量标准

4.1.3 单克隆抗体的鉴定

Western-Blot 分析结果发现有目的条带，表明 PCV2 单克隆抗体能够与 PCV2-rCap 蛋白发生特异性免疫反应（图2）。

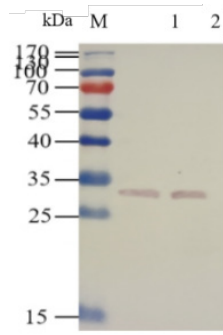


图2 PCV2 蛋白 Western-Blot 分析

M：蛋白分子质量标准；1-2：PCV2cap 单抗反应目的条带

4.1.4 间接免疫荧光检测

间接免疫荧光试验，病毒与阳性血清、PCV2 单克隆抗体发生特异性抗原抗体反应，视野下出现明显的特异性荧光，空白对照孔无荧光（图3）。

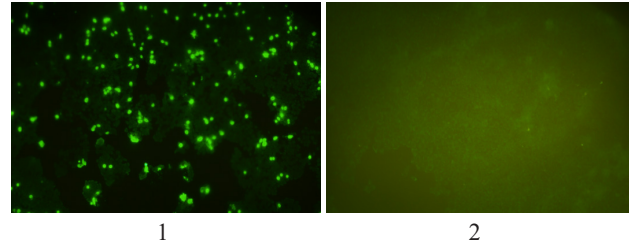


图3 间接免疫荧光试验分析

1.PCV2 单克隆抗体； 2. 阴性抗体

4.2 单克隆抗体的应用

4.2.1 免疫组化检测

试验猪剖检后取腹股沟淋巴结固定后样品进行免疫组化检测，结果显示 PCV2 单克隆抗体各浓度阳性样品猪腹股沟淋巴结 PCV2 抗原为阳性感染细胞呈棕黄色着色，1:4000 以上稀释浓度背景色深，优选 1:8000 稀释浓度作为检测浓度；阴性对照猪腹股沟淋巴结 PCV2 抗原均为阴性（图4）。

4.2.2 胶体金应用检测

用 PCV2 单克隆抗体制备的胶体金试纸条，样品进行连续稀释时，结果呈梯度下降，待检样品稀释至 1000 倍仍能被识别，T 线显示有猪圆环病毒 2 型抗原。

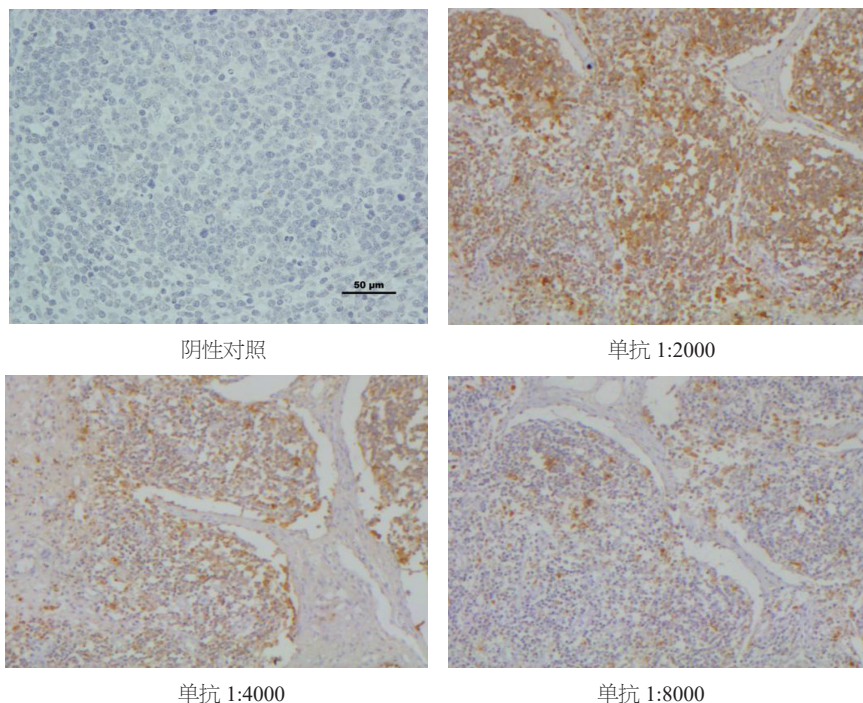


图4 免疫组化检测结果

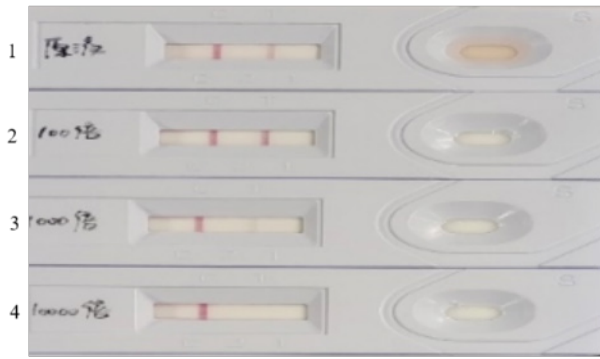


图5 胶体金检测梯度稀释样品结果

1、PCV2 病毒样品原液；2、100×病毒稀释液；3、1000×病毒稀释液；4、10000×病毒稀释液

5 小结

PCV2 感染动物后会引发免疫抑制病如猪的繁殖障碍等，还很容易发生细菌与病毒混合感染，对现在的养殖业猪群造成极大经济损失。因此，需要在疾病的预防诊断方面进行研究，从而对 PCV2 的预防与控制产品开发提供理论依据。单克隆抗体具有纯度高、特异性好、可重复性等优点^[6]，在疾病的预防诊断方面研究中，更成为不可或缺的基础工具。单克隆抗体的制备为后续的 PCV2 抗原性研究、抗体水平的检测等方面奠定了基础，为进一步解析 PCV2 提供了可靠的方法。近年来，有关 PCV2 单克隆抗体的研究逐渐增多^[7]，使用大肠杆菌表达纯化的重组 Cap 蛋白^[8]、杆状病毒表达的 Cap 蛋白等作为免疫原免疫 BALB/c 小鼠，Western-blot、间接免疫荧光试验 (IFA)、线性抗原表位鉴定等分析^[9]，成功制备出具有高纯度、强特异性、良好反应性的 PCV2 Cap 蛋白单克隆抗体。

本研究运用主要流行 PCV2 细胞毒制备了一种 PCV2 单克隆抗体，Western-blot 试验表明 PCV2 单克隆抗体能与 rCap 蛋白具有良好的反应性；制备腹水应用于 IHC 试验，结果表明它们均能够与 PCV2 临床病猪淋巴结中的病毒抗原反应。间接免疫荧光试验 (IFA) 结果表明该单克隆抗体能够与 PCV2 病毒和 PCV2-rCap 蛋白发生特异性免疫反应，以鉴定 PCV2 病毒、测定 PCV2 病毒含量；该单克隆抗体可广

泛的应用于免疫检测技术中，作为 Western-Blot、间接免疫荧光试验、免疫组化试验、胶体金检测试验中的抗体使用。因此，本研究制备的 PCV2 单克隆抗体为 PCV2 感染的临床诊断及研究 PCV2 的致病、免疫机理提供了有用的工具。

参考文献

- [1] Segales J, Kekalainen T, Cortey M. The natural history of porcine circovirus type 2: From an inoffensive virus to a devastating swine disease [J]. *Vet Microbiol*, 2013, 165:13-20.
- [2] Xiaobing Mo, Xiangdong Li, Bo Yin, Junhua Deng, Kegong Tian, Adam Yuan. Structural roles of PCV2 capsid protein N-terminus in PCV2 particle assembly and identification of PCV2 type-specific neutralizing epitope [J]. *PLoS Pathog*. 2019, 15(3): e1007562.
- [3] Yuzhong Zhao, Xinyu Cui, Haotian Sang, Shaodong Wen, Lebin Han, Pingping Yang, Yihong Xiao, Yanmeng Hou. The Prevalence and Genetic Characteristics of Porcine Circovirus Type 2 in Shandong Province, China, 2018-2020 [J]. *Curr Issues Mol Biol*. 2024, 46(12):13542-13553.
- [4] SEGAL J, ALLAN G M, DOMINGO M. Porcine Circovirus disease [J]. *Anim Health Res Rev*, 2005, 6(2): 119-142.
- [5] 马中元, 郑君佐, 梁志博, 潘丽, 曾巧英. 利用单B细胞分选技术制备猪瘟疫病毒E2蛋白单克隆抗体及其在ELISA中的应用 [J]. *畜牧兽医学报* 2024, 55(10): 4579-4589.
- [6] 宋谦. 基于单个B细胞抗体技术研制PCV2 Cap蛋白特异性单克隆抗体 [D]. 河北工程大学, 2022. DOI:10.27104/d.cnki.ghbjy.2022.000515.
- [7] Guilherme Cezar, Edison Magalhães, Kinath Rupasinghe, etc. Using diagnostic data from veterinary diagnostic laboratories to unravel macroepidemiological aspects of porcine circoviruses 2 and 3 in the United States from 2002-2023 [J]. *PLoS One*. 2024, 19(12): e0311807
- [8] 孙荣航, 容芳, 陈桂娥, 等. 猪圆环病毒2型Cap蛋白的原核表达及其单克隆抗体制备 [J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2024, (14): 61-67, 73, 126. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2023.07.0103.
- [9] 王鹏, 沈伟桢, 周斌. 猪圆环病毒2型疫苗的应用和研发进展 [J]. *畜牧与兽医*, 2024, 56(4): 139-146.

Analysis of the impact of climate change on the yield of major food crops

Wei Wang

Linyi City Lanshan District Yitang Town Agricultural Technology Center, Linyi, Shandong, 276000, China

Abstract

Climate change has emerged as one of the most pressing global challenges, with profound impacts on agricultural production. Rising temperatures, shifting precipitation patterns, and more frequent extreme weather events have significantly affected the yields of major food crops. This study examines the effects of climate change on global staple crops—wheat, corn, and rice—by analyzing how it alters crop growth cycles, environmental conditions, and water requirements. The irregular distribution of rainfall may intensify water stress in crops, while increased extreme weather events directly threaten stable crop yields.

Keywords

climate change; staple crops; wheat; maize; rice

气候变化对主要粮食作物产量影响分析

王伟

临沂市兰山区义堂镇农技中心, 中国 · 山东 临沂 276000

摘要

气候变化已成为全球面临的重大挑战之一, 尤其对农业生产造成深远影响。随着气温升高、降水模式变化以及极端天气事件的频发, 气候变化对主要粮食作物的产量产生了显著影响。本研究旨在分析气候变化对全球主要粮食作物——小麦、玉米和水稻的产量影响, 并探讨气候变化对作物生长周期、生长环境以及水分需求的改变, 以及降水的不规律分布则可能增加作物的水分胁迫, 极端天气事件的增加则直接影响了作物的稳定产量。

关键词

气候变化; 粮食作物; 小麦; 玉米; 水稻

1 引言

气候变化已成为影响全球农业生产和粮食安全的重要因素之一。随着全球气温的上升和降水模式的变化, 农业生产面临着前所未有的压力。气候变化不仅改变了农业的生产条件, 还增加了自然灾害的频率和强度, 极端天气事件的频繁发生进一步加剧了农业生产的不稳定性。对于世界主要粮食作物来说, 气候变化的影响尤为明显。例如, 小麦、玉米和水稻作为全球最重要的粮食作物, 其产量和生产区域的变化将直接影响全球粮食供应链的稳定性。温度的变化、降水的不规律分布、极端天气事件的增加以及气候模式的不断变化都对这些作物的生长周期、产量及质量产生深远影响。为了应对这一挑战, 科学界和政策制定者纷纷提出不同的应对策略。本文将详细探讨气候变化对主要粮食作物产量的影响, 并为粮食安全提供可能的应对措施。

2 气候变化对全球粮食生产的总体影响

2.1 全球气候变化的现状与趋势

近年来, 全球气候变化的趋势日益明显。气温逐年升高, 全球年均温度比工业化前水平已上升约 1.1℃。与此同时, 全球降水模式也发生了显著变化。许多地区经历了更为频繁的极端天气事件, 包括干旱、洪水、热浪等, 严重影响了农业生产。根据 IPCC (政府间气候变化专门委员会) 的报告, 未来几十年内, 全球气温预计将继续上升, 某些地区的温度升幅可能超过 2℃。此外, 极端天气事件的频率也有可能继续增加, 给农业带来更加复杂的气候风险。气候变化对农业生产的影响不仅体现在产量减少上, 还包括生长季节的缩短和生长环境的恶化, 对粮食安全构成了巨大的挑战。

2.2 气候变化对农业生产的广泛影响

气候变化对农业生产的影响是多方面的。温度的升高使得作物的生长周期缩短, 导致作物的产量潜力降低。降水的不规律性增加了农作物在生长过程中遭遇水分胁迫的风险。尤其在干旱频发的地区, 水源短缺可能导致作物产量的急剧下降。另一方面, 极端天气事件如暴雨、冰雹等, 可能

【作者简介】王伟 (1970–), 男, 中国山东临沂人, 本科, 中级农艺师, 从事农业技术推广研究。

导致农田水涝、作物倒伏等灾害,进一步影响产量。此外,气候变化还导致害虫和病害的扩散,增加了农业生产的风险和成本。作物的耐旱性和耐热性逐渐受到气候变化的挑战,导致农业生产的稳定性和可预测性显著降低。

2.3 气候变化与粮食安全的关联

气候变化直接影响粮食生产,进而影响粮食安全。气候变化导致的气温升高、降水模式变化以及极端天气事件增加,使得全球多个地区的粮食生产面临风险。在许多发展中国家,气候变化已经对粮食生产造成了不可忽视的负面影响,这些国家通常依赖单一作物,极易受到气候波动的冲击。随着全球人口的不断增长,粮食需求逐渐增加,而气候变化对粮食生产的不利影响可能导致粮食短缺的风险上升。根据联合国粮农组织的预测,如果气候变化未得到有效应对,至2050年,全球粮食生产的增长可能无法满足需求,造成粮食价格上涨,进一步加剧全球贫困和饥饿问题。因此,气候变化与粮食安全之间有着密切的联系,其潜在影响可能会对全球粮食供应链的稳定性造成严重威胁。

3 气候变化对不同粮食作物的影响

3.1 气候变化对小麦产量的影响

气候变化对小麦产量的影响主要表现在温度升高和降水量变化。研究显示,小麦的产量对气温变化尤为敏感。每升高1℃,小麦的平均产量将下降约5%。在小麦的生长季节,过高的温度可能会导致小麦灌浆期的提前,减少籽粒的形成,从而降低总产量。根据2014年联合国粮农组织的数据,全球小麦产量自20世纪80年代以来因气候变化已下降约2%-4%。另外,降水的变化也对小麦产量产生重要影响。长期干旱会影响土壤水分供给,使小麦产量下降,而过多的降水则可能引起水涝,导致小麦根系缺氧,影响其生长。气候变化使得许多小麦生产区面临更加严峻的水资源问题,从而影响其稳定产量。

3.2 气候变化对玉米产量的影响

玉米是一种热带作物,对温度变化尤其敏感。研究表明,温度的升高直接影响玉米的生长阶段,特别是对授粉期的影响最为显著。每升高1℃,玉米的授粉期产量将下降约10%。此外,玉米的需水量较大,降水量的减少使得玉米在干旱年份面临更大的水分胁迫。根据全球气候变化模型的预测,未来玉米产量可能会出现10%-20%的减少。根据美国农业部的统计数据,由于气候变化,美国玉米产量在过去30年中已下降约5%-7%。极端天气事件的频发,如热浪、暴雨等,均可能导致玉米的生长周期受到影响,进一步降低其产量和质量。

3.3 气候变化对水稻产量的影响

水稻对气候变化的反应较为复杂。温度升高和不规则的降水对水稻的影响在不同地区表现不一。研究表明,气温升高使得水稻的生长周期缩短,且影响其穗的形成与灌浆,

导致产量减少。每升高1℃,水稻产量可能下降3%-5%。此外,降水量的变化也是水稻生长中的关键因素。过多的降水可能导致水稻田的积水过多,影响根系呼吸和水稻的正常生长,而干旱则会使得水稻面临水分供应不足,影响产量。据联合国粮农组织统计,亚洲一些主要水稻生产国,如印度和中国,气候变化已导致水稻产量逐年减少,平均下降幅度约为2%-3%。同时,极端天气事件,如热浪、洪水等,也对水稻的稳定产量产生威胁。

4 气候变化对粮食作物生长周期和生长环境的影响

4.1 温度变化对作物生长周期的影响

温度的变化对作物的生长周期有着显著影响。研究表明,温度升高会导致作物的生长周期缩短,进而影响产量。对于小麦来说,温度每升高1℃,其生长周期会缩短约4-5天。对于玉米,温度升高1℃,授粉期的时间会提前3-5天,导致产量下降。在水稻的生长过程中,温度的升高会影响稻谷的灌浆期,缩短其生长时间,进而减少产量。根据联合国粮农组织的数据,全球范围内,气温升高已导致大部分作物的生长周期普遍提前3-5天。气温的升高使得许多地区的作物遭遇过早的成熟期,这不仅影响了产量,也影响了作物的质量。尤其是在热带地区,气温的持续升高可能导致作物的生长环境变得更加不利,进一步限制了作物的增产潜力。

4.2 降水量变化对作物水分需求的影响

降水量的变化对作物的水分需求产生了重大影响。在气候变化的背景下,降水模式变得更加不稳定,许多地区出现了干旱和洪涝交替发生的情况。研究表明,降水量每减少100毫米,玉米的产量会下降10%-15%。尤其是在生长季节,降水不足会导致土壤水分缺乏,严重影响作物的水分供应,导致生长受到抑制。根据全球气候模型预测,未来几十年,全球年降水量的分布将变得更加不均,某些地区可能经历40%的降水减少,这将极大增加农业生产的风险。在水稻种植区域,降水量的减少意味着灌溉水源的不足,导致作物的生长周期受到限制。相反,降水过多则可能导致土壤水分过多,影响根系的正常呼吸,造成作物缺氧,进一步影响产量。

4.3 极端天气事件对作物产量的影响

极端天气事件的频发对粮食作物的产量造成了显著威胁。根据气候变化预测,未来极端天气事件的发生频率将显著增加,导致农业生产面临更大的挑战。热浪、暴雨、干旱等极端天气事件可能导致作物生长环境的剧烈变化,从而影响产量。研究表明,热浪期间每增加2-3天高温天气,小麦和玉米的产量将分别下降7%-10%和5%-8%。此外,暴雨和洪水也会造成土壤侵蚀和水涝,影响作物的根系发展,导致产量下降。极端天气事件对作物的伤害不仅限于直接影响产量,还可能对作物的生长周期、灌浆期等造成长期不利

影响。气候变化带来的极端天气事件使得许多传统粮食生产区的农业稳定性大大降低,给全球粮食供应链带来了不小的压力。

5 应对气候变化对粮食作物影响的适应策略

5.1 农业技术创新与气候适应型作物的培育

随着气候变化对粮食生产的影响日益加剧,农业技术创新显得尤为重要。通过提升农业技术,可以有效应对气候变化带来的挑战。例如,通过基因工程和传统育种相结合的方式,培育出耐旱、耐热、抗病虫害的作物品种,以应对气候变化中的极端天气和环境变化。近年来,科学家已经成功培育出多种气候适应型作物,如抗旱小麦、耐高温玉米等。这些作物能够在不良气候条件下生长,保证产量和质量。此外,智能农业技术的应用,如精准灌溉、环境监测与预测等,也能有效提高水资源利用效率,减少对水分的依赖,从而帮助作物在干旱或水源不足的情况下生长。农业技术创新不仅是提高作物抗逆性的重要手段,也是实现可持续农业生产的关键。

5.2 调整农业生产模式与种植结构

面对气候变化带来的挑战,调整农业生产模式和种植结构至关重要。通过优化种植结构,可以使农业生产更加适应气候变化。例如,改变传统的单一作物种植模式,转向多样化种植,可以减少气候变化带来的风险。在一些气候变化较为剧烈的地区,改种适应性更强的作物,如耐旱作物和耐盐碱作物,可以有效应对水源短缺和土壤盐碱化的问题。此外,农业生产模式的调整也包括推行生态农业和有机农业,这些模式更加注重土壤的长期健康,能够提高土地的生态承载力和作物的抗逆性。通过合理规划种植季节、选择适宜的种植区域和作物,农业生产不仅能减少对气候变化的依赖,还能提高整体的生产效率和可持续性。

5.3 气候变化下的农业政策与风险管理

气候变化对粮食生产带来的不确定性要求政府和相关机构制定有效的农业政策与风险管理机制。在政策层面,应优先考虑推动农业气候适应策略的实施,如加大对气候适应

型技术研发的支持,提供农业保险和灾后援助政策,以保障农民在遭遇极端天气事件时的生计。此外,政府应鼓励地方性气候适应措施,针对不同地区的气候特点制定具体的适应策略,如在干旱地区推广滴灌和节水技术,在洪涝地区建立排水系统等。农业保险是应对气候风险的重要工具,合理的保险政策可以为农民提供经济保障,降低灾害带来的经济损失。与此同时,农民的风险意识和应对能力需要通过教育和培训不断提升,确保他们能够在气候变化影响下做出快速反应。通过综合性政策的引导和有效的风险管理,农业生产能够更好地适应气候变化,确保粮食安全。

6 结语

气候变化对全球粮食生产的影响已经成为不可忽视的现实,面对气候带来的极端天气和环境变化,粮食安全面临着前所未有的挑战。为了应对这一问题,各国需要加强农业技术创新,培育适应气候变化的作物品种,同时调整农业生产模式与种植结构,提升农业的整体适应能力。在此基础上,政府和相关机构需制定有效的政策,建立完善的农业风险管理体系,通过保险、灾后援助等手段保障农民的经济安全。未来,全球应携手合作,推动农业的可持续发展,减少气候变化对粮食生产的负面影响。通过科技创新、政策支持与实践相结合,我们有望在应对气候变化的同时,确保粮食供应的稳定与安全,为全球粮食安全奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 孙英飒,张寒.气候变化对粮食单产的影响研究——基于CO₂施肥效应的面板数据分析[J].中国农业资源与区划,
- [2] 王秋京,马国忠,翟墨,初征,曲辉辉,姜丽霞.气候变化背景下黑龙江省主要农业气象灾害时序变化特征及影响差异[A].第36届中国气象学会年会摘要集——S11农业气象与生态气象[C].中国气象学会:2025:205-213.
- [3] 张勇翔,祁应军,穆月英.气候冲击下的中国粮食产出损失研究[J].中国农业大学学报,2025,30(10):318-335.
- [4] 赵麟童.气候变化对居民食物消费的影响研究进展[J].农业展望,2025,21(04):146-152.

Strategies for cultivating green agricultural operators and practical evaluation

Renrong Yin¹ Jinquan Liang² Jiliang Chen³

1. Fengyi (Dongguan) Information Technology Co., Ltd., Dongguan, Guangdong, 523000, China

2. Dongguan Gangye Agricultural Technology Co., Ltd., Dongguan, Guangdong, 523000, China

3. Dongguan Timely Rain Agricultural Development Co., Ltd., Dongguan, Guangdong, 523000, China

Abstract

With the increasing awareness of environmental protection and the demand for sustainable agricultural development, green agriculture has gradually become the mainstream direction for the development of modern agriculture. Green agricultural operators play an important role in promoting the green transformation of agriculture, improving the quality of agricultural products, and enhancing market competitiveness. This paper starts with strategies for cultivating green agricultural operators, analyzing the current practices in policy support, technological innovation, and market expansion in green agriculture development, and provides an in-depth discussion of their management models and operational strategies. Through case studies of typical green agricultural operators, the paper evaluates the effectiveness and challenges they face in practice.

Keywords

Green Agriculture; Agricultural Operators; Policy Support; Technological Innovation; Market Expansion

绿色农业经营主体的培育策略与实践评估

尹任荣¹ 梁金全² 陈集良³

1. 丰溢（东莞）信息科技有限公司，中国·广东 东莞 523000

2. 东莞市港野农业科技有限公司，中国·广东 东莞 523000

3. 东莞市及时雨农业发展有限公司，中国·广东 东莞 523000

摘要

随着环境保护意识的提高和农业可持续发展的需求，绿色农业逐渐成为现代农业发展的主流方向。绿色农业经营主体在推动农业绿色转型、提升农产品质量和增强市场竞争力方面发挥着重要作用。本文从绿色农业经营主体的培育策略入手，分析了当前绿色农业发展的政策支持、技术创新及市场拓展等方面的实践，并对其管理模式和运营策略进行了深入探讨。通过对典型绿色农业经营主体的案例分析，评估了其在实践中的成效与挑战。

关键词

绿色农业；经营主体；政策支持；技术创新；市场拓展

1 引言

绿色农业作为可持续发展的重要组成部分，近年来在全球范围内得到广泛关注。其核心理念是通过采取生态友好的农业生产方式，减少对环境的负面影响，同时提高农产品的质量与安全性。在中国，绿色农业的发展逐渐成为推动农业现代化的重要任务之一。绿色农业经营主体作为实施绿色农业理念的关键力量，不仅需要具备创新的经营模式，还应

有强大的管理能力与技术支撑。尽管在政策支持和市场需求的推动下，绿色农业经营主体得到了快速发展，但在实践中仍面临着技术难题、资金短缺以及管理能力不足等诸多挑战。因此，本文将探讨绿色农业经营主体的培育策略，结合国内外的实践经验，分析其运营模式，并提出进一步推动其可持续发展的具体建议。

2 绿色农业经营主体的发展现状

2.1 绿色农业的定义与内涵

绿色农业是指通过生态友好、资源节约的方式，促进农业生产与环境的和谐发展。它强调采用环保的耕作技术与管理方法，减少农业生产过程中化学投入，控制污染物的排放，从而实现农业生产与自然生态的可持续性。绿色农业不

【作者简介】尹任荣（1977-），男，中国广东东莞人，乡村工匠农产品加工高级工程师、乡村工匠数字经理管理高级工程师、计算机工程工程师，从事实用性智慧农产品加工设备及系统研究。

仅关注农作物的产量，更注重生产过程中资源的高效利用与环境的保护。其核心理念是通过提高农业生产的环保标准，满足现代社会对农产品绿色、安全的需求，推动农业生产方式的根本性转变，最终实现农业的可持续发展。

2.2 绿色农业经营主体的类型与特点

绿色农业经营主体通常分为三类：农民合作社、农业企业以及家庭农场。农民合作社以集体化的方式组织农民，发挥集体力量促进绿色农业生产。农业企业则通过市场化运作进行规模化生产，采用先进的绿色生产技术，并通过品牌化经营提升市场竞争力。家庭农场则以个人或家庭为单位，从事小规模绿色农业生产，具有灵活性和较强的市场适应性。绿色农业经营主体的共同特点是以环境友好型生产方式为核心，追求农业可持续发展。它们注重技术创新与资源的高效利用，具备较强的市场导向，能根据市场需求调整生产策略，推动绿色农业的普及与发展。

3 绿色农业经营主体培育的策略

3.1 政策引导与资金支持的作用

政策引导和资金支持在绿色农业经营主体的培育中起着至关重要的作用。政府通过提供政策性金融贷款、财政补贴等方式，有效缓解了绿色农业经营主体面临的资金压力。根据统计，2023年全国绿色农业产业投资已超过100亿元，其中大部分资金用于绿色技术研发、生态农业项目建设和绿色品牌推广。通过政策性资金支持，农业经营主体能够在生产过程中引进先进技术，优化生产方式，减少环境污染。此外，政府还通过政策引导促使企业和农民合作，推动绿色农业科技的广泛应用。资金的引导与政策的推动不仅为绿色农业经营主体提供了发展资金，还推动了绿色农业技术的创新与产业化进程，从而为绿色农业的可持续发展奠定了基础。

3.2 创新经营模式与技术推广

创新经营模式是绿色农业经营主体成功的关键。在传统的农业生产方式中，生产主体往往依赖化学肥料和农药，造成环境污染。然而，随着绿色农业理念的普及，越来越多的经营主体采用新的经营模式，如“农企合作”“互联网+农业”等，借助先进技术和互联网平台提高生产效率和市场竞争力。数据显示，采用创新经营模式的农业企业年均增长率达15%以上，比传统农业模式提高了5至8个百分点。在技术推广方面，绿色农业经营主体通过引进水肥一体化、智能化农业设备等先进技术，实现了精准施肥、节水灌溉等操作，提高了资源利用率并减少了环境负担。通过技术创新与经营模式的结合，绿色农业经营主体能够实现效益与环境的双赢，推动绿色农业的全面发展。

3.3 绿色农业品牌建设与市场拓展

绿色农业品牌建设对于经营主体的长远发展至关重要。随着消费者对健康、安全食品需求的增加，绿色农产品在市场上的竞争力日益增强。品牌建设不仅能够帮助绿色农业经营主体树立市场形象，还能提升产品的附加值。数据显示，

绿色农产品的市场价格通常比普通农产品高出20%-30%。通过绿色认证、产品包装和品牌故事的打造，经营主体能够在市场中脱颖而出，赢得消费者的青睐。与此同时，绿色农业经营主体还应注重市场拓展，借助电商平台、线上销售渠道等方式，打破传统销售渠道的局限，拓宽市场覆盖面。企业通过品牌建设与市场拓展相结合，能够快速提升市场份额，进一步推动绿色农业的发展，表1为某地市绿色农业经营主体培育策略中的政策引导与资金支持情况的数据内容。

表1 某地市绿色农业经营主体培育策略中的政策引导与资金支持情况

年份	政策性补贴总额 (亿元)	绿色农业经营主体 数量(户)	引入社会资本资金 (亿元)	技术推广 广培训 次数	新增绿色认证经营主体 比例(%)
2021	2.5	1200	0.8	45	12
2022	3.1	1450	1.2	60	15.5
2023	3.8	1720	1.6	75	18.2
2024	4.4	2000	2.1	88	21
2025	5	2300	2.7	100	24.3

4 绿色农业经营主体的管理与运营模式

4.1 合作社与农民合作机制

合作社模式是绿色农业经营主体中常见的管理与运营模式。通过农民合作社，农民可以共享资源，降低生产成本，提高生产效率，同时获得更多的市场话语权。合作社内成员共同决定生产经营方案，统一采购、生产、销售，减少市场风险并增强竞争力。合作社还能够统一进行绿色认证，为成员产品提供品牌背书，提高市场认可度。随着国家对农村合作经济组织政策的支持，合作社在推动绿色农业发展方面发挥了重要作用。数据显示，在某些地区，农民合作社带动了近60%的农户实现绿色生产，合作社成员的收入比非合作社成员高出30%以上。合作社通过集体的力量推动绿色农业发展，不仅提升了农民的经济收益，还有效保障了农业生产的可持续性。

4.2 企业化管理与资本运作

企业化管理为绿色农业经营主体提供了更高效的运营模式。通过引入现代化的企业管理制度，绿色农业经营主体能够在生产、加工、销售等各个环节实现规范化、标准化，提升了管理效率和市场竞争力。资本运作则为绿色农业提供了充足的资金支持。绿色农业企业通过资本运作，可以引入社会资金，扩大生产规模，并进行绿色技术的研发与创新。数据显示，部分绿色农业企业通过资本市场融资后，生产能力提升了40%以上，市场占有率也获得了显著提高。企业化管理还能够通过引进先进的生产技术和管理工具，提升生产效率和绿色技术的应用，推动绿色农业经营主体的长远发展。

4.3 农业信息化与智能化发展

随着科技的发展，农业信息化和智能化成为推动绿色

农业经营主体发展的重要驱动力。信息化建设通过大数据、云计算等技术,帮助农业经营主体实时掌握市场动态、生产情况和供应链管理,提升决策效率和精确度。智能化农业通过无人机、传感器等设备,实现精准施肥、自动灌溉和病虫害监测等功能,减少了资源浪费和环境污染。数据显示,应用智能化技术的农业企业,产量提高了25%,而资源利用率提高了30%。农业信息化和智能化的发展,不仅提升了生产效率,还大大降低了对环境的负面影响,推动绿色农业的可持续发展。

5 绿色农业经营主体的实践评估

5.1 实践评估的指标体系与方法

绿色农业经营主体的实践评估需要通过一套科学的指标体系进行量化分析。常用的评估指标包括环境影响、生产效益、资源利用率、技术创新和市场竞争力等。环境影响指标主要考察农药、化肥使用量的减少情况及土壤和水源的保护情况。生产效益评估则包括产值、收入增长及劳动生产率等经济指标。资源利用率则关注水、肥料、土地的利用效率。在评估方法上,通常采用对比分析法,通过对绿色农业经营主体与传统农业经营主体在同一时期内的绩效对比,得出实践成效。数据显示,采用绿色农业模式的主体在节水节肥方面的效果显著,节水率提高了30%,肥料使用量减少了25%。通过这种综合评估,能够更好地理解绿色农业经营主体的运营效果,并为其进一步优化管理提供依据。

5.2 典型绿色农业经营主体分析

通过对典型绿色农业经营主体的案例分析,能够为行业提供可借鉴的经验。在某些地区,绿色农业经营主体通过农民合作社的方式,实现了集约化、规模化生产。在这些主体中,绿色技术的应用得到了充分推广,农药和化肥的使用量大幅减少,水资源和土地的利用效率显著提高。例如,某绿色农业企业采用智能化管理系统,使得每亩地的肥料使用量减少了15%,水资源的利用效率提高了20%。此外,绿色农业企业还通过品牌建设和市场拓展,成功进入了国际市场,带动了当地绿色农产品的出口。分析表明,这些经营主体通过政策引导、资金支持和技术创新,实现了经济效益和环境效益的双赢,展示了绿色农业发展的可行性和潜力。

5.3 评估结果与发展瓶颈分析

尽管绿色农业经营主体取得了一定的成效,但仍面临着一些发展瓶颈。首先,技术创新和绿色生产技术的普及速度较慢,部分农业经营主体对先进绿色技术的认知和应用不足。数据显示,尽管50%的农业经营主体已经开始尝试绿

色生产方式,但其中只有不到30%的主体在技术上达到了较高的应用水平。其次,资金问题依然是制约绿色农业发展的瓶颈。虽然政府和社会资金的支持有所增加,但绿色农业企业普遍存在资金投入不足的问题,导致在技术研发、市场拓展等方面的投入不够。此外,绿色农业的市场认知度较低,部分消费者对绿色农产品的认可度不高,限制了市场需求的扩大。针对这些瓶颈,政府应进一步加大政策支持,鼓励更多的资金投入绿色农业的研发与生产,同时加强消费者的绿色消费教育,提升绿色农产品的市场接受度,详见表2。

表2 某地市绿色农业经营主体的评估情况构建评估分析

年份	农药使用 量减少率 (%)	化肥使用 量减少率 (%)	资源利用 率提升率 (%)	绿色认证 主体数 (户)	市场增长 率(%)
2021	18	22	25	150	12
2022	24	28	30	210	17
2023	30	35	38	300	23
2024	36	41	44	380	29
2025	42	48	51	460	34

6 结语

绿色农业经营主体的培育与发展,是实现农业可持续发展、推动环境保护与经济增长协调发展的重要举措。通过对绿色农业经营主体的管理模式、运营策略以及实践评估的深入分析,可以看出,政策引导、资金支持、技术创新和市场拓展等方面都对其发展起到了关键性作用。尽管绿色农业已取得一定成效,但仍面临技术普及速度、资金投入不足以及市场认知度等方面的挑战。因此,未来应进一步加大政策扶持力度,优化资本运作和技术推广模式,提升消费者对绿色产品的认知与需求。同时,绿色农业经营主体应继续加强自身管理与运营模式创新,推动绿色农业向更高质量、更广泛的市场发展。只有通过多方协作与持续努力,绿色农业才能在未来发挥更大的潜力,成为推动农业转型升级的重要力量。

参考文献

- [1] 钱堃,魏海刚.济南科学施肥增效引领农业绿色转型[N].济南日报,2025-08-29(006).
- [2] 韩晓丽.新型经营主体参与农业全面绿色转型发展的动力机制及优化路径研究[J].黑龙江粮食,2025,(07):9-11.
- [3] 本刊编辑部.以绿色转型赋能新型农业经营主体提质增效[J].中国农民合作社,2025,(06):1.
- [4] 梁巧,马康伟.新型农业经营主体带动小农户绿色转型:路径、挑战与对策[J].中国农民合作社,2025,(06):7-10.

Discussion on the innovation of family farm management mode in rural revitalization

Jianping Chen¹ Haozhang Chen¹ Jiawei Li²

1 Dongguan Qianyi Computer Technology Co., Ltd., Dongguan, Guangdong, 523000, China

2. Dalang Lake Light Family Farm, Dongguan, Guangdong, 523000, China

Abstract

The Rural Revitalization Strategy is a key policy for the development of agriculture and rural areas in China in the new era. As an important part of this strategy, family farms have become a critical force in driving rural economic growth and improving the living standards of farmers. This paper, using a case study from a specific region, explores the innovative paths for the operation models of family farms under the context of rural revitalization. Through research and analysis, the family farms in the region face challenges such as limited land resources, lack of funds, and low technological levels. Innovating operational models is the key to overcoming these barriers. The paper suggests that promoting the transformation and upgrading of family farm operation models through the application of agricultural technology, digital transformation, green development models, and the integration of local 特色产业, could be a successful strategy.

Keywords

Rural Revitalization; Family Farms; Operation Model; Innovation Path; Case Study

乡村振兴背景下家庭农场经营模式创新探讨

陈建平¹ 陈浩章¹ 李嘉威²

1. 东莞市千溢计算机科技有限公司, 中国·广东 东莞 523000

2. 东莞市大朗湖光家庭农场, 中国·广东 东莞 523000

摘要

乡村振兴战略是新时代中国农业农村发展的重要方针,而家庭农场作为其中的重要组成部分,成为推动乡村经济发展、改善农民生活水平的关键力量。本文以某地市为例,探讨了在乡村振兴背景下家庭农场经营模式的创新路径。通过调研分析,该地区家庭农场面临土地资源有限、资金短缺、技术水平较低等瓶颈问题,创新经营模式是其突破发展的关键。文章提出了通过农业科技应用、数字化转型、绿色发展模式和地方特色产业的融合创新,推动家庭农场经营模式转型升级。

关键词

乡村振兴; 家庭农场; 经营模式; 创新路径; 案例分析

1 引言

随着我国经济社会的持续发展,乡村振兴战略作为国家发展大局的重要组成部分,正逐步走向实施阶段。家庭农场作为新时代农村经济发展的一种新型组织形式,扮演着推动农业现代化、促进农村经济繁荣的重要角色。然而,尽管家庭农场具有灵活性、规模适中优势,但在实际发展过程中也暴露出许多问题,如经营模式单一、资金和技术缺乏、市场竞争力不足等。尤其是在乡村振兴战略的推动下,如何转型创新成为家庭农场面临的重大课题。本文将以此地市为例,分析该地区家庭农场的现状及其经营模式创新的必要性,探讨如何通过科技引领、绿色发展、特色产业等途径推

动家庭农场的可持续发展,并提出相应的政策建议和发展路径,为地方乡村振兴贡献力量。

2 乡村振兴战略与家庭农场的结合分析

2.1 乡村振兴战略的背景与目标

乡村振兴战略是习近平总书记提出的重要战略方针,旨在全面推动乡村的经济发展、社会进步、文化繁荣与生态保护。该战略的核心目标是通过改善乡村基础设施、促进农业现代化、提高农民收入水平等措施,实现城乡协调发展,最终实现共同富裕。乡村振兴战略具体包括五个方面:产业振兴、人才振兴、文化振兴、生态振兴和组织振兴。在这一战略框架下,家庭农场作为农村经济的重要组成部分,发挥着关键作用。乡村振兴战略的推进,要求家庭农场不仅承担粮食生产任务,还要转型为多功能的经济主体,推动农业绿色发展,提升农产品附加值,并改善农村的就业和收入水平。

【作者简介】陈建平(1979-),女,中国广东东莞人,本科,工程师,从事智慧农业与休闲农业研究。

2.2 家庭农场在乡村振兴中的作用与地位

家庭农场作为农村经济发展的新型组织形式，具有灵活性强、投入低、风险可控等特点，在乡村振兴中扮演着不可或缺的角色。其作用主要体现在推动农业现代化、提高农业生产效益、促进农民收入增长等方面。家庭农场不仅是农业生产的主力军，还能带动农村劳动力转移，推动农村人口向城市转移后留下的空闲土地资源得到合理利用。通过家庭农场的经营模式，农村经济可以实现规模化与多元化发展，尤其是在农产品深加工、特色产业以及生态农业等领域，家庭农场能够发挥更大潜力。在乡村振兴的背景下，家庭农场也成为创新农业经营模式、提升农业质量和效率的重要载体。

3 某地市家庭农场的现状与发展瓶颈

3.1 某地市家庭农场的基本情况

某地市的家庭农场近年来得到了快速发展，当前全市共有家庭农场约 5000 个，分布在不同县区。该地区的家庭农场主要从事粮食种植、蔬菜生产以及生态养殖等产业，种植面积已达到 10 万亩，其中粮食种植面积占 70%。然而，家庭农场的经营模式仍然偏向传统模式，生产技术较为落后，农业生产的机械化、信息化程度较低。根据调查数据，约有 60% 的家庭农场仍依赖人工劳动力进行日常管理和生产操作，只有 40% 的家庭农场引入了现代化设备与智能化技术。尽管如此，家庭农场在促进当地农民增收、提高农业产值方面发挥了积极作用，年均产值约为 5 亿元。

3.2 家庭农场面临的主要问题与挑战

某地市家庭农场在快速发展的同时，也面临一系列问题和挑战。首先，家庭农场的资金短缺问题较为突出。由于缺乏有效的融资渠道，大部分家庭农场的资金来源依赖于农户自筹或地方政府的小额贷款，这限制了其扩展和升级的能力。其次，家庭农场的技术水平普遍较低，尤其是在精细化管理和现代农业技术的应用上存在较大差距。数据显示，约有 80% 的家庭农场未能采用智能化、数字化设备，依然采用传统的种植技术和管理模式。再次，市场竞争激烈，家庭农场面临的市场渠道不稳定，产品同质化严重，难以突破市场瓶颈。

3.3 土地资源、资金与政策支持的现状分析

某地市的土地资源分配上存在一定问题。尽管该地区的家庭农场享有土地流转政策支持，但土地流转的规模较小，许多家庭农场仍依赖自有土地进行生产，导致土地利用效率较低。此外，资金支持方面，虽然政府出台了一些扶持政策，如农场贷款和补贴政策，但由于农场规模较小，贷款额度有限，且贷款审批流程繁琐，使得许多农场无法获得足够的资金来进行扩展和技术升级。政策支持虽有，但在实际操作中仍显不足，缺乏针对性和灵活性，特别是在农村金融服务和农业保险方面，相关政策的覆盖面和执行力度仍待加

强，表 1 为该市地家庭农场现状与发展存在问题的内容分析。

表 1 某地市地家庭农场现状与发展存在问题的汇总表

项目	家庭农场总数	土地流转面积	机械化程度	年产值	农场问题
2018 年	1500	4 万亩	50%	3 亿元	资金短缺，技术落后
2019 年	1800	5 万亩	55%	3.5 亿元	销售渠道有限
2020 年	2200	6 万亩	60%	4 亿元	土地资源不足
2021 年	2500	7 万亩	65%	4.5 亿元	农业信息化程度低
2022 年	3000	10 万亩	70%	5.5 亿元	市场竞争激烈

4 家庭农场经营模式的创新路径

4.1 从传统经营向现代农业经营模式转型

传统的家庭农场经营模式通常依赖人工劳动力和传统耕作方式，缺乏规模化和集约化经营。随着现代农业技术的不断发展，家庭农场面临着从传统经营模式向现代农业经营模式转型的迫切需求。这一转型不仅要求农业生产在技术上实现突破，更需要在经营理念上进行深刻变化。现代农业经营模式注重资源的优化配置，强调技术创新和市场导向，推动家庭农场通过规模化、机械化、信息化的手段提高生产效率和产品质量。通过土地流转和集约化经营方式，家庭农场能够更好地实现规模效益，提高土地利用率，增强市场竞争力。在政策和资金的支持下，家庭农场向现代化农业模式转型，将为乡村振兴战略提供强大的支撑。

4.2 农业科技与数字化应用在家庭农场中的应用

农业科技和数字化应用是推动家庭农场现代化的重要途径。通过引入精准农业技术，家庭农场可以实现对土地、气候、作物生长等多个因素的精准监控与管理，从而优化生产决策，提高资源利用效率。数字化技术的应用，如大数据、物联网、无人机监测、智能化灌溉系统等，能够为农场提供实时的生产数据，帮助农户精准掌握作物生长情况和土壤环境，为农业生产提供科学依据。此外，智能化设备的引入还能够减少人工成本，提升生产效益，增强农场对气候变化、病虫害等突发因素的应对能力。农业科技和数字化技术的应用为家庭农场提供了转型升级的有力支撑，提升了家庭农场的综合竞争力。

4.3 家庭农场与地方特色产业的融合创新

家庭农场的创新发展不能单纯依靠传统农业模式，而是要结合地方特色产业，探索创新发展路径。地方特色产业，如特产农产品、生态农业、文化旅游等，能够为家庭农场提供差异化竞争优势。通过将地方特色产业与家庭农场相结合，农场能够提升其产品附加值，拓展产品种类和市场空间。例如，某些地区通过将传统农业与生态旅游结合，推出农业体验游、农产品直销等多元化经营模式，既增加了农场的收入来源，也提升了当地的知名度和吸引力。家庭农场还可以通过地方特色农产品的深加工，提高农产品的附加值，从而

形成具有地方特色的农业品牌，推动农场和地方经济的协同发展。家庭农场与地方特色产业的融合，不仅促进了农场的可持续发展，还助力了乡村振兴战略的实现。

5 家庭农场经营模式创新的实践与案例分析

5.1 某地市成功的家庭农场经营模式案例

某地市的家庭农场通过转型升级，成功走上了现代农业的发展道路。在过去五年中，家庭农场的总数由 1500 个增加至 3000 个，增加幅度达到 100%。这些农场在规模化、集约化经营的基础上，采取了智能化灌溉、精准施肥等现代农业技术，提高了土地的使用效率。农场的总面积由 6 万亩扩展至 10 万亩，产值也从每年 3 亿元增长至 5.5 亿元，增长幅度超过 80%。其中，农业机械化程度的提高占据了重要地位，目前约有 70% 的农场已实现了机械化种植和收割，劳动生产率提升了 40% 以上。通过优化产业结构，这些农场开始涉足有机农业和生态农业，推动了农产品附加值的提升。农场的特色产品如有机蔬菜和水果，每年向外销售超过 50 万斤，带动了当地 3000 多户农民增收。成功的模式使得该地市成为全省农业发展的示范区，也为其他地区提供了宝贵经验。

5.2 合作社与农户的联合经营模式探索

在某地市，合作社与农户联合经营的模式取得了显著成效，极大地推动了家庭农场的可持续发展。该市的合作社数量从 100 个增至 200 个，联合农户的数量也随之增长至 5000 户。通过这种模式，农户能够共享合作社的资源和技术支持。合作社不仅提供优质种子、农资和技术培训，还帮助农户解决销售渠道问题，使得农户能够获得更好的价格和稳定的市场。在联合经营模式下，农户的土地利用效率提高了 30%，并且每亩地的年收入平均增长了 20%。例如，某合作社通过引进优质稻种和智能化灌溉设备，成功将稻米的单产提高了 15%。这种合作模式让农户获得了更稳定的收入，也增强了其对市场的适应能力。合作社还为农户提供了统一的品牌营销渠道，每年帮助农户销售农产品的总额达到 3000 万元，促进了地方农业的集体化和市场化发展，具体内容见表 2。

5.3 绿色农业与可持续发展模式的创新实践

某地市的绿色农业发展模式获得了显著成效，推动了家庭农场向可持续发展转型。该市的绿色农业示范农场数量从 200 个增至 350 个，覆盖了约 5 万亩的土地面积。农场通过有机农业技术、循环农业模式以及减少化肥和农药的使用，成功实现了生态效益和经济效益的双赢。具体而言，农

场在过去三年中减少化肥和农药的使用量约为 30%，同时通过种植多样化作物和生物防治手段，减少了环境污染。在这些绿色农场中，约 80% 的农场已经使用了有机肥料和天然防治技术，产品种类也更加丰富，除了传统的农作物外，还增加了草莓、有机蔬菜等高附加值农产品，年产值增长了 25%。农场不仅实现了高品质农产品的生产，还通过绿色认证，提升了农产品的市场竞争力。绿色农业的实践使得该地区的家庭农场走上了更加环保、可持续的发展道路，同时也为农业生态环境保护作出了积极贡献。

表 2 某地家庭农场经营模式创新的调研分析

项目	家庭农场总数	农场总面积	年产值	农业机械化程度	农户数量
家庭农场总数	3000	10 万亩	5.5 亿元	70%	5000 户
土地流转面积	-	10 万亩	5.5 亿元	70%	5000 户
农业机械化程度	-	-	-	70%	-
年产值增长	-	-	80% 增长	-	-
农户收入增长	-	-	-	-	20% 增长

6 结语

通过对某地市家庭农场经营模式创新的分析，可以看出，现代化、智能化和绿色发展的转型路径对家庭农场的提升至关重要。家庭农场在规模化、机械化、信息化等方面的创新，不仅显著提高了农业生产效率，还增强了农户的收入水平和市场竞争力。特别是在合作社与农户联合经营、绿色农业和可持续发展方面的探索，为乡村振兴战略的实施提供了宝贵的经验。然而，尽管取得了一定成效，家庭农场仍面临资金、技术、土地资源等方面的挑战。未来，政策的进一步支持、农业科技的持续创新以及产业融合将为家庭农场的发展提供 stronger 的动力。在全社会共同努力下，家庭农场将为推动农村经济发展、实现乡村振兴目标作出更大贡献。

参考文献

[1] 云南地方猪家庭农场品牌、自媒体与效益提升[J].猪业科学,2025,42(10):13.

[2] 袁振兴.适配家庭农场的猪种改良简易实施策略[J].猪业科学,2025,42(10):104-105.

[3] 张建杰,李长春.家庭农场绿色生产转型效应及实现机制——基于多案例的扎根理论分析[J].农林经济管理学报,

[4] 任梦.北大荒集团八五一〇农场规模家庭农场：现代农业规模化经营的实践与创新[J].农场经济管理,2025,(10):16-17.

Effects of different nitrogen fertilizer operation modes on winter wheat yield and nitrogen fertilizer utilization efficiency

Junfeng Zhao

People's Government of Liutun Town Puyang County Henan Province, Puyang, Henan, 457100, China

Abstract

Nitrogen is a critical nutrient for winter wheat growth and yield formation. Scientific nitrogen application is crucial for improving fertilizer efficiency and ensuring stable and increased production. Current practices still face challenges such as single application methods, irrational timing of nitrogen supply, and high loss rates, leading to low nitrogen uptake efficiency and increased environmental burden. This study compared the traditional basal application model with a phased nitrogen supply approach combining basal application and top-dressing during the green-up and heading stages. The analysis revealed that phased nitrogen supply aligns nitrogen supply with crop demand, improves population structure and photosynthetic performance, promotes the formation of spike number, grain number, and thousand-grain weight, enhances yield and nitrogen productivity, increases nitrogen utilization efficiency by 10%–23%, and reduces nitrogen loss risks. This demonstrates comprehensive benefits of “stable yield, improved efficiency, and emission reduction,” making it valuable for establishing a green and efficient winter wheat production system.

Keywords

winter wheat; nitrogen fertilizer management; yield formation; nitrogen fertilizer utilization efficiency; stage-wise nitrogen application

不同氮肥运筹模式对冬小麦产量及氮肥利用效率的影响

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

氮素是冬小麦生长与产量形成的关键养分, 科学施氮对提高肥料利用效率和保障稳产增产具有重要意义。目前生产中仍存在施氮方式单一、供应时序不合理及损失率高等问题, 导致吸氮效率偏低并加重环境负担。本研究对比了基施为主的传统施肥模式与基施、返青期及孕穗期追施相结合的分期供氮模式, 分析其对群体生长、产量构成与氮肥利用效率的影响。结果表明, 分期供氮能使氮素供应与作物需求相匹配, 改善群体结构与光合表现, 促进穗数、粒数和千粒重形成, 提高产量与氮肥偏生产力, 同时可提高氮肥利用率10%~23%, 并降低氮素损失风险, 体现“稳产、提效、减排”综合效益, 对构建冬小麦绿色高效生产体系具有推广价值。

关键词

冬小麦; 氮肥运筹; 产量形成; 氮肥利用效率; 分期施氮

1 引言

冬小麦是中国主要口粮作物, 氮素是影响其生长发育和产量形成的关键营养元素, 但常规施氮方式存在效率低、损失大等问题。长期依赖单次基施或基施与拔节期一次追肥的模式, 导致氮素供应在时间上与作物实际需求不同步: 苗期供氮偏多、返青至孕穗阶段供氮不足, 既造成氮素挥发、淋洗等损失增加, 也影响光合产物积累和灌浆过程, 最终制约产量与品质。为解决这一矛盾, 提出基施、返青期和孕穗期分期供氮的运筹策略, 使氮素供应与需求相匹配, 能够改

善群体结构、延缓叶片衰老、提升籽粒灌浆效率, 从而提高产量和氮肥利用效率。但当前针对不同施氮模式下群体生长动态、氮素吸收分配和利用机制等方面的研究仍不够系统, 对其经济与生态效益的综合评价亦有待完善。因此, 比较不同氮肥运筹模式对冬小麦生长发育和氮素利用效率的影响, 对于构建绿色高效种植体系具有重要意义。

2 氮肥运筹模式对冬小麦群体生长的影响

2.1 分蘖动态变化特征

氮素供应直接影响冬小麦分蘖成穗率。在基施为主的施肥模式下, 前期氮素供应充足, 早期分蘖数量增加, 但成穗率偏低; 而分期供氮模式通过返青期追施促进有效分蘖保留, 使群体结构更协调, 穗数保持稳定。田间测定结果显示,

【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。

分期施氮处理分蘖死亡率较传统处理降低 7% ~ 14%。

2.2 叶面积指数与光合效能

叶片是光合产物的主要来源,氮素水平直接影响叶绿素合成与叶片生理功能。分期供氮模式通过在孕穗期补充氮素,有助于维持旗叶叶绿素含量和酶活性,使冬小麦在灌浆关键时期保持较高的光合速率和叶面积指数。测定结果显示,与传统施肥处理相比,分期施氮处理的 SPAD 值和净光合速率在孕穗期后分别提高 12% ~ 19%,表明其能够延缓叶片衰老过程,提高同化物供应能力。这种光合效能优势使灌浆期碳水化合物积累更充分,有助于提升籽粒充实程度和千粒重,最终促进产量形成。

2.3 根系活力提升

根系活力是作物吸收水分与养分效率的重要表征,其对氮素供应节律较为敏感。分期施氮模式能够在植株生长后期持续提供氮源,促进根系向深层土壤延伸,提高根际吸附能力。根系脱氢酶活性测定结果表明,分期供氮处理根系代谢水平高于传统处理,说明其根系生理活性更强。同时,分期供氮提高了根冠比,使植株具备更稳固的水肥供应结构和较好的抗逆能力。根系活力的增强不仅提升了氮素吸收与利用效率,也为植株上部生长和籽粒灌浆提供了稳固支撑,是实现稳产与高效施氮的重要生理基础 [1]。

3 氮肥运筹模式对产量形成的影响

3.1 穗数与粒数构成

冬小麦产量形成依赖于群体结构和个体发育的协调,而穗数和每穗粒数是决定产量水平的关键构成因素。氮素供应状况直接影响分蘖发生、有效穗形成及花器分化质量。传统施肥模式由于氮肥集中在基施阶段,前期氮素供应充足但后期不足,易造成早期分蘖数量偏多而成穗率降低,导致群体结构不稳定。分期供氮模式能够在返青阶段为有效分蘖提供适宜氮源支持,减少无效分蘖消耗;在孕穗期追施可促进小花分化及粒位形成,使单穗粒数提高。田间实测数据显示,采用基施 50% + 返青期 25% + 孕穗期 25% 的分期施氮处理,有效穗数较传统施肥提高 5% ~ 11%,每穗粒数提高 3% ~ 8%。这表明分期施氮更有利于确保穗数与粒数之间的动态平衡,使群体结构更加合理稳定,从而为产量形成提供稳固基础。通过供氮节律匹配作物生理节律,可实现群体与个体协同增效,显著提升产量形成潜力。

3.2 千粒重及籽粒灌浆过程

千粒重是冬小麦产量差异的重要体现指标,其大小取决于籽粒灌浆速率和灌浆持续时间。灌浆过程需要持续的光合产物供应,而功能叶衰老的快慢直接影响籽粒灌浆效率。分期施氮模式中,孕穗期追施能够维持叶片较高的叶绿素含量与光合能力,延缓“早衰”现象,使光合产物向籽粒运输更加稳定。研究表明,分期施氮可提高旗叶净光合速率 8% ~ 15%,延长灌浆持续期 3 ~ 6 天,使谷粒充实程度

明显增强。试验数据显示,采用分期供氮处理的千粒重较传统施肥提高 1.8 ~ 3.6 克,增幅明显。这一结果说明,分期供氮不仅改善了养分供应节律,也优化了碳水化合物分配格局,使籽粒灌浆阶段能够获得更多碳源输入,从而形成更加饱满的籽粒 [2]。

3.3 产量差异统计分析

田间多点试验统计分析表明,分期供氮处理冬小麦产量比传统施肥提高 8% ~ 18%,且产量变化稳定、年际差异小,说明其不仅在高产条件下有效,在不同生态年景中亦具适应性。从氮肥偏生产力和产量贡献分解来看,分期施氮在提高单位氮肥产出效率方面表现突出,使单位氮肥带来的产量增益显著提升。此外,分期供氮能够改善群体光合效率和源库关系,使产量构成更加均衡,避免“穗数虽多但灌浆不足”或“粒重虽大但穗数偏少”等现象。统计结果进一步验证,科学施氮模式对冬小麦稳产增产具有直接贡献,其增产机理来自于生育进程中氮素供应与生理需求的精准匹配。因此,分期施氮可作为冬小麦高产与氮肥高效协调管理的关键技术模式进行推广。

4 氮肥运筹模式对氮素吸收与利用效率的影响

4.1 氮素吸收量与积累规律

冬小麦在不同生育时期对氮素的吸收量存在明显差异,通常表现为苗期需求较低、返青—拔节期快速上升、孕穗—灌浆期达到吸收高峰,而在成熟期吸氮速率下降。传统以基施为主的施肥模式多导致苗期土壤无机氮含量过高,而后期供氮不足,作物需要依靠根系再吸收能力或动员营养器官储氮以满足籽粒形成的需求,从而影响籽粒灌浆质量和最终产量。分期施氮模式通过返青期追施促进群体结构稳定,孕穗期追施延缓叶片衰老,使氮素吸收峰值与籽粒形成高峰期更为同步,有利于提高光合产物向籽粒的分配效率。田间氮素积累动态监测表明,分期施氮处理在拔节至灌浆期的氮素积累量明显高于传统模式,且籽粒吸氮量占植株总氮的比例更高。这说明合理运筹氮肥不仅改善了氮素吸收过程的时相分布,还通过调控氮素供应节律实现了作物养分需求与供给的精准匹配。

4.2 氮素分配比例

分期供氮模式能够促进氮素由茎叶等营养器官向穗部、籽粒进行有效转运,从而提高籽粒蛋白含量和产量构成要素。研究表明,孕穗期追施氮肥能够延缓功能叶衰老,保持较高叶绿素含量与光合效率,促进更多光合产物及氮素向籽粒运输,使籽粒灌浆速度加快、灌浆时间延长,进而提高千粒重。此外,在分期施氮模式下,籽粒氮含量上升,籽粒蛋白质积累增加,有利于提升粮食品质。生理特征测定结果也显示,该模式中植株后期根系活性与茎秆储备动员能力较强,表明氮素在体内的再转运效率提高。因此,分期供氮不仅提高了氮素吸收总量,更通过优化体内氮素分配,使氮素

更有效地参与产量和品质的形成,体现出较高的群体代谢协调性和营养利用效率[3]。

4.3 氮肥利用效率评价

传统施肥模式因供氮集中、释放不均、吸收匹配性差,导致氮素损失显著,如挥发、淋洗与反硝化带来的氮素排放,不仅增加肥料浪费,也加剧环境负担。分期施氮模式则通过调控氮素释放节律,使施入氮素转化为植株可吸收形态的比例提高,从而减少损失。长期监测数据显示,与传统施肥相比,分期施氮可使氮肥利用率提高10%~23%,氮肥偏生产力提高8%~18%,氮收获指数显著改善,说明单位氮肥投入在产量形成中的贡献更高。同时,分期施氮降低了农田氮素过剩风险,有助于减少 N_2O 排放和地下水硝态氮累积,实现农业生产“增产提效、减肥减排”的双重目标。因此,分期施氮模式在保障产量的同时提高了资源利用效率,具有明显的可持续性优势[4]。

5 提高氮肥利用效率的运筹策略

5.1 优化施肥时序与比例

实践表明,小麦越冬前根系生长缓慢,对氮素需求相对较低,而返青至孕穗期则是营养生长与生殖生长并进、对氮需求最为旺盛的阶段。因此,通过将总施氮量按生育进程分配为基施、返青期追施和孕穗期追施,可构建“前促、中稳、后补”的梯度供氮结构,使氮素供应与作物吸收节律相匹配。基施主要改善土壤肥力基础,促进苗期生长;返青期追施可保证有效分蘖的形成,增强群体合理结构;孕穗期追施则有助于延缓旗叶衰老、提高光合效率,促进籽粒灌浆与干物质积累,从而提升千粒重和最终产量。在实际生产中,建议保持基施氮在总施氮量的50%左右,返青与孕穗期分别占25%左右,并结合天气状况、土壤墒情和生长势进行动态微调,以实现稳产与提效兼顾的施氮管理模式。

5.2 结合土壤监测开展精准施氮

在实际管理过程中,可将土壤有效氮含量测试、叶面SPAD值测定、氮素营养指数(NNI)诊断等方法结合使用,对作物氮素状态进行实时监测,从而实现施氮量与施氮时期的科学调控。SPAD测定可快速反映叶绿素水平,NNI可量化植株氮营养相对充足程度,而土壤快速检测技术则能够为返青与孕穗期追肥提供依据。通过土壤与植株双向监测,可在氮素供给不足时及时补施,在土壤氮供应充足或生育后期不再需要额外氮素时减少施用量,从而避免氮肥浪费和损失。该策略不仅提高氮素利用效率,还可减少氮素流失造成

的地下水硝酸盐累积、空气氨挥发及温室气体排放,兼具农业效益与生态效益。构建“监测—诊断—调控”一体化精准施氮体系,是未来小麦氮肥管理的发展趋势[5]。

5.3 推广节肥增效与减排技术

在保障产量前提下实现氮肥减量增效,需要从氮素形态调控、释放节律调控和微生物生态调控多方面入手。缓释氮肥通过调整氮素溶出速度,使氮素在整个生育期呈持续供应状态,可显著降低施氮峰值造成的损失风险;脲酶抑制剂和硝化抑制剂可有效延缓尿素水解与硝化进程,减少氨挥发与硝酸盐淋洗,提升氮素利用效率;生物有机肥和微生物菌剂可改善土壤微生态环境,增强根际固氮和氮素转化能力,使土壤氮素循环更加平衡。此外,秸秆还田、覆盖作物栽培、保护性耕作等耕作制度优化措施,也能够提升土壤有机质含量与保氮能力,从系统层面降低氮素损耗。通过多措施协同,可实现减肥不减产、增效并减排的目标。构建“化肥—有机肥—生物肥”协同施用模式,是未来冬小麦绿色生产体系的重要方向。

6 结语

不同氮肥运筹模式对冬小麦群体生长、产量形成与氮素利用效率具有显著影响。研究表明,将基施与返青期及孕穗期追施相结合的分期供氮模式,可更有效地协调氮素时序供应与作物吸收需求,促进群体结构优化、光合能力提升与籽粒灌浆完善,显著提高产量与肥料利用效率。该模式符合绿色、高效、可持续农业发展方向,具有较强的推广应用价值。未来研究还需进一步结合区域土壤差异、品种特性与气候环境,形成更加精细化、区域化与智能化的施氮技术体系,为粮食安全与农业生态保护提供支持。

参考文献

- [1] 张志文.氮肥运筹和种植密度对匀播冬小麦生长及氮素利用率的影响[D].塔里木大学,2024.
- [2] 张永强,齐晓晓,张璐,等.氮肥运筹对滴灌冬小麦叶片光合特性及产量的影响[J].作物杂志,2020,(01):141-145.
- [3] 周海燕,吴德敏,李彦,等.秸秆还田条件下不同氮肥运筹对冬小麦产量、农艺性状及氮素利用效率的影响[J].山东农业科学,2011,(05):55-59.
- [4] 宋一凡.不同施氮量下增施有机肥对砂姜黑土土壤团聚体性能及冬小麦产量形成的影响[D].河南农业大学,2024.
- [5] 马迎辉,王玲敏,黄玉芳,等.氮肥运筹对冬小麦干物质累积、产量及氮素吸收利用的影响[J].华北农学报,2013,28(01):187-192.

The shortcomings of agricultural economic management in rural revitalization and suggestions for improvement

Zhengyang Yuan Jianjun Zhang

Alxa Left Banner Comprehensive Administrative Law Enforcement Brigade for Agriculture and Animal Husbandry, Alxa Left Banner, Inner Mongolia, 750306, China

Abstract

The implementation of the Rural Revitalization Strategy has created new opportunities for China's agricultural development. However, practical challenges persist in its execution. Through literature review and field research, this paper systematically analyzes key shortcomings in agricultural economic management under the rural revitalization framework, including weak policy enforcement, severe talent drain in rural areas, and limited adoption of agricultural technological innovations. To address these issues, the study proposes concrete recommendations: strengthening top-level policy design and optimizing implementation mechanisms; establishing talent cultivation and incentive systems to prevent brain drain; promoting modern agricultural technologies to enhance production efficiency. This research aims to provide theoretical foundations and practical guidance for improving agricultural economic management, thereby advancing comprehensive rural revitalization.

Keywords

rural revitalization; agricultural economic management; policy implementation

乡村振兴背景下农业经济管理存在的不足及完善建议

袁正阳 张建军

阿拉善左旗农牧业综合行政执法大队，中国·内蒙古 阿拉善左旗 750306

摘 要

当前乡村振兴战略的实施为我国农业经济的发展带来了新的机遇。然而，在具体实践中仍面临一些问题和挑战。本文通过文献回顾和实地调研，系统分析了在乡村振兴背景下农业经济管理中存在的主要不足，如农业政策执行力不足、农村人才流失严重、农业科技创新和应用不普及等。针对这些问题，本文提出了若干完善建议：加强农业政策的顶层设计，优化政策执行机制；建立健全农村人才培养和激励机制，防止人才流失；推广现代农业技术，提升农业生产效率。本研究旨在为农业经济管理的改进提供理论依据和实践指导，以促进乡村全面振兴。

关键词

乡村振兴；农业经济管理；政策执行

1 引言

乡村振兴战略成为国家的一项重要政策，目的是借助全方位提高农村经济、社会和文化等各个方面的发展水平，加快农村的现代化进程。虽然我国早已采用了多项措施来加强农业政策的执行力，并尝试借助各种激励措施留住农村人才，但这些努力的成效并未彻底像期望的那样。

2 背景与挑战

2.1 乡村振兴战略概述

乡村振兴战略成为中国新时代背景下的重要国家发展战略，为我国政府为了解决城乡发展不平衡、农村发展滞后

等问题而实施的一项系统性政策。其中心目标取决达成农业农村现代化，推动农村经济社会全面发展。该战略不仅包含了经济提高、生态修复、文化复兴，亦重视民生改善与治理变革，目的是处理三农问题，详细反映在产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕等五个方面。在产业方面，乡村振兴战略着重促进现代农业发展，改进农村产业结构，提高农业整体生产能力和效益。通过利用指导资源来优化各种配置，并且提高农产品的附加价值，让农村产业能够在市场竞争中获得更强大的优势和竞争力。从生态保护的角度来看，相关战略特别重视环境守护和可持续发展的目标，通过加强农村生态环境的治理措施，来实现人类与自然和谐相处的美好愿景。文化传承和创新同样是战略中非常重要的一部分，利用振兴优秀传统文化的元素，丰富农村的文化活动形式，增强乡村内部发展的持久动力。乡村振兴

【作者简介】袁正阳（1990-），男，中国内蒙古阿拉善左旗人，本科，经济师，从事农业经济研究。

的成功还需要依靠农村基础设施的建设和公共服务供给的不断提升,尤其是在交通、教育、医疗这些关键领域的逐步完善。这样的努力大幅提高了农村居民的生活质量和水平,提供了更加广泛的就业和发展机会的空间,同时吸引了更多范围的人才和资源向乡村聚集发展。这份战略文件清楚地说明了政府在治理能力方面的提升方法,依靠新的制度设计和具体的政策支持措施,逐步改善乡村自我管理的水平,激发广大农民积极参与乡村建设的热情和动力。乡村振兴的规划和推进体现出对农业和农村现代化建设的深远需求,同时承担起促进城市和乡村融合发展、实现大家共同富裕的重要目标和任务。

2.2 当前农业经济管理面临的主要问题

如今农业经济管理乡村振兴背景面临很多不同方面的困难。农业政策执行力度不够,这是一个很突出的问题。一些地方政策制定时没有考虑实际情况,出现了背离现实的情况,所以执行起来效率很低,效果也不好。很多基层干部没有深入理解政策内容,资源分配又不公平,很难完成政策设定的预期目标。农村人才流失问题非常严重,给农业经济发展带来了长期的危害。大量年轻劳动力都跑到城市寻找机会,造成农村劳动力分布不平衡,农业专业技术人员特别少。农业科技创新和应用还没有形成完整的系统,科技成果转化效率不高,限制了农业生产效率的提升空间。对市场变化的调整能力不够及现代经营理念推广程度较差,导致农业经济在遭遇繁杂经济环境时相对薄弱。

3 政策执行中的不足

3.1 农业政策执行力分析

农业政策的执行力是为确保乡村振兴战略顺畅推动的重要环节。当前农业政策的执行过程中有诸多问题,干扰了政策效果的充分展现。政策执行主体间配合不够限制了政策执行效率。一些地区有中央与地方政府之间政策信息传达不顺的现象,地方政府在领会和施行顶层政策时或许发生偏差,引发政策目标很难达成。政策执行过程中缺少弹性。部分基层单位在政策落地时采用一刀切的方式,忽略地方实际情况,带来资源利用率低效乃至耗费,干扰了政策效益的最佳化。政策监督机制的薄弱也减弱了执行效果。一些地区在政策实施过程中存有监察不充分的现象,引发部分政策不能彻底贯彻或发生误差。某些关乎农业补贴的政策在实施时而且存在资金扣留、分发不均的情况,这不但侵害了农户利益,而且减弱了政策的公信力。在此背景下,提高农业政策执行力须从改进政策设计、增强实施配合和加大监督治理等多个方面起步。

3.2 应对政策执行困难的案例审视

政策实施起来非常困难,农业经济管理方面表现为很多复杂的情况,包括政策目标和实际效果之间的明显差距,还有基层执行能力不够等问题。研究具体案例有助于深入明

白这些难题。某些地方,农业补贴政策推广时,因为宣传工作没做好,导致很多农民无法获知相关信息,结果错过了申请补贴的机会。有些地方推行农业扶持政策时,资金分配和审批流程不够规范完善,资源没能送到真正急需帮助的农户手中。这些问题导致政策效果无法完全发挥出来。有一些案例显示,农业供给侧结构性改革的过程存在不少问题,原因是政策跟地方发展需求没有很好地结合在一起,部分地方急于推出特色产业,完全不考虑市场对产品的需求变化,结果造成了资源浪费和经济损失。部分地区还出现了政策执行中卡壳的情况,基层政府传递或执行上级政策的时候,出现了延迟或者理解偏差,影响了政策实际落实的范围和效果。通过系统研究这些典型案例,发现政策执行困难的主要原因在于顶层设计与基层落实协调不足,同时基层管理者的专业能力也跟不上要求。面向这一问题,推动政策执行机制的改进,强化监管和问责体系建设,开展精准化培训和政策宣传,会是克服政策执行困难的关键路径。

4 人才与技术的流失与革新

4.1 农村人才流失的现状与影响

农村人才流失问题在乡村振兴背景下越发明显。众多农村劳动力及专业人才的流失首要起因于城镇化进程加速、农村发展资源匮乏以及城乡之间教育、医疗等公共服务体系的差异。这一现象引发行村地区劳动力结构出现转变,年轻劳动力众多流失,而老龄化问题慢慢恶化,更为限制了农村经济的可持续发展。职业技能型人才的短缺不但妨碍了农业生产效率的提高,而且减弱了基层针对尖端科技与当代化农业生产方式的吸收能力,构成了低下技能—低下效益的负面轮回。农村劳动力流失的问题很严重,同时由于农村经济发展的水平不高,环境的吸引力也比较弱,很多高学历、高技能的人才都选择留在城市或者大区域的中心地带,不愿意回到农村去工作。这样的情况造成农村在发展现代化农业经营方式、推广精准农业技术和管理水平提升这些方面,严重缺乏专业人才的帮助和支持。在管理乡村事务的过程中,因为农村缺少人才,地方政策的执行和各项工作的组织协调能力变得很差,不利于基层实现有效的管理,也不利于推动经济的转型和发展。农村人才流失的情况持续时间长,影响范围又特别广,这个问题不仅仅关系到农业生产效率和农村的整体发展,还对整个社会的融合以及城市和农村协调发展的目标产生深远的影响。为了解决这个难题,需要从制度和社会环境两方面入手,深入分析各种不同角度的解决办法和具体体系结构。

4.2 农业科技创新的障碍与机遇

现今乡村振兴战略背景下,农业科技的创新与应用显得格外关键。农业科技的推广和发展依然遭遇众多障碍。农业科技在农村推广过程中缺少稳固的资金支持。不少地区的科技研发投入不够,引发技术创新停顿或前进迟缓。农业科

技与生产实际的结合不足密切。尽管部分技术拥有创新性,然而不能高效符合农业生产的需求。技术推广具有瓶颈问题。因为农村地区教育水平比较偏低,再加上部分农民关于现代科技接纳度受限,创新技术的应用普及遭到限制。科技人才的流失以及分布不均衡确实限制了创新能力的发挥,一些经济落后的地区很难吸引到高端技术人才,直接造成科研成果转变成实际应用的能力不足。尽管面对各种复杂的困难,农业科技的创新仍然蕴藏着许多发展的可能性。国家出台的政策支持让科技进步拥有了很好的外部环境,鼓励各地积极建设区域性的农业科技创新平台和示范基地。信息技术的大范围普及,也让智慧农业的发展具备了有利的条件,大数据、物联网和人工智能技术的广泛使用显著提升了农业生产的效率。社会资本的投入给农业科技带来了更多间接的帮助,有力推动了科学研究和技术应用的快速发展。借助政策支持、技术融合和人才推动,农业科技融合发展的趋势逐渐呈现,为达成乡村振兴带来了强大动力。

5 改善策略与实施方案

5.1 中央与地方政策协调机制优化

乡村振兴这个大环境下,调整好中央和地方政策的配合方式,是解决农业经济管理难题的重要方法。农业政策推行的时候,经常会发现中央的政策和地方的实际情况不太匹配,结果就造成政策推行受阻,或者效果不太好。为了让中央和地方的政策能够顺畅对接,建立一个科学又完整的政策协调和体系显得特别重要。完善中央和地方政策的配合方式,需要特别关注顶层规划和基层实际情况的紧密结合。应该通过深入调研和细致研究政策制定的过程,充分了解地方农业发展的真实需求,确保政策制定的准确性和实用价值。只有这样,才能更好地推动农业经济的发展,解决实际存在的问题。构建纵向沟通机制,提升中央与地方之间的政策信息共享与反馈能力,以改善政策执行的准确性和有效性。要促进多部门协同合作,塑造政策执行的合力。创建专门的政策协调机构,担负整合不同领域的政策资源,规避政策执行过程中的重复建设与资源浪费。借助按时的政策绩效审查与修正,迅速察觉问题并完善措施,使政策执行效果能够不断改进,从而高效助力乡村振兴战略下农业经济的稳健发展。

5.2 农村人才培养与激励政策

改进后的文字会清楚讲述乡村人才的培训和奖励怎样帮助农业经济管理实现新的突破和提升,分析乡村人才大量离开的原因,还有基层农业经济为什么没有足够的技术支持,突出这些问题给农业现代化带来的阻碍。接下来会具体

讲解决这些问题的思路,搭建完善的人才培训框架,加大乡村教育资源的资金投入,推动职业院校开设与农业有关的技术培训科目。还会谈到设计针对个人的奖励措施,吸引外出打工的人和技术专家回乡开创事业或者参与工作。针对不同地区和人才需求的实际情况,设立特定的资金支持方案,提供税收减免和贷款帮助,减轻开创事业和生产经营的经济困难。

5.3 推动农业科技的广泛应用

推动农业科技的广泛应用对于提升农业生产效率和促进乡村振兴至关重要。应加强对现代农业技术的推广力度,明确技术应用的标准化规范,扩大新型技术在农业生产中的适用范围。通过建立技术服务平台,提供精准化指导,确保技术的无障碍普及。加大政策扶持力度,为技术研发与应用提供保障。强化农业技术培训体系,培养技术应用型人才,从根本上解决技术使用能力不足的问题,以科技驱动引领农业产业转型升级,实现农业经济的高质量发展。

6 结语

乡村振兴是一个重要的大环境,农业经济管理的现状已经进行了详细的分析,政策实施、人才留住以及科技使用等多个方面存在的重要问题都被一一找了出来,针对发现的这些具体难题,提出了清楚的解决方法,具体包括增强政策设计的合理程度、改善执行机制的科学水平、增加人才培养和激励措施的效果,同时扩大现代农业技术的应用范围,如果这些解决方法能够真正落实到位,就能大幅提高农业生产的效率和管理能力,最终帮助乡村实现整体发展的目标,尽管提出了不少有用的建议,但在实际操作过程中,可能会碰到执行力度不够大、资源分配不公平、技术推广受到阻碍等实际困难。为了确保字数一致,再补充一些说明,强调解决这些问题对乡村发展的重要意义。未来的研究可以针对这些实际挑战进行深入探讨,并试图找到具体的解决方案。此外,进一步的研究还应关注农业经济管理与农村社会文化环境之间的相互作用,以确保提出的政策和措施能够根植于乡村的实际土壤之中,从而促进经济与社会协调发展。

参考文献

- [1] 杨佳佳.乡村振兴背景下农业经济管理思考[J].商业文化,2021,(13):52-53.
- [2] 安易坤韩林.乡村振兴背景下农业经济管理研究[J].农村经济与科技,2021,32(16):97-99.
- [3] 刘云玲.乡村振兴下农业经济管理相关建议[J].国际公关,2021,(20):127-128.

Research on key points of soil fertility improvement technology for organic vegetable cultivation

Juan Zhang

Wuzhong Agricultural Industrialization Service Center, Wuzhong, Ningxia, 751100, China

Abstract

Soil serves as the essential material foundation for organic vegetable cultivation. The effective application of soil fertility enhancement techniques creates optimal conditions for organic vegetable growth, production yield improvement, and quality enhancement. Farmers must prioritize these practices. By implementing technologies such as organic material application, crop rotation and mulching techniques, and microbial inoculation-assisted fertilization, we can better maintain soil fertility, provide an ideal growing environment for organic vegetables, meet market demands, and improve cultivation efficiency. These measures not only support rural revitalization but also contribute to agricultural economic development.

Keywords

organic vegetables; soil fertilization technology; application points; production yield

有机蔬菜栽培土壤的培肥技术要点研究

张娟

吴忠市农业产业化服务中心, 中国 · 宁夏 吴忠 751100

摘 要

土壤是有机蔬菜生长的重要物质基础。土壤培肥技术的有效应用可以为有机蔬菜的茁壮成长及生产产量和生产质量的提升奠定良好的客观环境, 助力有机蔬菜成长, 种植人员必须引起关注和重视。通过有机物料使用技术、轮作与覆盖培肥技术、生物菌剂辅助培肥技术等相应技术的有效应用来更好地保障栽培土壤的肥力, 为有机蔬菜的生长提供良好的生存环境, 进而更好地满足市场需求同时提高有机蔬菜的种植效益, 为实现乡村振兴、助力农业经济发展保驾护航。

关键词

有机蔬菜; 土壤培肥技术; 应用要点; 生产产量

1 引言

近几年来, 随着健康消费理念的普及和农业高质量发展战略的推进, 有机蔬菜的市场需求持续上升, 已经成为了农业增效、农民增收的重要发力点。而土壤作为有机蔬菜生长的重要物质载体, 其肥力水平将会直接影响有机蔬菜的生产产量和生产质量。想要确保有机蔬菜的产量和质量能够满足市场需求, 就必须使用科学高效的土壤培肥技术, 提高蔬菜产量、品质、抗逆能力和种植效益。通过有机物料科学使用、轮作与覆盖培肥、生物菌剂辅助培肥, 助力有机蔬菜产业提质增效, 为乡村振兴和农业绿色转型提供技术支撑。

2 有机物料科学使用技术

有机物料的搭配方式及施用方式对于土壤培肥效果会起到至关重要的影响。为此必须科学使用有机物料预处理技

术, 明确有机物料使用规范。

2.1 有机物料预处理技术

有机物料中畜禽粪便是较为常用的类目, 需要先对畜禽的粪便进行高温腐熟处理, 目的在于灭杀其中的病原菌、虫卵和杂草种子, 避免在施加以后出现烧根问题。一般情况下在腐熟处理中多采用条垛式腐熟法, 可以将粪便与秸秆以 3:1 的体积比混合, 需注意秸秆应提前粉碎, 保障其与粪便的接触面积。在此之后调节混合物的碳氮比, 保障其比值在 25:1~30:1 之间, 并控制含水量在 55%~65% 之间。在堆腐的过程中需控制堆高, 一般条垛的高和宽可分别控制在 1.2~1.5m 和 2~3m, 具体可根据场地做出灵活调整。在堆肥结束以后可通过覆盖塑料薄膜的方式保温保湿, 使其温度达到 55~65℃并维持 5~7 天, 然后进行翻堆补充氧气, 在间隔 10~15 天以后进行二次翻堆。腐熟周期大概在一个月左右, 腐熟后可通过颜色、异味、有机质含量、体积缩小比例来进行判断。

此外, 在秸秆等富含纤维的有机物料预处理中可通过

【作者简介】张娟 (1986-), 女, 中国宁夏人, 硕士, 农艺师, 从事农业研究。

粉碎保障其与土壤的接触面积，同时可通过氨化处理，喷洒 5%~10% 的氨水，在密封 7~10 天以后提升氮含量，然后添加有机腐熟剂，堆置 5~10 天再还田，这也可以避免秸秆直

接施用争夺土壤氮元素的问题，不同有机物料的预处理方式存在鲜明差异，需要根据施加对象做出针对性调整，如表 1 所示。

表 1 主要有机物料特性及适宜对象

机物料类型	预处理方式	有机质含量 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	全钾 (%)	适宜施用对象
腐熟鸡粪	高温堆腐 30 天	45-55	2.0-2.5	1.5-2.0	1.0-1.5	果菜类、叶菜类
腐熟牛粪	高温堆腐 45 天	40-50	1.0-1.5	0.8-1.2	1.5-2.0	根茎类、叶菜类
玉米秸秆	粉碎 + 腐熟剂处理	70-80	0.5-0.8	0.2-0.3	1.5-2.5	各类蔬菜

2.2 有机物料施用规范

有机物料施用过程中需从基肥、追肥、有机物料搭配三个维度来展开分析。在基肥使用时应一次性施入，保障土壤的基础养分能够满足有机蔬菜的生长需求，而且施用时机、方法和用量需严加把控。一般情况下露地蔬菜可在地块定植前的半个月至 20 天左右施入基肥，设施蔬菜则需要在扣棚前 7~10 天施入基肥。施用过程中可借助深耕机翻耕 20~30cm，确保基肥能够跟土壤有效混合，避免出现分层等相应问题，其用量需根据有机蔬菜的类型精准把控。

在追肥的过程中需根据蔬菜类型及蔬菜所处的生育期来动态调整。一般情况下，有机蔬菜种植中追肥可优先选择腐熟畜禽粪便浸出液、饼肥水、绿肥浸出液等相应的有机肥料，根据作物生长情况将肥料稀释 5~10 倍后均匀冲施。若采用穴施的方法，则需要在行间挖 5~10cm 深的土穴，施入腐熟肥饼后覆土浇水，避免养分挥发。而在施用周期控制上，叶菜类生长期相对较短，可追 1~2 次肥料。果菜类生长周期较长需追 3~4 次肥料，在苗期、花期、坐果期、盛果期展开追肥作业。

在有机物料搭配上需遵循两大核心原则，分别是碳氮比协调原则和养分互补原则。即若使用高碳物料，如秸秆、锯末，这时则需要通过高氮物料的搭配使用，确保土壤碳氮比始终处于 25:1~30:1 之间。同时，在施加肥料的过程中需通过组合施用保障养分提升的全面性。例如，牛粪钾含量较高，鸡粪氮含量较高，饼肥含磷量较高，可按 2:1:0.5 的比例混合施加，满足蔬菜综合生长需求。

3 轮作与覆盖培肥技术

轮作与覆盖也是有机蔬菜培肥的常用手段，可通过种植结构调整、土壤环境优化，保障养分平衡。

3.1 轮作培肥技术

在轮作培肥的过程中应坚持养分互补、病虫害规避的原则，根据不同有机蔬菜的科属特性具体问题具体分析做出科学搭配，以此来确保土壤养分能够得到高效利用，同时这也可以更好的保证生态系统稳定性。一般情况下，需从豆科作物与非豆科作物、深根作物与浅根作物、需肥量大与需肥量小作物轮作三个方面来展开分析。

在豆科作物与非豆科作物轮作分析的过程中可借助紫云英等相应豆科作物的固氮特性，保障土壤中氮元素的储

备，为后续非豆科作物的生长提供养分基础。在深根作物与浅根作物轮作的过程中可先选择萝卜、番茄等相应深根作物吸收深层养分，然后种植白菜、生菜等相应浅根作物，均衡消耗深层与浅层土壤的养分，为不同层土壤的养分恢复提供保障。在需肥量大与需肥量小的作物轮作中可一年两茬种植紫云英和小白菜，借助紫云英完成固氮培肥，为小白菜的生长提供氮元素。也可引入两年三茬的模式，例如第 1 年种植番茄，第 2 年则可种植紫云英和萝卜^[1]。番茄需肥量大，而紫云英则可补充氮素，萝卜可消耗深层磷钾，为养分循环提供助力。在轮作技术应用的过程中，需遵循规范的周期要求，保障培肥效果。一般情况下，在轮作周期上，同类蔬菜轮作周期不得超过两年。设施蔬菜的种植频率高，连作风险高，因此需每 2~3 年插入一茬绿肥，通过绿肥翻压保障土壤中有机质含量和养分含量达标。若该地块根结线虫高发，这时则可将轮作周期延长至 4~5 年，插入葱蒜类作物，利用其自身特性来抑制线虫繁育。在轮作间隙，可通过培肥措施，施加腐熟堆肥、复合菌剂，在翻耕后覆盖秸秆，补充营养元素，改善土壤结构。

3.2 覆盖培肥技术

在覆盖培肥技术应用过程中首先需要考量的是覆盖材料的选择问题，一般情况下应引入本地区较为常见的覆盖材料，例如秸秆、稻草、麦糠、锯末等，也可引入有机认证黑色地膜^[2]。在材料选择以后需要做好材料处理，例如做好材料的粉碎、晾晒处理。再例如，若引入锯末需考量其碳氮比偏高的问题，通过腐熟处理降低碳氮比。不同蔬菜的轮作模式、覆盖材料、和轮作周期也是存在较大差异的，如表 2 所示。

表 2 有机蔬菜轮作及覆盖材料分析

轮作模式	覆盖材料	轮作周期
胡萝卜→紫云英→番茄	锯末 + 堆肥	3 年
黄瓜→大蒜→生菜	麦糠	2 年
番茄→萝卜→豌豆	玉米秸秆	2 年
紫云英→小白菜	稻草	1 年
白菜→油菜（绿肥）→萝卜	腐熟堆肥	1 年

在覆盖技术应用中需根据蔬菜种植需求和不同蔬菜不同生长阶段的需求具体问题具体分析。例如，露地蔬菜可以在播种后或定植后覆盖。前者需要控制覆盖厚度，保证其数值在 5~8 cm，出苗以后及时扒口，避免压苗；若选择定植

后覆盖,则需要将覆盖厚度控制在6~10cm,距离根茎基部5cm,避免导致根茎腐烂。若蔬菜为设施种植,则可通过生长季覆盖或休闲期覆盖保障覆盖效果。一般情况下,番茄、黄瓜等相应作物可在生长期覆盖。而休闲期覆盖多是在冬季扣棚前进行,可有效提升土壤有机质含量,抑制杂草生长。具体需要根据轮作模式,科学选择覆盖材料、轮作周期^[3]。

4 生物菌剂辅助培肥技术

生物菌剂辅助培肥技术,是通过有益微生物的应用来改善土壤微生物群落结构,促进有机物料分解转化,进而有效提升养分利用率,遏制病原菌繁殖,也是有机蔬菜土壤培肥中的常用手段。在生物菌剂辅助培肥技术应用的过程中需要明确常用的生物菌剂类型、特性及生物菌剂使用技术^[4]。

4.1 常用生物菌剂类型及特性

一般情况下,生物菌剂可根据其作用机制划分为四大类别,分别是固氮菌剂、解磷解钾菌剂、复合菌剂和腐殖化菌剂。固氮菌剂可借助根瘤菌、固氮螺菌等相应微生物固定氮元素,更适用于豆科蔬菜及叶菜类种植,能够满足蔬菜的生长需求,降低氮肥的投入。解磷解钾菌剂主要是借助芽孢杆菌、假单胞菌等相应的微生物,利用这些微生物的代谢作用去除土壤中难溶性磷钾,将其转换为蔬菜可以有效吸收的养分,多应用于根茎类蔬菜种植和果菜类蔬菜种植。复合菌剂具有抗病和养分转换功能,较具代表性的主要包含复合生物菌剂、EM菌剂等,能够满足不同土壤和不同蔬菜的生长需求,是应用范围相对较广的一类菌剂。腐殖化菌剂是能产生腐殖酸的菌类,能够分解有机物料形成腐殖质,为改善土壤结构、提高土壤保水保墒能力提供助力,多应用于沙质土壤或有机质含量偏低的土壤。

在菌剂选择的过程中需具体问题具体分析,根据地方实际情况、种植的作物特点来对菌剂作出适当调整^[5]。同时还需要注意的是在菌剂选择的过程中还应当考量土壤是否会影响菌剂作用的有效发挥,例如在酸性土壤培肥中就可以引入耐酸菌剂。在菌剂施加前还需关注其是否处于保质期内,避免使用失活产品。

4.2 生物菌剂施用技术

生物菌剂在施用的过程中需保障微生物活性与作用效率。例如白菜、萝卜等相应叶菜类、根茎类蔬菜可通过播种前菌剂拌种的方式促进种子萌发,提高出苗率和幼苗的抗逆

性。再例如番茄、黄瓜等相应果菜类蔬菜则可通过灌根的方式,在定植7~10天以后展开,促进根系发育,遏制病原菌滋生。同时,生物菌剂还可以和有机物料混合使用,可按0.1%~0.2%的比例,将生物菌剂加入到腐熟堆肥或秸秆中,搅拌均匀后使用,提高培肥效率和质量,提升果实品质。在菌剂用量上需配套相应措施,保障菌剂的应用效果,这也需要根据蔬菜类型做出适当调整和优化^[6]。

5 结语

有机蔬菜栽培土壤的培肥过程中单一技术应用往往无法满足有机蔬菜生产的实际需求,可通过有机物料调控、种植制度优化与生物菌群协同的系统工程建设来提高培肥效果。通过有机物料科学使用为土壤提供基础养分,通过轮作与覆盖培肥保证养分循环和生态平衡,借助生物菌剂辅助培肥激活土壤微生态活力。在协同作用下提升土壤肥力、改善土壤质量,为有机蔬菜的高产增收提供坚实基础。而这些培肥技术的应用不仅可以提高种植主体的经济效益,也符合农业可持续发展理念。秸秆还田、绿肥种植可以有效减少废气污染物的产生。生物菌剂替代化学肥料可以降低环境负荷,进而实现土壤、蔬菜、生态的良性循环。在乡村振兴与食品安全战略深入推进的社会背景下,合理应用有机蔬菜土壤培肥技术,推动有机农业产业的升级转型是十分重要的,未来还需根据不同地区的土壤特性、有机蔬菜的种植需求对培肥方案作出进一步调整,推动培肥技术精准化、智能化发展,突出有机农业的生态效益和经济效益。

参考文献

- [1] 覃晓宇. 土壤培肥技术要点分析 [J]. 中国果业信息, 2025, 42 (09): 115-117.
- [2] 苏岳平. 湛江市有机蔬菜栽培土壤培肥技术浅析 [J]. 现代农业, 2019, (09): 12-13.
- [3] 范喜钧. 论有机蔬菜栽培土壤的培肥技术 [J]. 农民致富之友, 2019, (05): 45.
- [4] 李荣,王迪轩. 有机蔬菜对土壤培肥的要求与培肥技术 [J]. 科学种养, 2016, (08): 33-35.
- [5] 海仙·赛甫拉. 有机蔬菜栽培土壤的培肥技术探讨 [J]. 农民致富之友, 2016, (11): 7.
- [6] 王卫平,朱凤香,陈晓阳,等. 有机蔬菜栽培土壤的培肥技术与废弃物处置 [J]. 浙江农业科学, 2010, (03): 620-623.

The strategic significance and development path of the construction of the Henan Province Sweet Potato Industry Alliance

Zhihe Kang Jincang Li*

Institute of Grain Crops Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan, 450002, China

Abstract

Sweet potatoes, as a traditional advantageous crop in Henan Province, in the current industrial development, they are confronted with challenges such as a short industrial chain, low standardization, and limited brand influence. Building a sweet potato industry alliance is a key measure to break through these bottlenecks and promote high-quality development of the industry. This article systematically expounds the profound significance of the construction of the sweet potato industry alliance in Henan Province and preliminarily explores its realization path. It is pointed out that the establishment of the Henan Province Sweet Potato Industry Alliance plays a significant role in the integration and optimal allocation of sweet potato industry resources, promoting technological innovation and standardized production of sweet potatoes, and facilitating the deep integration of the primary, secondary and tertiary industries of the sweet potato industry.

Keywords

Henan Province; Sweet potato; Industrial alliance; Development path

河南省甘薯产业联盟建设的战略意义与发展路径

康志河 李金仓 *

河南省农业科学院粮食作物研究所, 中国 · 河南 郑州 450002

摘 要

甘薯作为河南省传统优势作物,目前的产业发展中面临着产业链条短、标准化程度低、品牌影响力有限等挑战。建设甘薯产业联盟是破解这些瓶颈、推动产业高质量发展的关键举措。本文系统阐述了河南省甘薯产业联盟建设的深远意义,指出组建河南省甘薯产业联盟对甘薯产业资源整合与优化配置、推动甘薯技术创新与标准化生产、助力甘薯产业一二三产业深度融合等方面起着重要作用。

关键词

河南省; 甘薯; 产业联盟; 发展路径

1 引言

甘薯兼具粮食安全、营养保健和工业原料等多重属性,是河南省重要的区域性特色经济作物。然而,长期以来,河南省甘薯产业仍以分散种植、粗放经营为主,存在品种混杂、标准化程度低、加工转化率不足、品牌影响力有限等突出

问题,导致产业整体效益未能充分释放,与乡村振兴的发展要求存在差距。在此背景下,推动由科研机构、种植主体、加工企业、销售平台等共同参与的甘薯产业联盟建设,不再是简单的企业联合,而是整合资源、重塑价值链、提升核心竞争力的战略选择,对河南省现代农业发展具有多重深远意义。

2 甘薯产业的国内外发展现状

甘薯是世界上广泛种植的主要农作物之一,它是一种高产、抗旱、耐贫瘠、少病虫害的重要粮饲兼用作物。世界上 110 多个国家种植甘薯,主要分布在亚洲、非洲等发展中国家。

甘薯种植业发展水平差异较大,国家之间平均单产相差近 10 倍,种植、管理水平相差也较大。非洲共有 46 个国家种植甘薯,但产量水平低。机械化生产比较来看,美、日

【基金项目】河南省甘薯杂粮产业技术体系(项目编号: HARS-22-04-G1); 国家甘薯产业技术体系项目支持(项目编号: CARS-10-SYZ11)。

【作者简介】康志河(1974-),男,中国河南封丘人,硕士,副研究员,从事特用甘薯研究

【通讯作者】李金仓(1972-),男,中国河南柘城人,本科,助理研究员,从事种子产业化研究。

等国甘薯机械化生产技术较为成熟,已经实现自动化技术、信息技术与传统生产机械相嫁接,新技术发展呈现稳中缓进的态势。

发达国家对甘薯加工技术研究较为深入,加工业发展较为迅猛,发展中国家在甘薯加工研究和产业发展方面较为落后。我国甘薯加工主要集中在淀粉及其相关制品,发展水平参差不齐,随着国内市场需求和消费者认可度的提高,甘薯薯片,甘薯全粉等新兴产业快速发展,为甘薯加工产业发展注入新的活力,市场前景很好。

国内外甘薯消费、贸易比较分析,日本甘薯消费方式主要以鲜食和食品加工为主,很少用于饲料。韩国甘薯年产量的70%主要用于鲜食,以甘薯为原料的加工产品如紫薯饮料、红薯酒、棒棒糖、红薯拿铁是深受消费者喜爱;美国主流品种是富含胡萝卜素的品种,多为鲜食用;非洲甘薯加工企业非常少,甘薯主要以家庭食用为主。

3 河南省甘薯产业发展现状

河南省地处从北亚热带向暖温带过渡的区域,具有较好的区位优势 and 自然生态条件,适宜甘薯生长,是全国重要的甘薯种植省份。近几年,河南甘薯种植面积维持在34万 hm^2 左右,甘薯品种主要以淀粉型品种和鲜食型品种为主。鲜薯平均亩产从约400千克(历史记载)提高到现在的2500千克以上,增产6倍以上。

近年来,随着人们饮食消费结构的改变,甘薯作为一种健康食物越来越受到消费者的喜爱。鲜食型甘薯需求日益增加,种植面积也不断扩大,淀粉型甘薯的种植面积虽然略有下降,但其作为传统的优质淀粉原料,仍有较大市场。2022年,河南省发布了《河南省酸辣粉产业发展行动计划(2022-2025)》,支持酸辣粉产业健康快速发展,打造全国酸辣粉知名生产基地,并提出要提升酸辣粉原料供给水平,开展淀粉型甘薯等高产栽培技术试验示范和集成配套,发展优质高产淀粉型甘薯品。河南酸辣粉占全国总产量的80%以上,河南酸辣粉以“产能垄断+全链整合+标准引领”三位一体,稳居全国龙头地位。

4 河南省甘薯产业存在问题

河南省甘薯种薯种苗供应市场不规范,缺少具备较强生产能力和较大规模的健康脱毒种薯种苗生产和供应企业。

河南省甘薯生产以小农户种植方式为主,种植管理技术落后,难以形成区域化、标准化、产业化的生产模式。

甘薯生产过程中劳动强度大、种收机械化程度低,但农村劳动力成本却越来越高,因此急需高效的配套机械,以及农机农艺相结合的标准化、轻简化、机械化高效栽培技术。

甘薯生产过程中易遭受病虫害等生物灾害和高温、干旱、洪涝、霜冻等非生物灾害的威胁,生产者防灾减灾意识及技术较缺乏,给甘薯生产造成较大经济损失。

河南省甘薯加工主要以淀粉、粉条(丝)、粉皮等传

统食品为主,缺乏先进的加工技术与设备,以及高附加值的深加工产品。

5 河南省甘薯产业发展趋势

龙头企业、专业合作社、家庭农场等在甘薯产业发展中的带动作用越来越强,逐步形成育苗、种植、田间管理等全程技术服务体系。

品种及种苗质量成为甘薯生产者关注的核心,薯农们更关注优质专用品种的选择和健康脱毒种薯种苗的繁育,采用暖棚等方式加速健康脱毒壮苗的培育。

甘薯尤其是鲜食型甘薯的种植更注重品质和效益,通过早种植、错峰收获与销售、绿色生产等方式提高甘薯的品质和生产效益。

甘薯生产逐步趋向于标准化、规模化、机械化、轻简化生产,更注重科学种田,将甘薯的生产成本最低化,生产效率和生产效益最大化。

通过甘薯品牌和文化创建,申请国家地理标志、产业园等,建设红薯小镇、酸辣粉小镇、红薯展览馆、特色基地等,打造特色优势产区。

6 河南省甘薯产业联盟建设的战略意义

有利于资源整合与优化配置。产业联盟的各个成员企业可以共同制定发展战略、规划产业布局,通过资源整合和互补,提高整个产业的创新能力和竞争力。通过合作共享,可以有效避免资源的浪费和重复建设,实现资源优化配置,打通种植、加工、流通、销售等环节,形成从“田间到餐桌”的高效产业链。

推动技术创新与标准化生产。引入科研机构、龙头企业,推广新品种、新技术(如智慧农业、绿色种植),提升生产效率和产品质量。制定统一的生产标准、质量检测体系,确保产品符合市场需求(如有机认证、绿色食品认证)。组织技术培训、经验交流,帮助农户和中小企业提升技能和管理水平。

进行政策对接与资金支持。联盟作为一个整体,对接政府,争取产业扶持政策(如补贴、税收优惠)、项目资金和基础设施建设支持。通过联盟,帮助成员获取银行贷款、供应链金融等融资渠道。联合申报国家级或省级农业示范项目、产业园区建设等,推动区域产业发展。

甘薯产业联盟通过多方协作,能够有效解决省内传统甘薯产业“小散弱”的痛点,提升产业链整体效率和抗风险能力,助力农业现代化和乡村振兴。对于成员而言,联盟既是资源整合平台,也是创新驱动引擎,最终目标是实现多方共赢和产业的可持续发展。

培育壮大甘薯产业龙头企业。国家级、省级和市级龙头企业形成梯度培育体系,通过资源整合、政策扶持推动产业升级。企业可根据自身发展阶段对标相应标准,借助政府搭建的数字化平台和产业链生态实现跃升。培育龙头企业和

甘薯产业化联合体,实现分工协作、风险共担、利益共享,组建专家服务团队,举办企业需求洽谈会,搭建龙头企业参与的产业发展平台,重点培育一批产业带动能力强、行业领先的甘薯产业头部企业,壮大省、市、县三级龙头企业队伍。

助力甘薯产业一二三产业深度融合。完善甘薯产业集群建设,强化产业链整合,围绕核心企业补强链,实现纵向延伸,吸引配套企业入驻,实现横向拓展,建设标准化厂房、共享实验室、冷链物流中心等公共设施,完善基础设施配套,创新生态构建,设立产业技术研究院、中试基地,推动产学研合作,搭建数字化平台,提升协同效率。完善产业联合体建设,形成协同合作、利益共享、风险共担的产业生态网络,形成地理集聚,吸引资本和人才,提升区域产业话语权。

挖掘新型甘薯特色产业。协助挖掘省内各地市、各企业的地方甘薯特色产品,协助建设优势特色甘薯产业集群,打造地域特色品牌,引导各地特色甘薯产业的发展,突出主导产业优势,挖掘新型甘薯特色产业构建“技术-资本-政策-市场”四轮驱动体系,重点规避“盲目跟风”和“重申报轻运营”陷阱,围绕1-2个核心产业打造“热带雨林式”生态,而非追求大而全的产业清单。

有利于培育知名品牌。培育甘薯产业知名品牌,立足地域资源禀赋,强化科技赋能与文化叙事,构建从田间到餐桌的甘薯全链条品牌价值体系。支持企业创建区域公用品牌、地理标志产品,打造“绿色”、“有机”等特色标签;通过展会、电商平台等渠道加强品牌宣传。构建“品种-品质-品位”三位一体体系,重点突破标准化生产、文化溢价、渠道创新三大瓶颈,推动地标产品从区域公共品牌向企业商业品牌升级,最终实现“一个品牌带动一个产业”的乘数效应。

促进甘薯产业园区建设提升。助力甘薯产业园区建设,引导头部企业、科研院所向园区聚集,推动甘薯产业产业集聚发展,统筹资源,推进农业和食品产业融合发展,打造精品园区示范品牌,建设一批辐射带动全省的省级甘薯产业园区,围绕区域特色经济,补齐加工流通短板,建设一批布局合理、链条完整的市县级甘薯产业园区。

推动甘薯产业科技创新。建立健全甘薯产业技术研发体系,针对关键领域内的“卡脖子”技术,建立联合研发平台,借助多方力量,实现自主研发,打破制约甘薯产业发展的技术瓶颈;完善甘薯产业标准体系,促进甘薯加工技术标准化、智能化、绿色化发展。

有利于国内外合作交流。充分利用甘薯联盟搭建多种方式加强对外交流与合作,通过国内外的科技合作计划,引导与支持联盟内单位与专家参加国内外科技合作项目和学术交流活动,掌握国内外甘薯产业科技发展的动态和趋势,提高自主创新能力,扩大影响。学习国内外先进的经验和技

术,加强与国内知名的相关企业在研发技术、仪器使用等方面的合作与协调,鼓励联盟成员单位与国内其他研究机构合作建立网络化共享平台,利用合作方丰富的科技资源,拓宽“招人才、引项目”的渠道。借鉴和引进国内外一流企业在管理方面成熟的制度及标准规范。

7 推进甘薯产业联盟建设的路径探讨

经河南省农业农村厅、河南省农业科学院等相关单位共同倡议,2025年8月17日在河南郑州成立了“河南省甘薯产业联盟”。联盟作为一种松散型组织如何发挥其应有的作用,才能真正为产业服务。笔者认为需重点关注以下几点:

构建科学治理机制:建立权责明确、民主决策、透明管理的现代治理结构,核心是设计好公平合理的利益联结与分配机制,确保各方“联心联利”,形成稳固的经济共同体。

强化服务核心职能:明确联盟的本质是为成员提供服务,而非行政管理机构。其工作重心应放在技术推广、市场信息、品牌营销、金融支持等公共服务上。

发挥龙头引领作用:积极培育和引进产业链核心龙头企业,利用其资金、技术、市场和品牌优势,带动整个联盟的发展。

争取政府精准扶持:政府应在政策引导、项目资金、基础设施等方面给予必要支持,营造良好发展环境,但同时应尊重市场规律,做到“引导而不干预,服务而不包办”。

8 结语

综上所述,建设河南省甘薯产业联盟,是顺应农业现代化发展规律的必然要求,是破解当前产业发展困境的战略举措。它通过整合资源、协同创新、延伸链条,能够实现从“分散弱小”到“集约高效”的深刻变革。这不仅对甘薯产业自身的提质增效至关重要,更能有效增强各类经营主体的市场竞争力,并在保障粮食安全、推动乡村振兴、促进区域经济发展等宏观层面产生广泛而积极的影响。因此,应高度重视并稳步推进河南省甘薯产业联盟的建设工作,将其打造成为驱动河南省现代农业高质量发展的强大引擎。

参考文献

- [1] 蒋小新. 植保无人机在农业生产中的推广应用[J]. 现代农机, 2023(03): 3-5.
- [2] 李强. 甘薯产业关键实用技术100问[M]. 北京: 中国农业出版社, 2021.
- [3] 张振臣, 王爽, 杨育峰等. 河南省甘薯产业现状与发展对策[J]. 农业科技通讯, 2022, (05): 4-7.
- [4] 河南省统计局. 河南统计年鉴2023[M]. 北京: 中国统计出版社, 2023.
- [5] 马代夫, 刘庆昌, 张立明. 中国甘薯[M]. 江苏: 江苏凤凰科学技术出版社, 2021.

Research on High-yield Cultivation Techniques of Corn in Southern Hebei Region

Yin Guo

Agricultural and Rural Affairs Bureau of Yongnian District Handan City, Handan, Hebei, 057150, China

Abstract

The southern part of Hebei Province is the main corn-producing area in North China. The unique climate (alternating drought in spring and flood in summer) and soil characteristics (uneven fertility in some areas) have special requirements for high-quality and high-yield corn. Based on the local ecological and production realities, this article aims to address issues such as insufficient variety compatibility and unreasonable planting density, and to construct a high-quality and high-yield technical system. During the research, regional adaptability tests were conducted on over 20 corn varieties to screen out the leading varieties that are tolerant to high density and stress. Analyze the influence of planting density regulation in different plots on the photosynthetic efficiency and seed setting rate of corn; Integrate soil testing and formula fertilization (precise nutrient proportioning) with green prevention and control (the combination of biological pesticides and physical trapping) technologies. Based on the verification of multiple sets of regional trial data and over ten demonstration base cases, a plan was proposed to select density-tolerant and stress-resistant varieties, optimize the planting density to 4,500-5,500 plants per mu, and apply related technologies. This plan aims to increase the average yield of corn per mu by 15% - 20%, providing guidance for improving the quality and efficiency of the local corn industry.

Keywords

Southern Hebei region; Corn; High quality and high yield; Planting technology; Regional adaptation

冀南地区玉米高产栽培技术研究

郭印

邯郸市永年区农业农村局, 中国·河北 邯郸 057150

摘要

冀南地区是华北玉米主产区, 独特的气候 (春旱夏涝交替) 与土壤特性 (部分区域肥力不均), 对玉米优质高产有特殊要求。本文立足当地生态与生产实际, 针对品种适配性不足、种植密度不合理等问题, 构建优质高产技术体系。研究时, 对 20 余个玉米品种做区域适应性试验, 筛选出耐密抗逆主导品种; 分析不同地块种植密度调控对玉米光合效率与结实率的影响; 整合测土配方施肥 (精准配比养分) 与绿色防控 (生物农药与物理诱捕结合) 技术。经多组区域试验数据与 10 余个示范基地案例验证, 提出选用耐密抗逆品种、优化种植密度至 4500 - 5500 株/亩、配套相关技术的方案, 使玉米平均亩产提升 15% - 20%, 为当地玉米产业提质增效提供指导。

关键词

冀南地区; 玉米; 优质高产; 种植技术; 区域适配

1 引言

冀南地区 (邯郸、邢台、衡水南部等区域) 作为河北省玉米主产区, 常年种植面积稳定在 800 万亩以上, 占全省玉米总面积的 35%, 是保障区域粮食安全的核心区域。该区域属温带大陆性季风气候, 年均降水量 500-600mm, 无霜期 180-200 天, 土壤以潮土、褐土为主, 耕层有机质含量 15-20g/kg, 具备玉米高产的基础条件 [1]。然而, 当前生产中存在品种与区域气候适配性不足、种植密度不合理、施肥失衡等问题, 导致农户实际产量与试验产量差距显著,

2021-2023 年冀南地区玉米平均亩产 650kg, 较高产示范田低 30% 以上 [2]。

随着农业现代化推进, 冀南地区玉米生产面临新要求: 一是需提升抗逆能力以应对极端天气 (如 2022 年夏季持续高温导致部分田块减产 20%); 二是需提高品质以适应饲料加工与粮食市场需求; 三是需降低生产成本以增强农户收益。因此, 研究并集成适合冀南地区的玉米优质高产技术, 对推动农业高质量发展具有重要意义。

2 冀南地区玉米种植现状与制约因素

2.1 种植现状

冀南地区玉米以夏播为主, 与冬小麦形成一年两熟制, 播种期集中在 6 月上中旬, 收获期在 10 月上旬。近年来,

【作者简介】郭印 (1975-), 男, 河北邯郸永年人, 本科, 中级, 从事农技推广研究。

规模化种植比例逐步提高,邯郸魏县、邢台宁晋等县涌现出多个千亩以上种植合作社,机械化播种率达95%以上,但机械粒收率仅60%,低于全省平均水平[3]。

产量与品质方面,区域内差异显著:高产示范田(如邯郸永年区)亩产可达900-1000kg,籽粒容重760-780g/L;而散户种植田块亩产多为550-650kg,容重720-740g/L,主要因品种混杂、管理粗放导致。此外,玉米用途以饲料为主(占70%),籽粒粗蛋白含量需稳定在8.5%以上,但部分地块因施肥不当,粗蛋白含量仅7.5%-8.0%,影响饲料品质[1]。

2.2 制约因素

气候适应性不足:冀南地区7-8月常出现35℃以上高温,导致玉米授粉不良,穗粒数减少5%-10%;同时,暴雨引发的田间积水易导致茎腐病发生,发病率可达15%-20%[2]。

品种选择偏差:部分农户盲目引进外埠品种,如将东北审定品种用于冀南种植,因生育期偏长导致后期灌浆不足,千粒重降低10%-15%。本地审定品种推广率仅60%,抗锈病、耐高温品种应用比例偏低[3]。

栽培管理粗放:种植密度不合理现象突出,耐密品种(如邯玉1604)种植密度仅3500株/亩,未发挥品种潜力;而平展型品种密度达4500株/亩,导致通风透光不良。施肥上,氮肥过量(亩施尿素30-40kg)而钾肥不足,造成植株徒长、抗倒伏能力下降[1]。

病虫害防控滞后:玉米螟、南方锈病等病虫害防治依赖化学农药,生物防治技术应用率不足10%,导致农药残留风险增加,同时抗药性问题凸显[2]。

3 冀南地区玉米优质高产关键技术

3.1 区域适配品种选择

品种选择需遵循“三抗三适”原则:抗锈病、抗茎腐病、抗倒伏;适应当地积温、适配机械化收获、适合一年两熟制度。经冀南地区多年多点试验,以下品种表现优异:

邯玉1604:由邯郸市农业科学院选育,2018年通过河北省审定(冀审玉20180032)。该品种生育期102天,株型紧凑,株高270cm,穗位105cm,抗大斑病、中抗茎腐病。在冀南地区种植密度4500-5000株/亩条件下,平均亩产750-850kg,籽粒容重760g/L,粗淀粉含量73.2%,适合机械粒收[3]。

邢抗二号:邢台市农业科学研究所育成,抗倒伏能力突出(茎秆强度28.6N),中抗南方锈病,生育期100天。在邢台地区种植,平均亩产700-800kg,千粒重350-360g,适合多风区域[2]。

冀农372:河北省农林科学院培育,耐高温能力强(38℃条件下授粉率仍达85%以上),2022年高温年份较对照品种增产12%。籽粒粗蛋白含量8.8%,满足饲料加工需求[1]。品种更换周期建议控制在5年以内,避免长期种植导致种性

退化。规模化种植基地应采用“1主2辅”品种布局,即1个主推品种搭配2个搭配品种,降低气候风险。

3.2 优化种植密度与播种技术

在玉米种植过程中,科学合理的密度调控是提升产量与品质的关键环节。具体而言,需依据品种特性以及土壤肥力状况来确定适宜的种植密度。对于高肥力地块,土壤养分充足,能为玉米生长提供良好的物质基础,此时选择耐密品种(如邯玉1604)进行种植,每亩的种植密度可控制在4800-5500株;中肥力地块土壤肥力处于中等水平,种植密度可设定为4500-4800株/亩;而低肥力地块土壤养分相对匮乏,种植密度则应调整为4000-4500株/亩。另外,对于平展型品种,由于其株型特点,种植密度最高不宜超过4000株/亩,以免影响通风透光,进而影响产量[2]。

相关密度与产量关系的研究表明,以邯玉1604为例,当种植密度达到5000株/亩时,叶面积指数(LAI)能达到4.2,此时光能利用率处于最高水平,相较于4000株/亩的种植密度,可增产13.5%;然而,当种植密度超过5500株/亩时,由于群体内竞争加剧,会导致穗粒数下降8%-10%[1]。

播种技术:

在玉米种植环节中,播期、播种方式以及种子处理都是影响玉米生长和最终产量的重要因素,需精准把控。

播期方面,小麦收获后要抢时播种。这是因为及时播种能让玉米充分利用适宜的生长季节和光热资源。最迟播种时间不晚于6月20日,如此可确保玉米在生长周期内获得足够的有效积温,满足不同品种对温度的需求,为玉米的正常生长发育奠定基础。

播种方式上,采用气吸式精播机。这种播种机具有播种精准的优点,行距设定为60cm,能保证玉米植株间有合理的通风透光空间。株距则依据种植密度灵活调整,例如种植密度为5000株/亩时,对应的株距是22cm。播种深度控制在3-5cm,且深浅误差要小于等于1cm,这样能使种子处于适宜的土壤环境中,利于发芽出苗。

种子处理也不容忽视。选用含有噻虫嗪(20%)和戊唑醇(2%)的种衣剂对种子进行包衣。这种处理方式可以有效防治地下害虫,如蛴螬、金针虫,还能预防苗期根腐病,显著提高种子的出苗率,使其达到95%以上,为玉米的高产稳产提供有力保障[3]。

3.3 测土配方施肥与水分管理

施肥技术:基于冀南地区土壤养分特征(碱解氮80-120mg/kg、速效磷15-25mg/kg、速效钾50-80mg/kg),推荐“控氮、稳磷、增钾”施肥方案[1]:

基肥:亩施有机肥2000kg+玉米专用配方肥(N:P₂O₅:K₂O=20:10:15)40kg,耕翻入土15-20cm。

追肥:拔节期(7-8叶)亩追尿素10kg;大喇叭口期(12-13叶)亩追尿素15kg+氯化钾5kg,采用侧深施(距

植株 10cm, 深度 8cm), 提高肥料利用率 [2]。

叶面施肥: 灌浆期喷施 0.3% 磷酸二氢钾 + 0.5% 尿素混合液, 亩用量 50kg, 间隔 7 天再喷 1 次, 可提高千粒重 3-5g。

水分管理: 关键生育期供水: 播种期土壤墒情需达田间持水量 70%, 不足时造墒播种; 大喇叭口期至灌浆期 (7 月下旬 - 8 月中旬) 保持田间持水量 75%-80%, 遇旱及时灌溉 (喷灌或滴灌), 避免大水漫灌。

防涝措施: 玉米生长季 (6-9 月) 需提前清理田间沟渠, 确保雨后 24 小时内排除积水, 减少茎腐病发生 [3]。

3.4 病虫害绿色防控技术

主要病虫害: 冀南地区玉米主要病虫害为玉米螟、蚜虫、南方锈病、茎腐病, 其中玉米螟造成的产量损失可达 5%-10%, 南方锈病流行年份减产 15%-20%[2]。

综合防控措施:

农业防治: 选用抗病虫品种 (如邢抗二号抗玉米螟); 秋收后深翻土壤 (25cm 以上), 减少虫源基数。

物理防治: 在田间设置性信息素诱捕器 (每亩 1 个), 诱杀玉米螟雄蛾, 降低产卵量。

生物防治: 大喇叭口期施用苏云金杆菌 (Bt) 颗粒剂 (每亩 200g), 防治玉米螟幼虫; 释放赤眼蜂 (每亩 1.5 万头), 寄生玉米螟卵 [1]。

化学防治: 南方锈病发病初期 (田间病叶率 5%) 喷施腈菌·戊唑醇悬浮剂 (每亩 30ml); 蚜虫发生期 (百株虫量 500 头) 喷施吡虫啉 (每亩 10g), 注意交替用药, 减少抗药性 [3]。

3.5 适期收获与提质技术

在冀南地区的玉米种植过程中, 收获环节的精准把控对最终产量与品质影响重大, 涵盖收获期判断与机械收获规范两方面。

就收获期判断而言, 需综合考量多个指标。当观察到玉米籽粒乳线完全消失, 且基部呈现出黑色层, 同时籽粒含水量降低至 25% 以下时, 便是适宜的收获时机。在冀南地区, 这一时间通常集中在 10 月 5 - 15 日。相较于传统的 9 月下旬收获, 此时收获能使玉米千粒重提高 5 - 8g, 显著提升产量。这是因为在这个阶段收获, 玉米能充分完成灌浆过程, 籽粒更加饱满、充实。

机械收获时, 要遵循严格的规范。应选用配备籽粒清选装置的联合收割机, 作业过程中, 将速度精准控制在 4km/h 以内, 滚筒转速设定在 500 - 600r/min。如此操作, 可有效减少籽粒破碎率, 将其控制在 3% 以下。收获完成后, 需及时对玉米籽粒进行晾晒或烘干处理, 促使籽粒含水量快速降至 14% 以下, 防止因含水量过高而引发霉变, 影响玉米的储存品质和销售价值 [1][2]。

4 技术集成应用效果

4.1 示范田效果

2023 年邯郸市农业农村局在永年区建立的千亩示范田, 集成应用邯玉 1604 品种、5000 株 / 亩密度、测土配方施肥与绿色防控技术, 经专家测产, 平均亩产 896.5kg, 较周边农户田块 (亩产 650kg) 增产 37.9%; 籽粒容重 772g/L, 粗蛋白含量 8.7%, 达到国家二级玉米标准 [3]。

4.2 区域推广成效

在农业现代化发展的进程中, 邢台市桥东区积极推进农业技术的创新与应用, 自 2021 - 2023 年大力推广一套先进的玉米种植技术体系, 取得了令人瞩目的成效。

该技术体系经过科学严谨的研发与实践验证, 在邢台市桥东区落地生根。在推广的三年时间里, 累计应用面积达 15 万亩, 规模颇为可观。从产量数据来看, 成效显著, 平均亩产从推广前的 620kg 大幅提高至 735kg, 增产幅度十分可观。这一产量提升直接转化为农民实实在在的收益, 亩均增收达到 180 元, 为当地农民带来了可观的经济收入, 有力地促进了农民增收致富。

不仅如此, 该技术体系在生态保护方面也发挥了重要作用。通过科学合理的种植管理, 化肥用量减少了 12%, 农药用量减少了 15%。这一改变有效降低了农业面源污染, 减轻了对土壤、水源等生态环境的压力, 对维护区域生态平衡、推动农业可持续发展意义重大。邢台市桥东区的实践充分证明, 这套技术体系兼具经济效益与生态效益, 为当地玉米产业的高质量发展提供了有力支撑 [2]。

5 结语

冀南地区玉米优质高产的核心是构建 “品种 - 密度 - 肥水 - 防控” 协同技术体系: 选用邯玉 1604 等区域适配品种, 优化密度至 4500-5500 株 / 亩, 实施测土配方施肥与绿色防控, 可实现亩产 800kg 以上、容重 750g/L 以上的目标。

建议今后重点推进三项工作: 一是加强本地品种选育, 突出抗高温、抗锈病特性; 二是推广智能化管理技术 (如无人植保、土壤墒情监测); 三是完善 “合作社 + 农户” 技术推广模式, 提高技术到位率。通过技术创新与应用, 持续提升冀南地区玉米产业竞争力。

参考文献

- [1] 王志强, 张丽娜, 李建国. 冀南地区夏玉米土壤养分特征与施肥技术研究 [J]. 河北农业科学, 2022, 26 (3): 45-49.
- [2] 邢台市农业科学研究所. 冀中南夏玉米优质高产栽培技术规程 [R]. 2021.
- [3] 邯郸市农业农村局. 邯玉系列玉米品种区域试验与示范报告 [R]. 2023.
- [4] 河北省农林科学院作物研究所. 冀南地区玉米主要病虫害发生规律与防控技术 [J]. 华北农学报, 2020, 35 (S1): 312-316.

Analysis of rural collective economic development strategy under new situation

Mengying Xue

Alxa Left Banner Comprehensive Administrative Law Enforcement Brigade for Agriculture and Animal Husbandry, Alxa Left Banner, Inner Mongolia, 750306, China

Abstract

With the rapid development of the social economy, rural collective economies are facing new opportunities and challenges. This study analyzes key issues in rural collective economies under the new circumstances, such as insufficient land circulation and monolithic ownership models, and proposes corresponding development strategies. By combining literature analysis with field research, the study selects typical cases for in-depth investigation. The results indicate that strengthening the functional transformation of collective economic organizations, promoting cooperative and enterprise-style management, and actively exploring innovative models like land share cooperatives can effectively promote the sustainable and stable development of rural collective economies. Additionally, policy support and legal improvements are equally crucial for advancing rural collective economies. This research provides theoretical and practical references for strengthening rural collective economies under the new circumstances.

Keywords

rural collective economy; land transfer; property rights model; economic development strategy

新形势下农村集体经济发展策略分析

薛梦莹

阿拉善左旗农牧业综合行政执法大队, 中国 · 内蒙古 阿拉善左旗 750306

摘 要

当前社会经济快速发展,农村集体经济面临新的机遇与挑战。本研究通过分析新形势下农村集体经济的主要问题,如土地流转不充分、产权模式单一等,提出了相应的发展策略。研究采用文献分析和实地调研相结合的方法,选取典型案例进行深入研究。结果显示,加强集体经济组织的功能转型,推广合作社、企业化管理,以及积极探索土地股份合作制等创新模式,可以有效促进农村集体经济的持续稳定发展。此外,政策支持和法规完善同样是促进农村集体经济发展的关键。本研究为新形势下加强农村集体经济发展提供了理论和实践参考。

关键词

农村集体经济; 土地流转; 产权模式; 经济发展策略

1 引言

伴随中国经济的迅猛发展和农村改革的深刻推动,农村集体经济正在处在重大的转型期。集体经济不只是农村社会组织的重要基石,亦是农村发展和农民增收的核心动力。本研究关注在现今农村集体经济发展之中所面临的核心问题,涵盖土地流转的不够充分、产权模式的单一性等问题,更深入研究了这些问题背后根源的原因以及对于农村集体经济发展所带来的长远影响。土地政策的变化和农业结构的优化这些因素会对农村集体经济带来非常深远的影响。

2 背景与现状

2.1 当前农村集体经济的环境分析

农村集体经济的发展环境表现出多种层次的复杂特点,面对社会经济转型、政策调整以及市场机制变化带来的深远影响。社会经济发展的时代背景之下,城镇化进程不断加快,产业结构调整变得更加深入,农村经济不得不应对产业转型和资源整合带来的巨大挑战。农村劳动力转向非农行业的比例不断提高,导致传统农业对经济发展的核心作用逐渐变小,而农村集体经济成为保障农民基本利益和推动乡村全面振兴的重要支撑力量,发展潜力正在慢慢显现出来。制度环境这个关键领域之中,国家乡村振兴战略的具体落实,提出了支持集体经济发展的明确政策方向和一系列具体措施。

农村土地承包权、经营权与所有权三权分置这类政策已经公布,农村集体经济因此获得了制度上的支持和保障。

【作者简介】薛梦莹(1988-),女,中国内蒙古阿拉善人,本科,经济师,从事农业经济研究。

现今政策实施时仍然存有制度设计不足完备、贯彻力度不足充分的情况,最后导致农村集体经济发展遭遇诸多困难和障碍。从资源配置的角度探讨,农村地区的自然资源极其充裕,然而集体经济过程中的资源运用成效并未满意。土地成为农村经济发展的核心因素,流转不够顺畅,分配也不够恰当,引发潜在的经济价值很难彻底释放。农村地区的资金投入、技术条件和人才储备显著不够,直观带来集体经济运作中难以达成大范围的拓展和先进化水平的提高。市场环境的转变亦然导致集体经济产生了核心作用。随着农业市场化和产业化程度的增强,农村集体经济面对激烈的市场竞争,传统的经济形式不仅难以适应市场需求,并且影响了集体经济的持久发展。互联网经济的发展为农村集体经济给予了全新的增涨空间,借助发展农村电商和数字农业,能够打造新的经济增长点。如今农村集体经济的外部环境大体上同时满载机遇也引发了多种难题,急需探寻顺应新形势的策略来促进集体经济的稳固与革新发展。

2.2 主要挑战土地流转和产权模式

目前农村集体经济的发展于土地流转和产权模式方面面临显著挑战,这些问题直接影响了集体经济的运作效率以及整体发展水平。土地流转不充分是为传统土地管理模式遗留下来的关键问题其一,阻碍了资源的合理配置和大型化利用。众多地区因为土地确认不完备或有关政策执行不完备,造成土地流转过程繁琐化,农民很难把土地移交到具备高能运营能力的集体经济组织,因此减弱了大型化农业生产的优势。产权模式单调为另一个明显问题,造成集体经济组织的创新力不够。普遍简易的产权结构不能完全激发参与者的积极性,对农民的收益分配也存在不足,引起资源的整合和资金的流动性遭到约束。产权明朗化进程迟缓对集体经济组织结构的完善和企业化管理的促进构成了限制。部分地区产权纠纷常常出现,不但妨碍了农村经济活动的顺利开展,并且对商业化改革和资源整合形成了压力。这些问题在实际上限制了农村集体经济更深入发展的空间,必需更为体系化的对策给予处理和改进。

3 策略发展的核心理论与模式

3.1 农村集体经济组织的功能转型

农村集体经济组织的功能转型是为新形势下达成集体经济活力与持续发展的重要内容。伴随市场化进程的加速和农村社会环境的转变,传统以行政管理为主的集体经济组织模式已经很难适应现代经济要求。功能转型必须从组织结构、经营方式和内外部协调能力等方面入手,促进集体经济组织向综合性、市场化方向发展。在组织结构方面,集体经济组织应当重视角色多元化和功能整合,超越传统行政管理的约束,达成管理职能与经济职能的有机融合。在经营方式上,借助企业化运作提高经济活动的效率,加强资源整合及市场开拓能力,把原来的集体资产达成资本化、市场化和

增值化。

现代经济运行模式的引入可以为集体经济提供新的增长点。在内外部协调方面,农村集体经济组织必须更深入地提升内部治理能力,加强与地方政府和市场主体之中的协作,构建机动的外部合作机制,以顺应繁杂变化多端的市场环境。功能转型不只是组织自身发展的必须,更是尤其农村集体经济面对新挑战的关键方法,借助精准定位和战略调整,集体经济组织可以达成可持续发展,为农村经济的整体提升融入新动力。

3.2 创新产权模式合作社和企业化管理

创新产权模式是为推动农村集体经济发展的一项关键举措,其核心是达成产权明晰化和利益共用。合作社模式于实践中展现出突出的灵活性和组织效率,借助把农民个体与集体经济组织联合,指导生产要素改进调配。合作社可以超越传统产权单纯的限制,凭借成员一起拥有、一起决议为根本,激励参与者热情。于企业化管理模式中,增强集体经济组织的市场化运作能力变为重点,借助导入当代企业管理理念,提升内在管理效率,促进资源恰当分派和规模化经营。企业化管理不但强调了产权的收益权和管理权,而且提升了农村集体经济组织针对市场风险的调控能力。两种模式的融合创新,能够达成产权分配的公平性和经济运营的协同性,构建利益绑定机制,给集体经济的稳定发展带来活力。于实施阶段中,还必须融合区域特征和产业发展特点,全面使用产权模式创新的理论原则,保障农村集体经济的持久发展和农民收入的稳定增长。

3.3 土地股份合作制的探索与应用

土地股份合作制是一种充满创新的农村集体经济模式,把土地资源转变成股份,通过合作社的方式来整合资源和管理事务。农民把土地作为股份投入,变成合作社的股东,参与到集体经济活动当中,得到相应的经营收入。这种模式推动了土地资源的合理优化配置,同时也让农民更积极参与经济活动,增加收入水平。执行这种模式时,必须要完善相关的法律法规,把土地收益分配的机制制定得清清楚楚,还要加强风险控制的具体措施。通过推广土地股份合作制,可以推动土地实现大规模经营,助力现代农业的长远发展,为农村集体经济的重新振兴提供强有力的动力支持。

4 实施策略与政策支持

4.1 实施路径从传统到现代经济模式的过渡

于现今农村集体经济发展进行中,执行路径的选择极其关键。自传统经济模式朝现代经济模式的转变,必需全面思考村集体资源特点、社会经济环境,还有体制机制的匹配性与创造性。传统的农村经济模式常依靠集体资源的粗略式管理,资源利用率偏低,集体效益没能有力发挥。而现代经济模式就重视借助改进资源配置、加强集体经济组织功能以及导入多样化发展模式来提高全局效率。自传统到现代

经济模式的转换,必需清晰农村集体经济组织在各异时期的功能定位。

在经济转型初期,应当充分运用村集体经济组织的管理职能,例如标准化土地流转机制,提升土地资源集中度并且加强效率。在此前提下,能够循序渐进尝试通过股份制、合作社等形式推动集体经济组织的管理革新,培养市场化管理与运作机制,让集体资源可以用更加机动和高成效的方式开展流通和使用。现代经济模式的构建同时依赖于技术与信息手段的支持。能够借助数字化技术达成精确化资源配置和监管,提高农村集体经济的现代化管理水平。融合地域特点,积极拓展拥有产业特色的规模化经济模式,给农村集体经济赋予新的生命力。

培养和引进现代人才与管理机制,对传统集体经济模式实施深入改良,可以为农村集体经济的持久、稳定进步给予组织保障。在这一转换过程中,要警觉保持传统模式或许导致的集体资源沉滞现象,重视对经济模式创新的风险评定与过程掌控,保证新旧经济模式间的顺畅转换。借助上述多层次和执行路径,不但可以激发农村集体经济的内在动力,还可以推动农村经济全面朝更优水平的前进。

4.2 政策支持的必要性与实效性分析

在促进新形势下农村集体经济发展过程中,政策支持拥有无可取代的作用,其必要性与实效性聚集反映在保证制度建设、改进资源配置以及推进经济创新等方面。完善的政策支持可以为农村集体经济给予清晰的发展方向和法律框架,降低制度性障碍,帮助处理土地流转难、产权制度单一等突出问题。通过完备相关法律法规,能力为集体经济活动提供保证,防止产权纠纷产生,更深入提升农民对加入集体经济的信心。政策支持在改进资源配置方面一样极为关键。

利用财政资金支持、税收减免政策还有专门的补贴措施,能够明显提高农村集体经济组织整合各种资源的能力,有效减少在日常运营中遇到的各种开支和费用,从而让农村集体经济组织在市场竞争中占据更有利的地位。制定的一些政策可以让信息交流变得更加顺畅,促进农村经济与城市经济的深度结合,搭建更多沟通和合作的桥梁与平台,助力农村集体经济组织迈向高效率和现代化的发展方向。政策带来的实际好处主要表现在推广新的发展模式和给出具体的操作指引上。借助政策方面的倾斜和一些试验性项目的支持,可以快速推进土地股份合作制和企业化管理等新模式的落

地实施,带动农村集体经济组织走向更加优秀和长远的发展道路。政策制定的准确性和持续性对于农村集体经济组织迈向现代化起着至关重要的作用,这种关键性的影响无论如何都不能被忽略或低估。

5 结语

研究工作把注意力放在经济形势中农村集体经济的发展策略上,进行了非常细致的研究,找出了土地流转不够充分、产权模式过于单一这类比较重要的问题。研究方法是通过对大量文献资料和实地走访调查结合起来的方式,提出了几种很有创意的发展策略,并且通过实践进行了验证。研究表明,假如能够强化农村集体经济组织的作用转换,推动合作社和企业化管理模式的广泛运用,同期敢于试验土地股份合作制这类别具一格的模式,便可使农村集体经济的发展转变为更加坚实和长久的状态。政策方面的支持和相关法规的不断完善,转变成保证这些策略可以顺利实施的重要条件。研究过程中还发觉了一些限制因素,比如实地调查时选择的案例或许受到地域范围的限制,显得不够完备,未来研究应该扩大调查样本的覆盖范围,覆盖更宽的具备不同特点的农村集体经济单位,以求更全面地了解实际情况和存在的问题。本研究中提议的策略在不同区域和条件下的适应性和效果还必需更详尽的实验和调整。未来研究应该思索农村集体经济在全球化、技术进步等外部环境变化中的灵活适应与创新能力,研究更全面适应国情的可行性策略,期望为农村集体经济的发展提供更加深入和完备的理论与实践支持。提议加强跨学科的研究方法,运用经济学、社会学等多领域知识,全面探究和解决农村集体经济发展中面临的问题。

参考文献

- [1] 刘敬雷.农村集体经济发展探讨[J].市场周刊·理论版,2022,(30):0005-0008.
- [2] 冯秀红.乡村振兴战略下农村集体经济发展策略[J].中文科技期刊数据库(全文版)社会科学,2022,(04):0180-0182.
- [3] 徐庆华.浅谈农村集体经济发展策略[J].吉林蔬菜,2023,(04):195-195.
- [4] 董海珍.农村集体经济发展策略探析[J].农村百事通,2021,(35):124-126.
- [5] 杨万辉,熊尚琼,杨沛东.农村集体经济发展模式探析[J].中文科技期刊数据库(全文版)经济管理,2022,(01).

Green agricultural planting technology extension and pest control measures

Xueling Wang

Alxa Left Banner Agricultural Technology Extension Center, Alxa League, Inner Mongolia, 750300, China

Abstract

With the increasing population and increasingly prominent environmental issues, developing green agriculture has become a global consensus. Green agriculture emphasizes the application of ecological principles and the adoption of environmentally friendly technologies to achieve a coordinated unity of agricultural production, ecological protection, and economic benefits. In this process, the construction of green agricultural cultivation techniques and pest control systems has become an important path to promote high-quality planting development. Based on this, the article first explores the implementation methods of green planting techniques at the promotion mechanism level, then proposes targeted measures from the perspective of pest control, and finally provides a brief summary of the overall process. This study is based on the promotion and practical experience of green agriculture in China, aiming to propose a technical path that is practical, operable, and scientific.

Keywords

green agriculture; planting technology; extension; pest control; measures

绿色农业种植技术推广及病虫害防治措施

王雪玲

阿拉善左旗农业技术推广中心, 中国·内蒙古 阿拉善盟 750300

摘 要

随着人口增长和环境问题日益突出, 发展绿色农业已成为全球共识。绿色农业强调运用生态学原理, 采用环境友好型技术, 实现农业生产、生态保护和经济效益的协调统一。而在这一进程中绿色农业种植技术及病虫害防治体系的构建已成为推动高质量种植发展的重要路径。基于此, 文章首先在推广机制层面探讨绿色种植技术的实施方式, 随后从病虫害防控的视角提出针对性措施, 最后对整体流程进行简要总结。本文研究立足中国绿色农业推广与实践经验, 力求提出符合种植实际、可操作、科学的技术路径。

关键词

绿色农业; 种植技术; 推广; 病虫害防治; 措施

1 引言

绿色农业种植技术旨在通过采用环保型技术, 减少化学肥料和农药使用量, 提高农业资源利用效率, 保障农产品质量和安全。同时绿色农业病虫害防治措施的应用不仅有助于维护生态平衡, 还能提高生产效益。然而, 当前绿色农业技术的推广及病虫害防治面临诸多挑战, 如技术推广体系不完善、农民认知不足、病虫害防治措施科学性不足等问题亟待解决^[1]。有鉴于此, 下文通过对相关文献资料查阅以及结合自身实践情况下, 通过全面探讨绿色农业种植技术推广及病虫害防治措施, 旨在促进农业绿色转型。

2 绿色农业种植技术推广措施

2.1 优化种植模式与循环利用体系推广

优化种植模式与循环利用体系的核心在于构建“绿肥—作物交替培肥”与“养殖—种植—肥料化”双循环结构。首先, 在典型主产区建立示范田, 依据土壤质地、有机质含量及作物轮作特征, 实施绿肥种植制度。选用豆科或禾本科绿肥(如苜蓿、黑麦草等)于开花期翻压入土或残体覆盖, 绿肥生物量控制在 $4\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 以上, 覆盖率不低于 70%, 以提升土壤有机质和固氮能力, 减少化学氮肥使用。其次, 在秸秆还田与养殖废弃物资源化环节中, 构建畜禽粪污与作物秸秆协同堆肥体系, 堆温维持 $55\text{--}65^\circ\text{C}$ 、发酵周期 30 天以上, 控制 C:N 比 20-25:1, 确保有机质含量 $\geq 35\%$ 。堆肥成熟后按总施肥量 30% ~ 50% 比例施入农田, 与绿肥轮作配合应用, 实现有机肥替代化肥与养分循环。再次, 由地方农技推广机构制定区域化技术规范, 包括绿肥播种密度 ($\geq 8\text{株}/\text{m}^2$)、堆肥

【作者简介】王雪玲(1973—), 女, 中国内蒙古阿拉善左旗人, 本科, 高级农艺师, 从事农业技术推广研究。

成熟度(≥85分)、施肥比例及作物轮作顺序等,并组织培训与示范观摩促进农户熟练掌握。推广过程中配合财政补贴与绿色认证激励措施,按亩给予补贴或积分奖励,以推动农户持续应用。整体推广体系应依托《农业绿色发展技术导则(2018—2030年)》要求,形成制度化、区域化、标准化的绿色种植与循环利用体系,实现投入品减量与资源循环利用的有机统一。

2.2 实施作物结构调整与高效节水灌溉技术推广

结合农业耕地资源承载状况及生态保护要求,针对“作物结构调整+高效节水灌溉”技术推广提出如下实施措施:首先,在典型区块选择阶段,应依据耕地水资源承载力、水文循环特征及土壤水分状况,明确由传统旱作粮田向蔬菜或果树绿色认证区的转换路径,同时设立节水灌溉设施体系(含喷灌、滴灌、管道输送)并同步配置水肥一体化系统,在农户培训环节重点讲授田间灌溉定额、根系带施肥量、灌后蓄水稽查流程、轮作与休耕设计、地膜覆盖与深松等技术要点;其次,在农技服务体系配合下,应组织现场示范区、农户沙龙、田间日记监测小组,对播种期灌溉水量、肥料投入量、土壤墒情、作物生育状况、轮作休耕效果等数据实施定量记录,通过农户互助交流机制强化技术内化,并建立农田服务站负责数据汇总、经验反馈与区域适应性调整;第三,在分区管理方案制定阶段,应区分水资源有限区、土壤类型差异区、作物生育周期差别区三类,依据地区水文资源、土壤入渗速率、根系生长深度及作物耗水规律,提出精准灌溉与施肥同步、覆盖作物根系带施肥、耕作与轮作调控、灌溉控量技术等实施路径,并要求在果树、蔬菜认证区内实施灌溉定额控制、灌后渗漏监测、余水回收利用、管道输水防渗和服务主体灌区边界水量测评,以保障技术实施过程的可控性^[2]。

2.3 建立精准土壤地力监测与改良推广机制

在多个绿色农业试验区内,应构建系统化的“土壤—地力监测—改良”推广机制。推广机构首先选定典型农田样块,按照土壤理化性质(如有机质含量、团聚体结构、pH值、有效磷钾、胶结体状况)与作物产量指标建立基线数据。然后,推广单位制定“改良方案手册”,包括有机肥替代比例、深耕还田、地膜覆盖或免膜播种技术、酸性或盐碱土壤调理(如采用石灰、硫酸或有机基质添加)等工艺。农户在技术员指导下,对田块实施测土配方施肥、有机肥(如绿肥、秸秆还田、畜禽肥料)与化肥逐渐替换、深耕结合覆膜或覆盖作物残体等操作。推广过程中需建立农户地力档案,定期复测监测土壤有机质变化、有效养分变化、作物根系发育及产量变化,并由农技站对比效果。基于监测结果,推广单位结合当地土壤类型、作物结构和气候条件,组织区域研讨会与农户农技员沙龙,讨论地力退化情形、调理策略与操作细节,强化农户自主识别地力问题并自主操作地力改进流程。总而言之,该机制强调从“监测—诊断—改良—复测”闭环运行,使技术推广与田间反馈同步,并逐步形成本地化的土壤地力

改良规范,从而为绿色种植奠定基础。

2.4 推广规范化品种选育与生产体系连接机制

在绿色农业发展背景下,应强化优良、高抗病虫害、高适应性的绿色种植品种及其生产体系的推广。推广机构需依据地区气候、土壤及市场需求,筛选适宜绿色种植的作物品种,并与种植基地、农户、科研机构形成“品种—生产—服务”链条。首先,组织省市农科院或高校选取绿色认证需求强、市场溢价明显的主作物或特色作物品种,并对其绿色栽培技术进行配套设计(如低投入、无化学残留、适度密植、覆盖栽培等)^[3]。其次,在示范基地先行种植该品种,并按绿色规范流程(如有机肥替代、少量化肥、免除或严控农药使用、施行轮作或间作)进行生产,农户参观、实操、签订推广协议。再次,推广机构与种苗供应链合作,保障农户获得高质量种苗,并提供规范化栽培指导(详列播种密度、株行距、耕作方法、施肥方案、覆盖或间作方案、采收标准、品控环节)。同时,建立“技术服务队伍—农户—基地”三维机制,技术服务队伍对农户进行现场辅导、记录品种生长参数、病虫害发生情况、产量和品质指标,并在年末汇总形成品种推广报告。最后,通过认证体系、绿色标签、生态标志等方式将该品种的绿色栽培成果与市场需求连接起来,激励农户采用该体系。

3 绿色农业病虫害防治措施

3.1 构建生态调控体系实现病虫害源头干预

绿色农业病虫害防治的实践中,生态调控作为源头干预手段被广泛采用。根据相关研究,农村可通过调整种植结构、增强田间生物多样性、实施轮作和间作、引入天敌昆虫等方式构建生态调控体系。具体而言,推广单位在区域作物布局中应设计适宜的轮作方案(如豆→禾→蔬体系)、间作带引草或花蕾作物以吸引益虫、保留或引进食虫鸟类与寄生蜂类,施行田埂割草、边缘植被带保留等操作。农户在执行时先由技术员对田块进行生态状态评估,包括益虫种群密度、病虫害历史发生情况、田间植被覆盖率等指标。随后制定生态调控方案,如在田块边缘栽植花草带、在主作物间作适生植物、减少单一大面积单一种植。此外,农户应定期观测天敌昆虫群落、记录害虫发生次数、建立田间益虫释放或保护机制。推广单位应配套编印“生态调控操作手册”,并组织农户参与实地演练。通过该生态调控体系,可在病虫害尚未发生或初发阶段即形成压力抑制,有效降低化学介入需求,实现绿色防控导向。

3.2 应用生物防治措施增强田间病虫害自抑能力

在绿色农业田间防控体系中,应于作物定植前由推广机构与农户联合设立监测点,采用“Z”形取样或粘虫板法定期统计害虫与益虫种群动态,并依据监测结果调整释放策略。依据《农作物病虫害防治条例》要求,应实施绿色防控与分类管理。在天敌释放阶段,需依据害虫种类选择本地化、

工厂化繁育的寄生蜂、捕食螨、草蛉等天敌,控制释放密度与频次,如蓟马防治每亩投放小花蝽约500头,连续释放2—4次,并保证释放期处于害虫初期。微生物防治环节应选用与天敌兼容的 *Bacillus thuringiensis* 等制剂,在湿度适中、温度适宜条件下喷施,并记录施药时间、剂量与害虫减少率,建立生物防治档案以便评估与优化方案。农户需逐步以低毒生物衍生制剂(如苦参碱、除虫菊素、核型多角体病毒)替代高毒农药,并轮换不同作用机理的制剂以延缓抗性、保护天敌群落^[4]。推广单位安排技术人员定期追踪田间种群比例及抑害效果,依据监测数据调整释放密度或天敌种类,构建以天敌供给与微生物制剂协同的综合生物防控体系,从生态系统层面维持害虫种群在自然自抑状态,实现田间病虫害持续稳定控制。

3.3 采用物理诱控与环境调节手段实施辅助防治

在绿色农业病虫害防治实践中,物理诱控及环境调节方式作为辅助手段,能够提升整体防控效能。研究指出,绿色防控体系需结合理化诱控技术。具体操作上,推广单位应在示范田块推广黄色/蓝色粘虫板、诱虫灯、陷阱装置、防虫网罩设施、覆盖膜抑虫等物理工具。农户根据作物类型、害虫种类、田间环境选择合适工具,例如在蔬菜大棚或露地使用防虫网与虫口监测诱板,对夜蛾等夜飞性害虫布设诱虫灯。在环境调节方面,农户实施合理密植、通风换气、湿度控制、田间排水防湿等措施,以减少病菌滋生环境。推广单位编制“物理诱控与环境调节操作规程”,并为农户提供现场示范、诱控设备安装、虫情监测图样操作指导。农户应定期检查诱控设施、记录捕虫数量、环境条件变化、害虫发生趋势,并根据结果及时调整诱控布局。通过物理诱控与环境调节,可在病虫害蔓延前形成防线,从而减轻化学防治压力。

3.4 实施科学用药与残留监测体系保障绿色防控完整闭环

即便在主要依赖生态、生物、物理防控的前提下,科

学用药仍不可或缺。中国农业农村部于2011年印发《关于推进农作物病虫害绿色防控的意见》,明确将理化诱控、农业防治、生物防治与科学用药相结合。在具体实施中,推广单位应制定“绿色用药规范”手册,内容包括低残留农药清单、标准剂量、施药时机、喷雾设备校正、药后安全间隔期、农药轮换使用方案等。农户在使用前须填写“农药使用登记表”,记录作物品种、田块位置、施药品种、剂量、温度湿度、作业人员等信息,发表于农技服务机构数据库保存。与此同时,推广单位联动地方检测机构建立“农药残留监测体系”,抽样检测作物及土壤、地下水中残留浓度,结果反馈农户并依据检测结果调整用药方案^[5]。农户还应按照绿色认证要求对农药包装、安全间隔期、清洗残留、退膜回收进行操作。该用药与监测闭环机制可确保防治效果与农产品安全兼顾,为绿色农业病虫害防控提供技术保障。

4 结语

综上所述,在推动绿色农业种植技术和病虫害防治体系落地过程中,必须坚持技术推广、农户能力建设和制度机制同步推进。未来沿此路径完善绿色种植与防控机制,将有助于形成生态友好、资源节约与质量安全兼顾的农业生产格局。

参考文献

- [1] 柳丽萍.绿色农业种植技术推广及病虫害防治措施探析[J].农家科技, 2024(38):181-183.
- [2] 陈统娜.绿色农业种植技术推广及病虫害防治措施[J].河北农机, 2023(5):40-42.
- [3] 陈修彦.绿色农业种植技术推广及病虫害防治措施[J].幸福生活指南, 2023(33):0163-0165.
- [4] 段跃刚.绿色农业种植技术推广及病虫害防治的策略[J].河北农机, 2023(6):76-78.
- [5] 段跃刚.绿色农业种植技术推广及病虫害防治的策略[J].河北农机, 2023(6):76-78.

Salt tolerance gene mining and functional analysis in rice

Pingkun Tian

Puyang County Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Puyang, Henan, 457100, China

Abstract

Rice is a globally important food crop, but the expansion of saline-alkali lands has severely affected its growth and yield. In recent years, the study of salt-alkali tolerant rice has become an important topic in agricultural science. Through in-depth analysis of the genetic background and regulatory mechanisms of rice salt-alkali tolerance, scientists have identified a number of candidate genes associated with salt-alkali tolerance. The functional analysis of these genes provides a theoretical basis for the breeding of salt-alkali tolerant rice varieties. By using techniques such as gene editing, transgenic technology, and molecular markers, researchers can screen and validate salt-alkali tolerance genes, providing important tools for agricultural improvement.

Keywords

rice; salt-alkali tolerance; gene mining; functional analysis; molecular markers

水稻耐盐碱基因挖掘与功能分析

田平坤

濮阳县农业农村局, 中国 · 河南 濮阳 457100

摘 要

水稻是全球重要的粮食作物, 但盐碱地的扩展严重影响了水稻的生长和产量。近年来, 耐盐碱水稻的研究已成为农业科学领域的重要课题。通过对水稻耐盐碱性状的遗传背景及其调控机制的深入分析, 科学家们已挖掘出一批与盐碱耐性相关的候选基因。这些基因的功能分析为培育耐盐碱水稻品种提供了理论依据。采用基因编辑技术、转基因技术及分子标记等手段, 研究人员能够筛选和验证耐盐碱基因, 为农业改良提供了重要工具。

关键词

水稻; 耐盐碱; 基因挖掘; 功能分析; 分子标记

1 引言

随着全球气候变化的加剧, 盐碱地的面积不断扩展, 影响了大量农作物的生长, 尤其是水稻这一重要粮食作物。水稻对盐碱的敏感性使其在盐碱地上的种植受到极大制约, 因此, 提高水稻对盐碱的耐受性成为农业研究的重要课题。近年来, 随着分子生物学技术的发展, 水稻耐盐碱基因的挖掘和功能分析取得了显著进展。通过基因组学、转基因技术及基因编辑技术等手段, 科学家已初步揭示了耐盐碱性状的遗传机制, 筛选出了多种候选基因。这些研究不仅丰富了耐盐碱机制的理论基础, 也为培育适应盐碱环境的水稻新品种提供了新的途径。此外, 分子标记辅助选择等技术的应用, 显著提高了耐盐碱水稻的育种效率, 为解决粮食安全问题提供了新的思路。因此, 水稻耐盐碱基因的深入研究, 具有重要的科学意义和应用前景。

2 水稻耐盐碱性状的遗传背景

2.1 水稻耐盐碱性状的遗传研究进展

水稻耐盐碱性状的遗传研究已取得了一定进展, 许多盐碱耐性基因的候选基因已经被鉴定。研究表明, 水稻耐盐碱性状具有复杂的遗传背景, 涉及多个基因的协同作用。早期的研究多依赖经典的遗传学方法, 如 QTL 定位技术, 发现了多个与耐盐碱相关的 QTL 位点。近年来, 随着高通量基因组学技术的发展, 研究者开始利用全基因组关联分析 (GWAS) 和转录组学技术进一步揭示耐盐碱性状的遗传基础。这些研究不仅丰富了耐盐碱性状的遗传学理论, 也为后续的分子标记开发和耐盐碱水稻品种的培育奠定了基础。随着基因组编辑技术的发展, 部分关键基因的遗传调控机制得到了更为深入的探索。

2.2 耐盐碱性状相关基因的发现与筛选

耐盐碱基因的发现与筛选是水稻耐盐碱性状研究的核心内容之一。通过对不同水稻品种的基因组进行全基因组关联分析 (GWAS), 结合转录组学数据, 研究人员成功筛选出了一批与耐盐碱相关的基因, 如 OsHKT1;5、OsNHX1、

【作者简介】田平坤 (1974-), 男, 本科, 高级农艺师, 从事农业在种植业中重点推广测土配方施肥技术研究。

OsSOS1 等, 这些基因在水稻的盐胁迫应答中发挥着重要作用。基因筛选工作还依赖于大规模的基因表达谱分析, 通过对盐胁迫条件下水稻基因的表达模式进行分析, 进一步确认了多个耐盐碱相关基因的功能。随着基因编辑技术的应用, 研究者能够精准地验证这些基因在盐碱耐性中的作用, 为水稻的耐盐碱基因工程改良提供了新的方向。

3 水稻耐盐碱基因的功能分析方法

3.1 基因编辑技术在水稻耐盐碱基因功能分析中的应用

基因编辑技术, 尤其是 CRISPR/Cas9 系统, 已广泛应用于水稻耐盐碱基因的功能分析中。通过对特定耐盐碱基因进行精准编辑, 研究人员可以敲除或突变目标基因, 进而观察水稻在盐碱环境中的生长表现。CRISPR/Cas9 技术的高效性和精确性使得其成为功能基因验证的理想工具。例如, 研究人员通过敲除 OsHKT1;5 基因, 发现该基因在盐分积累过程中起到关键作用, 敲除该基因的水稻表现出较低的盐分耐受性。基因编辑技术不仅能够帮助理解基因的具体功能, 还能够为耐盐碱水稻的基因改良提供依据。

3.2 转基因技术及其在功能验证中的作用

转基因技术为水稻耐盐碱基因的功能验证提供了重要手段。通过将耐盐碱基因导入到水稻中, 可以直接观察转基因水稻在盐碱胁迫下的表现。例如, 研究人员通过将 OsNHX1 基因导入水稻, 使其在盐碱环境下表现出较高的盐分耐受性。转基因技术不仅有助于验证基因的功能, 还能进一步阐明基因在耐盐碱过程中的作用机制。此外, 利用转基因技术, 还可以对多个耐盐碱基因进行组合, 研究其在耐盐碱性状中的协同作用, 从而为耐盐碱水稻品种的培育提供重要理论依据。

3.3 表型分析与生理生化指标评估方法

表型分析是水稻耐盐碱基因功能验证的重要手段。通过对转基因水稻、基因敲除株系或野生型水稻在盐碱环境中的生长情况进行比较, 研究人员能够评估目标基因对耐盐碱性的影响。常见的表型分析方法包括测定株高、根长、叶绿素含量等生长指标, 以及通过测定 Na⁺、K⁺ 等离子浓度, 评估水稻在盐碱胁迫下的离子平衡。此外, 生理生化指标如抗氧化酶活性、渗透调节物质 (如脯氨酸、糖类) 的含量等, 也可以作为耐盐碱性状的重要评估指标。通过综合表型和生理生化数据, 可以更准确地评估基因在盐碱耐性中的作用。

4 水稻耐盐碱基因的候选基因筛选与鉴定

4.1 高通量基因组学技术的应用

高通量基因组学技术为水稻耐盐碱基因的筛选和鉴定提供了强大的工具。通过全基因组关联分析 (GWAS)、基因组重测序等技术, 研究人员可以在大规模的水稻群体中挖掘与盐碱耐性相关的基因。GWAS 能够通过对多个水稻品种的基因型和表型数据进行关联分析, 定位耐盐碱性状

的 QTL 位点。基因组重测序技术则能提供更加全面的基因信息, 帮助研究者识别可能的候选基因。此外, 基因组学技术还可以揭示基因的多态性, 为耐盐碱基因的功能分析提供依据。

4.2 候选基因的表达谱分析

候选基因的表达谱分析能够帮助研究人员筛选与水稻耐盐碱性状相关的基因。通过实时定量 PCR (qPCR) 和 RNA-Seq 等技术, 研究人员可以分析在盐碱胁迫下, 候选基因在不同水稻品种中的表达变化。高表达的基因通常与耐盐碱性状的增强密切相关, 而低表达或无响应的基因则可能与耐盐碱性状无关。通过对比不同品种、不同环境条件下的基因表达谱, 研究人员能够精准地筛选出关键耐盐碱基因, 为后续的功能验证和育种提供依据。

4.3 功能验证与基因突变分析

功能验证是水稻耐盐碱基因研究中的关键步骤。通过基因突变分析, 研究人员可以确认候选基因在盐碱耐性中的作用。例如, 利用 CRISPR/Cas9 等基因编辑技术将候选基因敲除或突变, 并观察突变株系在盐碱环境下的表现。突变分析不仅可以验证基因是否参与耐盐碱性状的调控, 还能够揭示其作用机制。此外, 研究者还可以通过基因过表达、RNAi 等技术进一步验证候选基因的功能, 确保其在盐碱胁迫下的真实效应。通过这一系列的功能验证与基因突变分析, 可以为水稻耐盐碱性状的分子育种提供坚实的基础。

5 水稻耐盐碱性状的分子标记研究

5.1 分子标记在耐盐碱性状中的应用

分子标记技术广泛应用于水稻耐盐碱性状的研究和改良。通过标记与耐盐碱性状相关的基因或 QTL 位点, 研究人员能够在水稻的育种过程中实现精准筛选, 提高育种效率。常见的分子标记技术包括微卫星标记 (SSR)、单核苷酸多态性 (SNP) 标记和插入缺失标记 (InDel)。这些标记能够帮助研究人员鉴定和跟踪与耐盐碱性状相关的基因, 从而加速耐盐碱水稻的选育。通过分子标记, 育种工作可以不依赖于盐碱胁迫条件下的表型表现, 从而避免了长期的试验和资源浪费。随着高通量测序技术的进步, 分子标记的开发和应用为耐盐碱水稻品种的改良提供了更为高效和精准的工具。

5.2 耐盐碱基因的标记辅助选择 (MAS)

标记辅助选择 (MAS) 是水稻耐盐碱性状育种中一种重要的方法。MAS 通过使用与耐盐碱性状相关的分子标记来指导基因型的选择, 极大提高了育种效率。通过对耐盐碱相关基因进行分子标记, 研究人员可以在水稻的早期世代中进行基因型的筛选, 选出具有耐盐碱基因的个体, 并进行进一步的种质改良。这一方法不仅减少了盐碱胁迫下的育种周期, 还能够精准传递耐盐碱性状。MAS 已被成功应用于多种水稻品种的耐盐碱改良, 极大推动了耐盐碱水稻品种的推

广和普及。MAS技术的优势在于其高效、准确，并且能够显著提升育种过程中的遗传进展。

5.3 分子标记与基因组选择的结合

分子标记与基因组选择（GS）的结合为水稻耐盐碱基因的育种提供了新的方向。基因组选择通过评估个体基因组中所有标记的效应，结合多种标记进行整体选择，而不仅仅依赖于单个标记。这种方法能够更准确地预测目标性状的遗传表现，提升耐盐碱性状的遗传改良效率。在水稻耐盐碱性状的研究中，通过基因组选择，研究人员可以全面考虑水稻基因组中的所有耐盐碱相关标记，提高耐盐碱性状的选择准确性。同时，基因组选择能够更好地应对性状复杂性，提升整体育种效果。随着基因组数据和生物信息技术的发展，分子标记与基因组选择的结合将在水稻耐盐碱基因育种中发挥越来越重要的作用。

6 水稻耐盐碱基因的应用前景与农业改良

6.1 耐盐碱基因的遗传改良效果

水稻耐盐碱基因的遗传改良已在多个方面取得显著效果。通过对耐盐碱基因的筛选、功能分析及育种应用，研究人员已经培育出多个耐盐碱水稻品种，具有较强的盐碱耐性。这些水稻品种在盐碱土壤中表现出较高的生长和产量，相较于传统水稻品种，能够在恶劣环境下更好地适应生长。遗传改良还可以通过多基因组合的方式增强水稻的耐盐碱性，进一步提升水稻的适应性。通过分子标记辅助选择等技术，耐盐碱基因的有效传递和表达得到了确保，为农业生产提供了可持续发展的解决方案。

6.2 耐盐碱水稻品种的培育与推广

耐盐碱水稻品种的培育与推广已成为农业改良中的重要任务。通过传统育种和分子育种技术的结合，耐盐碱水稻品种的培育取得了重要进展。目前，多个耐盐碱水稻品种已在不同地区得到了推广，并在实际生产中发挥了重要作用。这些品种不仅提高了盐碱土地的利用效率，还提升了农民的生产收益。随着分子标记和基因组选择技术的进步，耐盐碱水稻品种的培育和推广将更加高效和精准。未来，随着科技的不断进步，耐盐碱水稻品种的推广将在更多的盐碱地区得到广泛应用，帮助解决全球粮食安全问题。

6.3 水稻耐盐碱性状在不同环境中的适应性

水稻耐盐碱性状在不同环境中的适应性具有广泛的应用前景。随着盐碱地面积的增加，耐盐碱水稻的适应性研究变得尤为重要。不同地区的土壤类型和气候条件对水稻的耐盐碱性状有不同的影响，因此，研究不同环境中耐盐碱性状的表现和机制，将为耐盐碱水稻的适应性改良提供重要依据。通过对水稻耐盐碱性状的多环境试验和表型分析，研究人员能够识别出适应性强的水稻品种，并进行有针对性的改良。随着耐盐碱水稻品种的不断推广，水稻的生产范围将进一步扩大，尤其是在受盐碱土壤影响较大的地区，水稻的种植将得到有效提升。

7 结语

水稻耐盐碱基因的研究与应用为农业可持续发展提供了新的方向。随着盐碱地的不断扩大，耐盐碱水稻的培育与推广成为保障粮食安全、提高土地利用效率的重要手段。通过分子标记、基因编辑、转基因技术等手段，研究人员已经在耐盐碱性状的基因筛选、功能分析及遗传改良方面取得了显著进展。标记辅助选择（MAS）和基因组选择（GS）的结合为耐盐碱水稻的育种提供了更加精准和高效的方法。此外，耐盐碱水稻品种的推广不仅提升了盐碱土地的生产能力，也为农民带来了更多的收益。未来，随着技术的不断进步和研究的深入，耐盐碱水稻的品种将更加适应不同环境条件，推动农业的绿色发展。耐盐碱基因的应用将成为农业改良的重要工具，为全球粮食安全和可持续农业发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 荀瑞丽,舍杨梦斐,方晶莹,田浩天,马国林,田蕾,罗成科. 不同耐盐碱类型水稻根系对盐碱胁迫的生理及分子响应差异[J].河南农业科学,2025,54(09):34-42.
- [2] 邓玉娟,乐黎辉. 基于“耐盐碱水稻培育”情境的跨模块复习教学设计[J].生物学教学,2025,50(09):21-25.
- [3] 李宛鸿,胡冰霜,孙晓丽,才晓溪,孙明哲. 过表达野生大豆耐盐碱基因GsGSTU13提高了水稻苗期耐盐碱性[J].作物学报,2024,50(10):2458-2467.
- [4] Ratan Kumar Ganapati.水稻苗期耐盐碱基因挖掘及单倍型分析[D]. 导师: 徐建龙. 中国农业科学院, 2024.

Germplasm Innovation and Breeding Practices of Salt- and Alkali-Tolerant Crops

Dingxun Su¹ Qing Su²

1. Luoyang Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Luoyang, Henan, 471000, China

2. Northwest A&F University, Xianyang, Shaanxi, 712000, China

Abstract

This paper focuses on the innovation and breeding practice of salt-alkali tolerant crop germplasm. The research aims to promote the development of salt-alkali tolerant crops and enhance the utilization efficiency of saline-alkali land to ensure food security. Methodologically, it first provides an overview of the characteristics of salt-alkali tolerant crops and then elaborates on practical points, including the precise exploration and systematic identification of germplasm resources, and the construction of a multidimensional evaluation system; innovative use of germplasm resources through genetic improvement technologies such as marker-assisted selection and gene editing; strengthening interdisciplinary integration involving genetics, physiology, and other fields to establish a collaborative innovation mechanism; and building a full-chain support system covering basic research, technology development, variety breeding, demonstration and promotion, and policy support. This study provides theoretical and technical support for the breeding of salt-alkali tolerant crops and contributes to the efficient utilization of saline-alkali land.

Keywords

salt-alkali tolerant crops; germplasm; breeding

耐盐碱作物种质创新与育种实践

苏顶勋¹ 苏晴²

1. 洛阳市农林科学院, 中国·河南 洛阳 471000

2. 西北农林科技大学, 中国·陕西 咸阳 712000

摘要

本文聚焦耐盐碱作物种质创新与育种实践。研究目的在于推动耐盐碱作物发展, 提升盐碱地利用效率以保障粮食安全。方法上, 先对耐盐碱作物特点进行概述, 进而阐述实践要点, 包括精准挖掘并系统鉴定种质资源, 构建多维度评价体系; 创新种质资源利用方式, 运用分子标记辅助选择、基因编辑等遗传改良技术; 强化遗传学、生理学等多学科交叉融合, 建立协同创新机制; 构建涵盖基础研究、技术开发、品种培育、示范推广及政策保障的全链条支撑体系。该研究为耐盐碱作物育种提供了理论与技术支持, 有助于实现盐碱地高效利用。

关键词

耐盐碱作物; 种质; 育种

1 引言

盐碱地属于关键的土地资源范畴, 其开发以及利用对于保障粮食安全而言有着重大意义, 耐盐碱作物可在盐碱环境里生长, 这是开发盐碱地的关键所在, 不过目前耐盐碱作物种质资源挖掘的深度欠缺, 遗传改良技术需要创新, 多学科协同不够紧密, 全链条支撑体系也还不够完善, 深入进行耐盐碱作物种质创新以及育种实践研究, 精准挖掘优质种质, 创新利用与改良技术, 强化协同机制, 构建全链条体系, 成为当下急需解决的关键课题。

2 耐盐碱作物特点概述

耐盐碱作物指的是那些可在土壤含盐量比较高或者 pH 值呈现偏碱性这种逆境环境当中正常生长并且维持一定产量的植物, 这类作物一般都有一系列特殊的生理以及形态方面的适应机制, 以此来应对高盐、高碱所带来的渗透胁迫、离子毒害以及营养失衡等诸多问题, 它的主要特点包含以下几个方面: 其一, 有较强的离子选择性吸收以及区隔化能力, 可有效地限制钠离子等有害离子进入到细胞质当中, 把它们隔离在液泡里面, 保护细胞的代谢活动, 其二, 拥有发达的根系结构, 这可在盐碱土中更高效地吸收水分以及养分, 其三, 在体内积累相容性溶质, 比如脯氨酸、甜菜碱、可溶性糖等, 用来调节细胞渗透压, 维持水分平衡, 其四, 部分耐

【作者简介】苏顶勋(1974-), 中国河南唐河人, 本科, 工程师, 从事生物育种、园林绿化研究。

盐碱作物的叶片有盐腺或者泌盐结构，可以主动地将多余的盐分排出到体外。另外这些作物大多时候表现出较高的抗氧化酶活性，可清除因为盐碱胁迫而产生的活性氧，减轻氧化损伤，常见的耐盐碱作物有碱蓬、甜菜、高粱、大麦、某些水稻品种以及苜蓿等，随着全球耕地盐碱化问题变得日益严峻，培育和推广耐盐碱作物可拓展农业可利用的土地资源，还可提升边际土地的生产力，对于保障粮食安全以及实现可持续农业发展有着关键的意义^[1]。

3 耐盐碱作物种质创新与育种实践要点

3.1 精准挖掘与系统鉴定耐盐碱种质资源

耐盐碱作物种质资源的挖掘是种质创新以及育种实践的基础所在，其精准程度与系统程度会直接对后续育种工作的效果产生影响，我国盐碱地分布范围较为广泛，包含滨海盐碱区、黄淮海平原盐碱区、西北内陆盐碱区等多种不同类型，各个区域盐碱地的盐分构成、浓度梯度以及土壤结构存在明显差异，这就需要种质资源挖掘有地域针对性以及生态适应性^[2]。举例来说，滨海盐碱地主要以氯化物盐为主，土壤 pH 值较高并且盐分表聚现象较为突出，而西北内陆盐碱地则是以硫酸盐为主，土壤板结情况严重且地下水矿化度较高，挖掘工作要结合不同盐碱区的生态特征，制定出差异化的采集策略，着重收集生长在极端盐碱环境中的野生近缘种、地方品种以及传统农家种，这些材料一般蕴含着独特的耐盐碱基因资源。

系统鉴定作为挖掘工作的拓展，需要构建有多维度以及多层次特点的评价体系，传统的鉴定方法主要依靠田间耐盐性评价，借助观察作物在盐碱地上的出苗率、存活率、生长态势以及产量表现等各项指标来开展筛选工作，然而此种方法存在周期较长、容易受到环境因素干扰的问题，并且很难揭示耐盐碱的分子机制。现代鉴定技术融合了生理生化指标检测、分子标记辅助选择以及基因编辑验证等多种手段，比如凭借测定作物在盐胁迫状况下的脯氨酸含量、抗氧化酶活性、离子吸收与转运能力等生理指标，可快速评估其耐盐性的强弱程度，利用分子标记技术定位与耐盐基因紧密连锁的标记，可实现耐盐性状的早期预测以及精准选择，结合 CRISPR/Cas9 等基因编辑工具，可验证候选基因的功能，为耐盐碱基因的挖掘与利用提供相应的理论依据^[3]。种质资源的保存与共享机制同样是系统鉴定的关键部分，建立耐盐碱作物种质资源库，采用低温保存、离体保存以及田间保存相结合的方式，可保证种质资源实现长期安全存储，构建全国统一的耐盐碱种质资源信息平台，达成资源信息的数字化管理与共享，可避免重复采集以及资源浪费的情况发生，促进科研机构与企业之间的协同创新。借助精准挖掘与系统鉴定，可以为耐盐碱作物育种提供丰富的基因资源，为后续的种质创新奠定坚实的基础。

3.2 创新种质资源利用与遗传改良技术

种质资源的利用效率直接决定育种实践的突破程度。传统育种方法主要依赖杂交育种与选择育种，通过人工杂交将不同亲本的优良性状组合在一起，再通过多代选择固定目标性状^[4]。现代生物技术则为种质资源利用提供了新途径，其中分子标记辅助选择（MAS）与基因编辑技术（GE）的应用尤为广泛。

分子标记辅助选择借助检测和目标性状紧密相连的分子标记，可在早期世代挑选出带有耐盐碱基因的个体，有效缩短育种周期，就像针对作物耐盐性相关的 SOS1、NHX1 等基因，研发出特异性分子标记，可在杂交后代里迅速筛选出耐盐性提高的植株，防止传统表型筛选的盲目性。全基因组选择技术的出现，让选择的精准性得到提高，此技术运用全基因组范围内的分子标记信息，构建预测模型，可同时对多个性状展开选择，特别适合耐盐碱等复杂性状的改良。

基因编辑技术给耐盐碱作物育种给予了有革命性的进展，借助 CRISPR/Cas9 系统可精准地对作物里抑制耐盐性的基因进行敲除或者编辑，也可导入外源耐盐基因，快速创造出耐盐碱的新种质，比如编辑作物中的 HKT1 基因，它是调控钠离子转运的关键基因，编辑后可减少叶片中的钠离子积累，提高作物的耐盐性，导入拟南芥的 AVP1 基因，该基因编码液泡膜质子泵，导入后可以提升作物对盐胁迫的适应能力。基因编辑技术的运用突破了传统育种的物种界限，达成了耐盐碱性状的定向改良，为培育高产、优质且耐盐碱的作物新品种给予了技术支持，合成生物学技术的兴起为耐盐碱作物育种开拓了新方向，凭借设计并构建人工生物系统可重新构建作物的耐盐碱代谢途径，赋予其全新的耐盐机制。例如把蓝藻中的盐腺结构引入作物中，让作物拥有主动排盐的能力，或者构建耐盐相关基因的调控网络，以此实现耐盐性状的智能调控，合成生物学的应用会推动耐盐碱作物育种从“改良”朝着“设计”转变，为应对盐碱地挑战提供全新的解决办法。

3.3 强化多学科交叉融合与协同创新机制

耐盐碱作物种质创新与育种实践是一项复杂的系统工程，涉及遗传学、生理学、分子生物学、土壤学、气象学等多个学科领域^[5]。单一学科的研究往往难以全面揭示耐盐碱的机制，也难以解决实际育种中的复杂问题。因此，强化多学科交叉融合与协同创新机制，是推动耐盐碱作物育种突破的关键。

多学科交叉融合可推动知识的流动以及技术的整合，比如说遗传学跟分子生物学相互结合，就可揭示耐盐碱基因的分子机制以及调控网络，生理学和土壤学相结合，可阐明作物在盐碱环境里的适应策略以及土壤改良所产生的协同效应，气象学与生态学结合，可评估盐碱地作物生产的生态风险以及可持续性。借助学科交叉，可以构建起“基因—

分子—细胞—个体—群体—生态系统”这样一个全链条研究体系，为耐盐碱作物育种给予理论方面的支撑以及技术上的保障。

协同创新机制可整合科研机构、高校、企业等多方面资源，形成创新合力，科研机构以及高校在基础研究和技术开发领域有优势，可承担耐盐碱基因挖掘、分子机制解析以及新技术研发等相关任务，企业在种质资源利用、品种推广以及产业化应用方面有优势，可以推动科研成果实现转化并落地。借助建立产学研用深度融合的创新平台，可达成资源共享、优势互补以及风险共担，比如国家耐盐碱水稻技术创新中心凭借整合全国优势科研力量，开展耐盐碱水稻种质资源挖掘、基因编辑育种以及配套栽培技术研究，已经培育出多个耐盐碱水稻新品种，并且在盐碱地进行推广种植，收获了十分突出的社会效益。国际合作与交流同样是协同创新的关键途径，盐碱地问题有全球性，各个国家在耐盐碱作物育种方面积累了丰富的经验与技术，凭借参与国际合作项目、举办学术会议以及建立联合实验室等方式，可引进国外先进技术与管理经验，提升我国耐盐碱作物育种的国际竞争力，例如我国与巴基斯坦、埃及等国家开展耐盐碱作物合作研究，共同应对盐碱地挑战，为全球粮食安全贡献力量。

3.4 构建耐盐碱作物育种全链条支撑体系

耐盐碱作物种质创新与育种实践需构建全链条支撑体系，涵盖基础研究、技术开发、品种培育、示范推广及政策保障等各个环节。全链条支撑体系的构建，可确保育种工作的系统性、连续性与可持续性，推动耐盐碱作物育种从实验室走向田间地头。

基础研究作为全链条的起始点，应当着重关注耐盐碱机制的剖析以及基因资源的挖掘，借助开展耐盐碱相关基因的功能研究、代谢途径调控以及表观遗传修饰等基础性工作，可揭示作物适应盐碱环境的分子机制，为育种工作提供理论方面的依据，强化耐盐碱种质资源的收集、保存以及评价工作，搭建起全国统一的种质资源信息平台，可为育种工作提供丰富多样的基因资源。技术开发属于全链条的关键部分，需要突破耐盐碱育种的核心技术，重点推进分子标记辅助选择、基因编辑、全基因组选择以及合成生物学等现代生物技术的发展，以此提升育种的精准程度与效率，加强耐盐

碱栽培技术、土壤改良技术以及水肥管理技术的研发，形成一套配套的技术体系，为耐盐碱作物生产提供技术上的支持。品种培育是全链条的核心目标，要培育出适应不同盐碱区域的高产、优质且有多种抗性的新品种，依据盐碱地的类型和程度，制定差异化的育种策略，重点培育耐盐性强、产量稳定且品质优良的作物品种，比如针对轻度盐碱地，培育出兼顾耐盐性与高产性的品种，针对重度盐碱地，培育出耐盐性很强并且可正常生长的品种。凭借品种培育，可逐步扩大盐碱地作物的种植面积，提高盐碱地的利用效率，示范推广是全链条的关键环节，需要建立耐盐碱作物示范基地以及推广网络，凭借在盐碱地建立示范基地，展示耐盐碱作物的生长表现以及产量优势，可提高农民的种植信心和积极性，构建“科研机构—推广部门—新型经营主体”的推广网络，依靠技术培训、现场指导以及信息服务等途径，将耐盐碱作物品种以及配套技术迅速推广到生产一线，实现科技成果的转化与落地。

4 结语

耐盐碱作物种质创新与育种实践是一项长期且艰巨的任务。通过精准挖掘与鉴定种质资源、创新利用与改良技术、强化多学科交叉融合以及构建全链条支撑体系，我们已在耐盐碱作物育种领域取得一定进展。未来，仍需持续探索，不断优化育种策略，推动耐盐碱作物育种技术升级，让更多耐盐碱作物在盐碱地上扎根生长，为保障国家粮食安全和生态可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 张雪岩,岳亚凯,李亚涵,等. 耐盐碱内生贝莱斯芽孢杆菌BRS在盐碱胁迫下对玉米幼苗生理特性的影响 [J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2025, 37 (05): 81-89.
- [2] 张温轩. 盐碱地综合治理及产业化助力乡村振兴的现状与路径研究: 以黄骅盐碱地为例 [J]. 山西农经, 2025, (19): 97-101.
- [3] 刘庆,迟晓元,陈娜,等. 花生耐盐碱能力综合评价及种质筛选 [J]. 花生学报, 2025, 54 (04): 412-420+439.
- [4] 刘天金,邹安然,易听雨,等. 耐盐碱菌草内生细菌的筛选及其对玉米的促生作用 [J]. 广东农业科学, 2025, 52 (06): 87-98.
- [5] 吴盼盼,李剑峰,朱增银,等. 滨州市耐盐碱作物种质资源综合利用现状及发展对策研究 [J]. 中国种业, 2024, (01): 48-51.

Research on new tobacco variety Guiyan 20 breeding technology

Xiaobing Xue Huina Zhao Changjie Guan Yi Wang Jianwei Li*

Guizhou Tobacco Science Research Institute, Guiyang, Guizhou, 550081, China

Abstract

To enhance the yield and quality of Guiyan 20 seeds, the primary self-bred flue-cured tobacco variety in Guizhou's tobacco-growing regions, a single-factor trial was conducted to investigate the effects of different leaf retention numbers, fruit retention numbers, and boron fertilizer application during the flowering stage on seed quality. Results showed that leaf retention and fruit retention per plant had no significant impact on thousand-seed weight and germination index. However, maintaining 300 fruits per plant significantly increased seed yield without compromising quality. Additionally, applying a 0.2%-0.4% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ solution to tobacco plants 30, 45, and 75 days after transplanting improved both seed yield and quality.

Keywords

Guiyan 20; number of leaves retained; number of fruits retained; boron fertilizer; thousand grain weight; germination index

烤烟新品种贵烟 20 繁种技术研究

薛晓兵 赵会纳 管昌杰 王轶 李建伟*

贵州省烟草科学研究院, 中国·贵州 贵阳 550081

摘 要

为提高贵州烟区主栽自育烤烟品种贵烟20繁种种子的产量和质量, 采用单因素田间试验方法, 研究盛花期不同留叶数、不同留果数及追施硼肥对种子产质量的影响。试验结果表明: 盛花期留叶数和单株留果数对贵烟20繁种种子的千粒重和发芽指数均无显著影响, 单株留果数300个能显著提高种子产量, 且不影响种子质量。烟株移栽后30、45、75d各喷施一次浓度为0.2%~0.4%的 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 溶液能提高种子的产质量。

关键词

贵烟20; 留叶数; 留果数; 硼肥; 千粒重; 发芽指数

1 引言

烤烟新品种贵烟 20, 作为贵州烟叶清甜香型风格的自育品种代表, 由贵州省烟草科学研究院选育, 于 2023 年 7 月通过全国烟草品种审定委员会审定通过, 审定号为 202311。2025 年, 品种种植面积达 24 万亩, 为贵州省烟叶生产主栽品种。

优良种子是烟叶生产发展的基本保障, 2019 年, 国家市场监督管理总局和国家标准化管理委员会发布了 GB/T 24308-2019 “烟草种子生产加工技术规程”^[1], 该标准对良种繁育过程中相关栽培、管理措施有指示性要求, 该标准为

通用型标准, 对品种间的区别无体现。作为新品种, 贵烟 20 繁种产量不高、种子质量不稳定。

就如何高产优质繁育贵烟 20, 笔者从留叶数、留果数、追施硼肥等几方面进行研究, 以找到最佳留叶数、留果数及硼肥施用浓度, 提高制种效率。

2 材料与方法

2.1 试验概况

试验于 2023 年在贵州省遵义市凤冈县进行, 试验地排灌良好, 肥力中等, 土壤基础肥力为有机质 32.69g/kg、全氮含量 1.5g/kg、全磷 0.60g/kg、全钾 15.0g/kg、水解氮 0.12g/kg、有效磷 0.03g/kg、速效钾 0.12g/kg、pH 4.6。

基础用肥施用贵州科泰金福农业发展有限公司生产的烟草专用肥和当地自制的牛粪有机肥, 其中专用肥 $\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ 为 1:1:2.5, 用量 1500kg/hm² (基肥 1050kg, 追肥 450kg), 有机肥有机质含量 400g/kg、总养分 91g/kg、总氮含量 35g/kg、总磷 24g/kg、总钾 32g/kg, 用量 1500kg/hm²。

烟株行距 1.1m, 株距 0.5m, 井窖式移栽, 高垄单行种植。

【基金项目】烟草供需联合繁种模式探索与构建(项目编号: 2022XM01)。

【作者简介】薛晓兵(1982-), 男, 中国山西运城人, 本科, 助理研究员, 从事烟草良种繁育方面研究。

【通讯作者】李建伟(1974-), 男, 苗族, 中国贵州遵义人, 硕士, 高级农艺师, 从事烟草农业技术研究及管理。

2.2 试验材料

试验材料用烤烟品种贵烟 20 由贵州省烟草科学研究院良种繁育中心提供。

2.3 试验设计

2.3.1 留叶数对种子产质量的影响

试验采用单因素设计，以盛花期不同留叶数为变量因素，设 2 个处理，3 次重复。设置处理 DT1 为自下而上打全株烟叶的 1/3 叶片数，DT2 为自下而上打全株烟叶的 1/2 叶片数，对照不打叶。其余环节按照 GB/T 24308-2019 “烟草种子生产加工技术规程”操作执行。

2.3.2 留果数对种子产质量的影响

试验采用单因素设计，以留果数为变量因素，设 3 个处理，3 次重复。设置处理 ZT1 为单株留果 100 个、ZT2 为单株留果 200 个、ZT3 为单株留果 300 个。其余环节按照 GB/T 24308-2019 “烟草种子生产加工技术规程”操作执行。

2.3.3 追施硼肥对种子产质量的影响

试验采用单因素设计，以硼肥 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) 浓度为变量因素，3 次重复。 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 浓度处理设置为 ST1 0.2%、ST2 0.3%、ST3 0.4%，CK 为不施硼肥。 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 水溶液于移栽后 30、45、75d 各喷施一次。其余环节按照 GB/T 24308-2019 “烟草种子生产加工技术规程”操作执行。

2.4 测定项目和方法

种子收获后，测定各处理种子的千粒重和发芽指数。

千粒重测定方法：每个处理的 3 个重复各随机数取 1000 粒供试种子，置于 130℃烘箱干燥 30 min，称重，获得千粒重，取平均值；发芽指数测定方法：每个处理的 3 个重复各取 100 粒供试种子，均匀置于垫有自来水湿润的滤纸的培养皿中，加盖，置于 25℃环境中，每天连续光照

12h，光照强度不低于 1000lx，发芽期间滤纸始终保持湿润，每天观察并记录出苗情况（以两片子叶展开、胚根正常生长作为正常幼苗标准），根据公式： $GI=\sum Gt/Dt$ ，GI 为发芽指数，Gt 为发芽试验终期内每日发芽数，Dt 为发芽日数 ($Dt\leq 7$) 计算发芽指数 GI。取 3 次重复的平均值。

2.5 数据统计及分析

采用 Excel 软件进行数据整理及图表制作，采用 SPSS 26 试用版进行数据分析，其中差异性分析采用单因素分析中的 Duncan 法。

3 结果与分析

3.1 不同留叶数对种子产质量的影响

由表 1 得知：DT1、DT2 处理下种子千粒重略高于对照，发芽指数略低于对照，但差异均不显著。

表 1 不同留叶数处理下种子千粒重和发芽指数

处理	千粒重 (mg)	标准差	差异性	发芽指数	标准差	差异性
DT1	68.98	1.31	a	53.51	0.53	a
DT2	69.04	0.94	a	54.58	1.33	a
CK	68.37	0.08	a	56.99	5.00	a

注：表中同一列不同字母表示存在 0.05 水平的显著差异，相同字母表示差异未达到 0.05 水平的差异。下同。

3.2 不同留果数对种子产质量的影响

表 2 显示：ZT1 处理下，种子千粒重略高，但差异不显著；各处理间理论产量呈显著性差异，其中 ZT3 最高，达 777.35 kg/hm²，ZT1 最低，为 271.27 kg/hm²；各处理间的发芽指数差异不显著。

表 2 不同留果数处理下种子千粒重和发芽指数

处理	千粒重 (mg)	标准差	差异性	理论产量 (kg/hm ²)	标准差	差异性	发芽指数	标准差	差异性
ZT1	72.32	1.49	a	271.27	0.17	c	55.02	2.27	a
ZT2	71.25	0.11	a	516.9	0.91	b	54.20	1.31	a
ZT3	71.44	0.68	a	777.35	0.21	a	54.23	1.70	a

3.3 追施硼肥对种子产质量的影响

表 3 显示：三种处理下，种子千粒重和发芽指数均高于对照，其中 ST1 千粒重显著高于 CK，ST3 发芽指数显著高于 CK，各处理间差异不显著。

表 3 不同 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 浓度处理下种子千粒重和发芽指数

处理	千粒重 (mg)	标准差	差异性	发芽指数	标准差	差异性
ST1	70.91	3.80	a	56.14	1.84	ab
ST2	67.80	0.89	ab	56.41	1.01	ab
ST3	68.33	0.91	ab	56.92	1.92	a
CK	66.45	0.42	b	53.99	0.80	b

4 讨论

烟叶生产中，适当采打下部叶有助于中上部叶产质量提升，俗称“优化结构”。优化烟叶结构可以改善田间种植环境，增强烟叶光合作用^[2]、影响成熟期和烤后烟叶的淀粉酶和蔗糖合成酶活性^[3]。根据李成军等的研究^[4]，去除脚叶可以有效改善烟叶化学成分的协调性。良种繁育过程中，留叶数对种子产质量影响未见报道，本研究结果表明，留叶数对种子产质量均无显著影响。

前人研究^[5-7]表明，烟草良种繁育中烤烟的单株留蒴果数对种子产量影响较大，单株留蒴果数在 100 ~ 300 个范围内，种子产量随单株留蒴果数的增加而提高^[8]，本试验验证

了该结论。

植物各器官间硼的含量以花器官中最高,硼与花粉形成、花粉管萌发和受精有密切关系。烟草属于中等需硼作物,缺硼时,有性生殖过程受阻而导致结实减少^[9]。张淑贞等提出,0.3%~0.4%的硼也可以提高烤烟种子的产量和千粒重^[10]。本试验表明,追施硼肥时,种子千粒重和发芽指数均有显著提高。

5 结语

本试验表明:盛花期留叶数和单株留果数对贵烟20繁殖种子的千粒重和发芽指数均无显著影响,但留果数是决定种子产量的重要因素,单株留果数300个能显著提高种子产量,且不影响种子质量。烟株移栽后30、45、75d各喷施一次 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 溶液能提高种子的产质量, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 浓度宜为0.2%~0.4%。

参考文献

[1] 国家烟草专卖局.烟草种子生产加工技术规程,GB/T 24308-2019[S].北京:中国标准出版社,2019.

- [2] 王正旭,向德恩,孟贵星,等.施氮量和留叶数对中烟100产质量的影响[J].中国烟草科学,2011,32(S1):45-49.
- [3] 宋淑芳,陈建军,周冀衡,等.留叶数对烟叶淀粉积累及相关酶活性的影响[J].华北农学报,2013,28(1):149-154.
- [4] 李成军,李娟,邱睿,等.烤烟叶片结构优化对烟叶产量及质量的影响[J].浙江农业科学,2021,62(10):2054-2058.
- [5] 颜启传.种子学[M].北京:中国农业出版社,2001.
- [6] 中国农业科学院烟草研究所.中国烟草栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,1987.
- [7] 陈雯倩,林文丽,包卫红,等.厚皮甜瓜“海蜜10号”母本种植密度、留果数对制种产量及质量的影响[J].上海农业科技,2020(2):50-51.
- [8] 周金仙,邓盛斌.烤烟不育系杂交制种的最适留果数[J].种子,2007(7):113-115.
- [9] 武维华.植物生理学[M].北京:科学出版社,2008.
- [10] 张淑贞,卢朝军,靳志丽,等.硼对烤烟生长及烟叶、烟种产质量影响的研究[J].作物研究,2007(4):442-444,447.

Analysis of Main Soil Nutrient Characteristics in Open-Field Orchards in the Suburbs of Yinchuan

Yanling Xie¹ Yongwei Chen¹ Wenli Ma¹ Hao Wang¹ Zhirong Yin²

1. Agricultural Technology Extension and Service Center of Ningxia Agricultural Reclamation, Yingchuan, Ningxia, 750002, China

2. Agricultural Resources and Research Institute, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia, 750002, China

Abstract

To investigate the soil nutrient characteristics and influencing factors in open-field orchards in the suburbs of Yinchuan, this study systematically analyzed soil physical structure, physicochemical properties, and microbial characteristics based on sampling data from the 0~40 cm soil layer of nine orchards. Soil quality was comprehensively evaluated using principal component analysis. The results indicate that the soil bulk density in the suburban orchards of Yinchuan is relatively high (0~20 cm: 1.32 g/cm³; 20~40 cm: 1.45 g/cm³), while porosity decreases with depth (0~20 cm: 50.24%; 20~40 cm: 45.30%), presenting a compact structure overall. The soil is weakly alkaline (pH 0~20 cm: 8.29; 20~40 cm: 8.45), with a total salt content of 0.22%, indicating mild salinization. In terms of nutrients, the organic matter content is 12.53 g/kg, rated at level 4 (moderate); total nitrogen content is 0.87 g/kg, also at level 4 (moderate); alkali-hydrolyzable nitrogen content is 50.91 mg/kg, indicating severe deficiency; available phosphorus is 24.52 mg/kg, at level 2 (abundant); and rapidly available potassium is 159.93 mg/kg, at level 2 (abundant). Among trace elements, the available contents of iron, zinc, and boron are at levels 4, 2, and 3, respectively. Principal component analysis revealed that four principal components cumulatively contributed 98.85% of the variance. Yongning County exhibited the highest comprehensive soil quality, followed by Helan, while Pingjibao had relatively poor soil health. The study suggests that soil compaction, low nitrogen conversion efficiency due to weak alkalinity, and insufficient availability of trace elements are the main limiting factors.

Keywords

Open-field orchard; Soil; Soil nutrients; Principal component analysis

基于主成分分析的银川城郊果园土壤肥力综合评价

解艳玲¹ 陈永伟¹ 马文礼¹ 王昊¹ 尹志荣²

1. 宁夏农垦农林牧技术推广服务中心, 中国·宁夏 银川 750002

2. 宁夏农林科学院农业资源与环境研究所, 中国·宁夏 银川 750002

摘要

为探究银川城郊露地果园土壤养分特征及其影响因素,本研究基于9个果园0~40 cm土层采样数据,系统分析土壤物理结构、理化性状及微生物特征,结合主成分分析法综合评价土壤质量。结果表明:银川城郊果园土壤容重较高(0~20 cm:1.32 g/cm³;20~40 cm:1.45 g/cm³),孔隙度随深度递减(0~20 cm: 50.24%; 20~40 cm: 45.30%),整体呈现紧实结构。土壤呈弱碱性(pH 0~20 cm: 8.29; 20~40 cm: 8.45),全盐含量0.22%,属轻度盐渍化。养分方面,有机质含量12.53 g/kg,处于4级水平,含量适中;全氮含量0.87 g/kg,处于4级水平,含量适中;碱解氮含量50.91mg/kg,严重不足;有效磷24.52 mg/kg,处于2级水平,含量丰富;和速效钾含量159.93 mg/kg,处于2级水平,含量丰富。微量元素中铁、锌、硼有效态含量分别处于4级、2级和3级水平。主成分分析显示,4个主成分累计方差贡献率达98.85%,永宁县土壤综合质量最优,贺兰次之,平吉堡土壤健康状况较差。土壤紧实化、弱碱性导致的氮素转化效率低下及微量元素有效性不足是主要限制因子。

关键词

露地果园; 土壤养分; 土壤肥力评价; 主成分分析

1 引言

银川市城郊主要包括兴庆区、金凤区、西夏区外围,以及永宁县、贺兰县和灵武市部分区域。这些区域是银川市农业生产的核心地带,主要种植经济作物包括果树、酿酒葡萄、蔬菜(如番茄、辣椒)等。据统计,银川市果树种植面积约 62 万亩^[1],是宁夏特色农业的重要组成部分。

【基金项目】宁夏农业高质量发展和生态保护科技创新示范项目(项目编号:NGSB-2021-11-02)。

【作者简介】解艳玲(1979-),女,中国宁夏贺兰人,硕士,农艺师,从事农林业技术推广与研究。

银川城郊土壤以灌淤土、潮土和风沙土为主。为摸清城郊快速城市化与农业转型下的土壤资源本底,特对银川城郊土壤开展调查与评价,明确果园土壤物理结构、养分和微生物特征以及障碍因子空间分布,为特色农业精准施肥、盐渍化治理和产品品质提升提供针对性改良依据,促进城郊农业与城市发展的协调共生。

2 材料与方法

2.1 研究区概况

银川市位于宁夏平原中部、黄河上游,东与盐池县接壤,西依贺兰山,与内蒙古自治区

阿拉善盟为邻;南与同心县、吴忠市利通区、青铜峡市相连;北接平罗县与内蒙古自治区鄂托克旗相邻(以明长城为界)。其地域范围在北纬 $37^{\circ}29' \sim 38^{\circ}53'$ 、东经 $105^{\circ}49' \sim 106^{\circ}53'$,总面积 9491.0km^2 ,地表水资源丰富,湖泊湿地较多,属中温带大陆性气候,昼夜温差大,雨雪稀少,蒸发强烈。平均年降水量为 $150 \sim 200\text{mm}$,降雨多集中在 $6 \sim 9$ 月,约占全年降雨量的 $60\% \sim 70\%$ 。年平均气温约 8.5°C ,年平均日照时数 $2800 \sim 3000\text{h}$,无霜期 $150 \sim 170\text{d}$ 。

2.2 土壤采集

选择银川城郊西夏区、永宁县、贺兰县9个具有代表性的果园为调查采样地点。9个基地均以20亩以上大果园为主,树龄 $3 \sim 15$ 年。采用多点混合法,即每个采样点采集5个土样,制作成混合样作为1个样品,三个基地依次采集 $0 \sim 20\text{cm}$ 、 $20 \sim 40\text{cm}$ 土壤样品各3份,采样时间为2024年3月果树施肥灌水前。将样品分成两份,一份土壤样品带回实验室风干,去除植物根系等异物,研磨过筛备用。另外一份鲜样用保鲜袋封装后放入 $4 \sim 8^{\circ}\text{C}$ 冰箱冷藏。

2.3 测定指标

土壤容重采用环刀法测定;孔隙度 $= (1 - \text{容重} / 2.65) \times 100\%$;土壤pH检测参照《土壤pH的测定》(NY/T1377-2007);全盐的测定参照《森林土壤水溶性盐分析》(LY/T1251-1999);有机质的测定参照《土壤有机质测定法》(GB9834-88);土壤全氮含量采用凯氏定氮仪法测定;碱解氮的测定参照《森林土壤氮的测定》(LY/T1228-2015);有效磷的测定参照《石灰性土壤有效磷测定方法》(GB12297-90);速效钾的测定参照《土壤速效钾测定DB13/T844-2007》;铁、锌、硼等微量元素含量采用原子吸收分光光度法测定^[2]。土壤微生物用平板稀释计数法;土壤脲酶活性用酚蓝比色法,蔗糖酶活性用3,5-二硝基水杨酸比色法,磷酸酶活性用磷酸苯二钠比色法。

2.4 数据分析

用WPS2010进行数据整理,用SPSS22.0进行统计和差异显著性分析,采用LSD法进行多重比较($P < 0.05$),用WPS2010制表,用Origin26制图。

3 结果与分析

3.1 调查区域土壤结构性状及养分特征

3.1.1 容重及孔隙度

由图1可知,调查区域土壤容重表土层($0 \sim 20\text{cm}$)平均 $1.32\text{g}/\text{cm}^3$,亚表层($20 \sim 40\text{cm}$)平均 $1.45\text{g}/\text{cm}^3$,土壤紧实。土壤孔隙度表土层($0 \sim 20\text{cm}$)平均 50.24% ,亚表层($20 \sim 40\text{cm}$)平均 45.30% ,表层比亚表层土壤疏松。

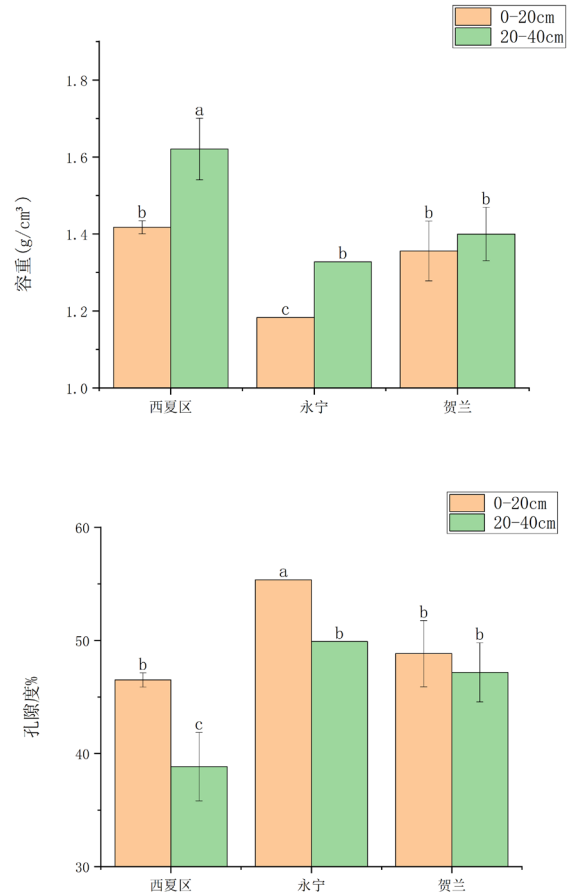


图1 城郊果园土壤容重及孔隙度

3.1.2 pH、全盐和养分含量

如图2所示, $0 \sim 20\text{cm}$ 土壤pH平均值8.29, $20 \sim 40\text{cm}$ 土壤pH平均值8.45,变幅较小,变异系数分别为0.02、0.03,西夏区、永宁县、贺兰县城郊果园土壤酸碱度表土层($0 \sim 20\text{cm}$)平均pH 8.37、8.47、8.03,亚表层($20 \sim 40\text{cm}$)平均pH 8.59、8.49、8.26,偏碱。西夏区和永宁县土壤盐碱含量明显高于贺兰县,亚表层pH明显高于表层。 $0 \sim 40\text{cm}$ 土壤全盐含量平均值0.22%,变幅较小,变异系数均为0.27,西夏区、永宁县、贺兰县城郊果园土壤全盐含量表土层($0 \sim 20\text{cm}$)平均0.17%、0.29%、0.21%,亚表层($20 \sim 40\text{cm}$)平均0.16%、0.28%、0.22%,含盐量较轻,不会对果树根系造成胁迫。永宁县土壤含盐量较高,注意洗盐、降盐。 $0 \sim 20\text{cm}$ 土壤有机质含量平均值 $15.08\text{g}/\text{kg}$, $20 \sim 40\text{cm}$ 土壤有

机质含量平均值 9.98g/kg, 变幅较小, 变异系数分别为 0.18、0.33, 有机质含量丰富。西夏区、永宁县、贺兰县城郊果园土壤有机质含量平均值分别为表土层 (0~20cm) 14.40g/kg、18.09g/kg、12.74g/kg, 亚表层 (20~40cm) 平均 10.91g/kg、13.49g/kg、9.54g/kg。参照第二次全国土壤普查养分分级标准及供试土壤情况, 有机质均值达到 4 级水平^[3], 其中贺兰县 20~40cm 土层有机质略低, 应注意补充。

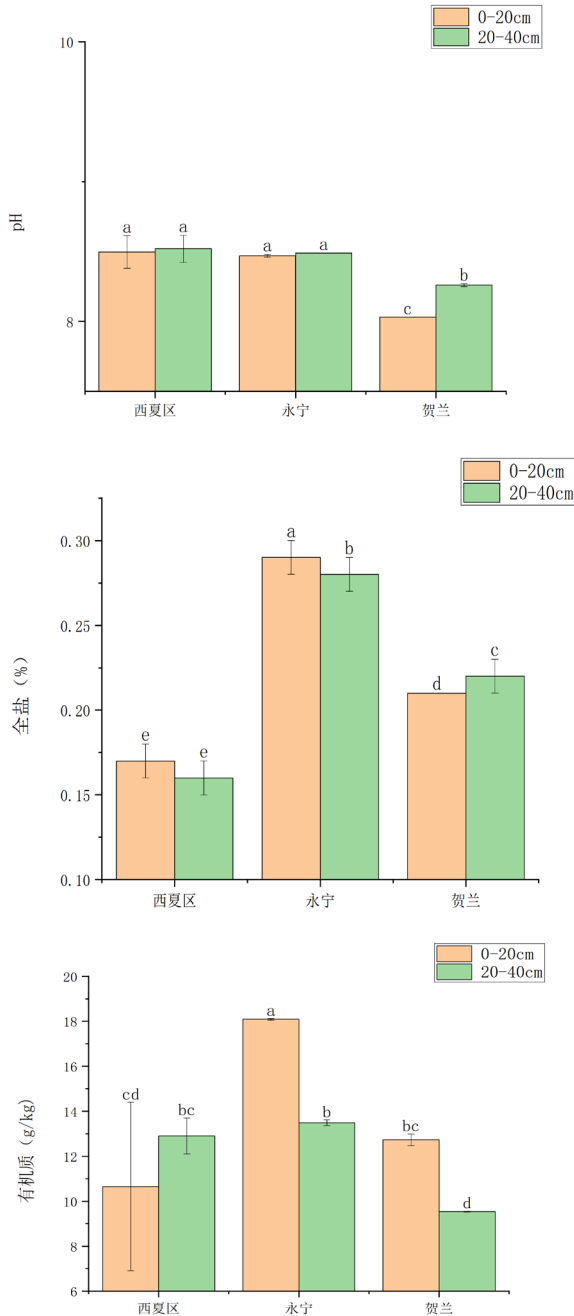


图2 城郊果园土壤 pH、全盐、有机质含量

果园碱解氮、有效磷、速效钾的适宜标准值分别为 60~130 mg/kg、10~40 mg/kg、65~200 mg/kg^[3]。由表 1 可知, 银川城郊果园土壤全氮含量表土层 (0~20cm) 平均 1.01g/kg, 达到 I 级优良标准, 亚表层 (20~40cm) 平均 0.72g/kg,

达到 III 级优良标准, 平均值为 0.87g/kg, 达到 4 级水平。表土层变异系数 0.21, 亚表层变异系数 0.31。含量适中。土壤碱解氮含量表土层 (0~20cm) 平均 58.29mg/kg, 变异系数为 0.14, 亚表层 (20~40cm) 平均 43.54mg/kg, 变异系数为 0.31。土壤碱解氮含量在适宜值范围以下, 碱解氮含量不足。土壤速效磷含量表土层 (0~20cm) 平均 35.34mg/kg, 变异系数为 0.34, 亚表层 (20~40cm) 平均 13.70mg/kg, 变异系数为 0.40。均在适宜值范围内。土壤速效钾含量表土层 (0~20cm) 平均 143.58mg/kg, 变异系数为 0.50, 亚表层 (20~40cm) 平均 176.28mg/kg, 变异系数为 0.38, 含量均在适宜值范围内, 但是变异系数较大, 永宁县土壤速效钾高于适宜标准值, 速效钾含量丰富。

果园土壤铁适宜标准值为 10~250 mg/kg, 锌含量的适宜标准值为 1.0~4.0 mg/kg, 硼的适宜标准值为 0.5~1.0 mg/kg^[3]。由表 1 可以看出, 银川城郊果园土壤有效铁含量表土层 (0~20cm) 平均 27.30mg/kg, 表土层变异系数 0.21, 亚表层 (20~40cm) 平均 25.15mg/kg, 变异系数 0.26。含量处于适宜标准值。银川城郊果园土壤有效锌含量表土层 (0~20cm) 平均 12.17mg/kg, 表土层变异系数 0.20, 亚表层 (20~40cm) 平均 12.72mg/kg, 变异系数 0.14。含量处于适宜标准值。银川城郊果园土壤全硼含量表土层 (0~20cm) 平均 0.74mg/kg, 表土层变异系数 0.15, 亚表层 (20~40cm) 平均 0.72mg/kg, 变异系数 0.26。含量处于适宜标准值。

3.1.3 微生物

调查区域土壤微生物数量如表 2 所示, 细菌数量表土层 (0~20cm) 平均 72.5×10^5 cfu/g, 其中西夏区显著高于永宁县和贺兰县 ($P < 0.01$); 亚表层 (20~40cm) 平均 42.3×10^5 cfu/g, 其中贺兰县显著高于西夏区和永宁县。综合来看, 西夏区 > 贺兰县 > 永宁县。

真菌数量表土层 (0~20cm) 平均 1.4×10^5 cfu/g, 其中三个地方的真菌数量互相之间都达到了极显著水平 ($P < 0.01$), 具体为西夏区 > 永宁县 > 贺兰县 ($P < 0.01$), 亚表层 (20~40cm) 平均 0.8×10^5 cfu/g, 其中永宁县显著高于西夏区和贺兰县 ($P < 0.05$)。综合来看, 西夏区真菌数量 > 贺兰县 > 永宁县。

放线菌数量表土层 (0~20cm) 平均 8.0×10^5 cfu/g, 其中三个地方的真菌数量互相之间都达到了极显著水平 ($P < 0.01$), 具体为贺兰县 > 永宁县 > 西夏区 ($P < 0.01$), 亚表层 (20~40cm) 平均 10.7×10^5 cfu/g, 其中三个地方的真菌数量互相之间都达到了极显著水平 ($P < 0.01$), 具体为贺兰县 > 西夏区 > 永宁县。综合来看, 贺兰县放线菌数量 > 西夏区 > 永宁县。

3.2 调查区域土壤综合肥力评价

3.2.1 相关性分析

为了探究各指标间的关系, 对土壤容重、孔隙度、pH、有机质、全盐、全氮、碱解氮、有效磷、速效钾、有效 Fe、有效 Zn、有效硼、细菌、真菌、放线菌共 15 项指

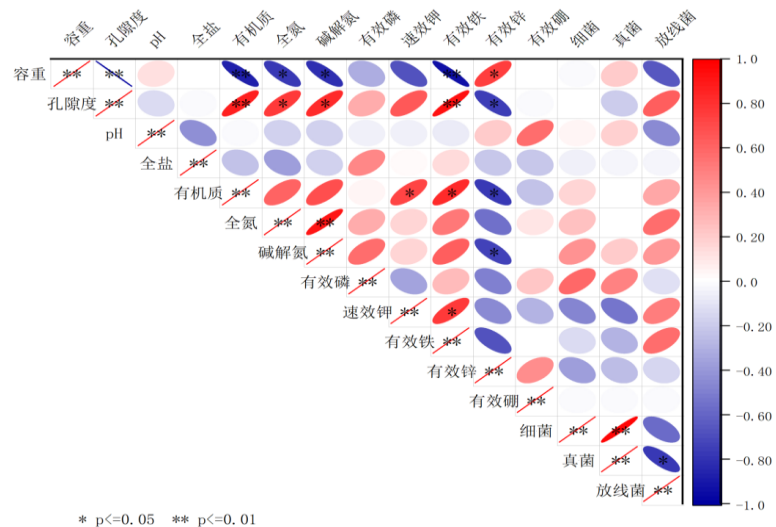
标进行相关性分析 (皮尔逊相关性系数法) 。由图 3 可知, 土壤容重与有机质、全氮、碱解氮、有效铁呈显著负相关 ($P<0.05$), 说明露地果园长期不施用有机肥容易造成土壤紧实, 氮素含量降低。土壤有机质与速效钾、有效铁呈显著正相关 ($P<0.05$), 与有效锌呈显著负相关 ($P<0.05$), 说明有机质对提高土壤速效钾和有效铁含量有一定的促进作用, 但对土壤有效锌有阻碍作用。细菌数量与真菌数量呈极显著正相关 ($P<0.01$), 真菌数量与放线菌数量呈显著负相关 ($P<0.05$), 全氮与碱解氮呈极显著正相关 ($P<0.01$), 速效钾与有效铁呈显著正相关 ($P<0.05$) 。

表 1 银川城郊果园土壤养分含量分析

地点 /Location	土层 /Soil Layer	全氮/Total Nitrogen (g/kg)	碱解氮 /Alkali-hydrolyzable Nitrogen (mg/kg)	有效磷 / Available Phosphorus (mg/kg)	速效钾 /Rapidly Available Potassium (mg/kg)	铁 /Iron (mg/kg)	锌 /Zinc (mg/kg)	有效硼 / Available Boron (mg/kg)
西夏区	0-20cm	1.01	49.21	22.45	108.75	21.20	9.60	0.62
西夏区	20-40cm	0.72	31.86	10.65	99.35	17.72	14.67	0.93
永宁	0-20cm	1.37	63.83	18.43	236.50	32.31	14.44	0.84
永宁	20-40cm	0.93	58.21	10.47	211.00	29.64	12.29	0.64
贺兰	0-20cm	0.93	61.82	35.13	105.50	28.38	12.47	0.76
贺兰	20-40cm	0.49	40.55	19.98	218.50	28.08	11.19	0.58
平均值	0-20cm	1.10	58.29	25.34	150.25	27.30	12.17	0.74
平均值	20-40cm	0.71	43.54	13.70	176.28	25.15	12.72	0.72
变异系数 /%	0-20cm	0.21	0.14	0.34	0.50	0.21	0.20	0.15
变异系数 /%	20-40cm	0.31	0.31	0.40	0.38	0.26	0.14	0.26

表 2 银川城郊果园土壤微生物数量分析 单位： 1×10^5 cfu/g

土层 /Soil Layer	地点 /Location	细菌数量 /Bacterial population	真菌数量 /Fungal population	放线菌数量 /Actinomycete population
0~20cm	西夏区	169.9Aa	2.7Aa	7.1Cc
	永宁	19.9Bb	1.0Bb	7.4Bb
	贺兰	27.8Bb	0.5Cc	9.4Aa
	平均值	72.5	1.4	8.0
20~40cm	西夏区	30.3Bb	0.7Ab	9.1Bb
	永宁	27.0Bb	0.9Aa	6.6Cc
	贺兰	69.7Aa	0.7Ab	16.3Aa
	平均值	42.3	0.8	10.7



注 :** 表示相关性达 0.01 极显著水平 ;* 表示相关性达 0.05 显著水平。

图 3 土壤养分与微量元素相关性

3.2.2 主成分分析

为进一步分析土壤各参评指标与取样区域之间的关系,对各参评指标进行主成分分析,计算特征值的贡献率和累积贡献率(图4),根据特征值大于1提取到4个主成分,方差贡献率分别为45.778%、31.743%、11.479%、9.851%,累积方差贡献率为98.851%,基本能反映土壤肥力的全部信息。由图2-5可知,第1主成分主要受锌含量(-0.911)、碱解氮含量(0.901)、容重(0.835)、孔隙度(-0.835)、有机质(0.765)支配,说明土壤中营养元素含量对土壤质量贡献较大,但缺少微量元素锌。第2主成分主要受速效钾含

量(0.924)、放线菌数量(0.871)、真菌数量(-0.831)、细菌数量(-0.711)支配,说明土壤中钾元素含量和放线菌数量对土壤质量贡献较大,但细菌、真菌数量与土壤质量负相关。第3主成分主要受有效硼含量(0.852)支配。第4主成分主要受pH(0.51)、全盐(0.552)全氮(-0.55)支配。由图6可知,3个调查区内,永宁地区0~20cm、20~40cm土壤综合得分均较高,土壤质量较好,其次是贺兰县,西夏区区域土壤综合得分均为最低,土壤健康状况较差,应针对当地土壤性质的变化,采取有效的土壤调控措施,防止或减缓露地果园土壤质量退化。

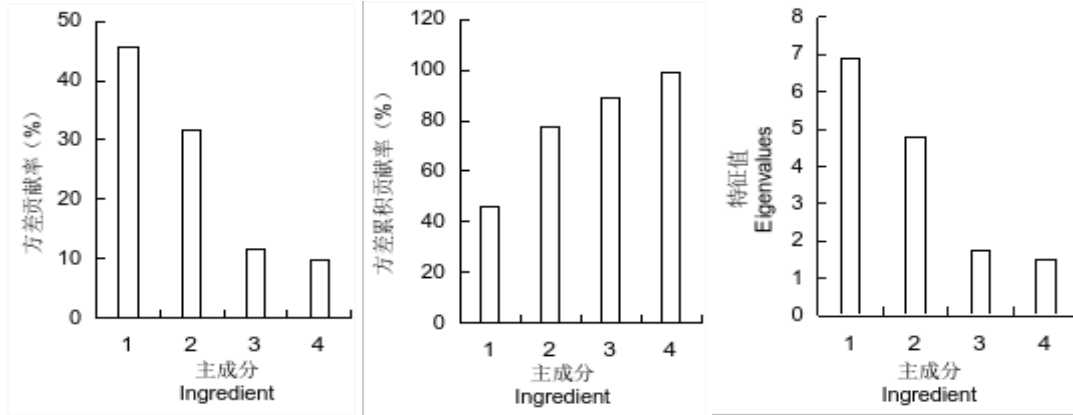


图4 主成分分析的方差贡献率、累积贡献率和特征值

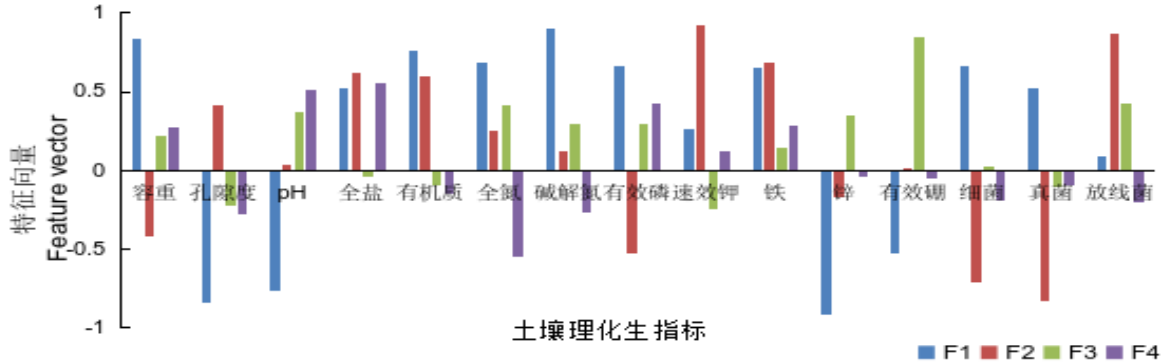


图5 主成分分析的特征向量

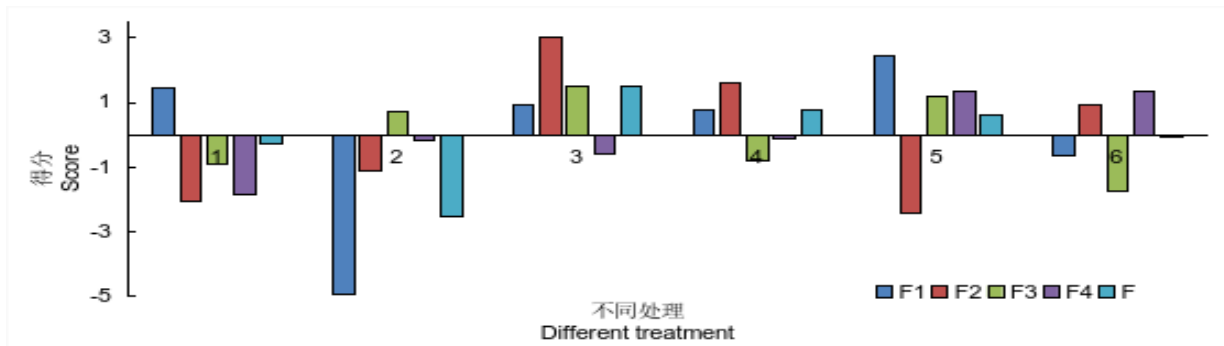


图6 各处理主成分得分及排名

4 讨论与结论

银川城郊作为宁夏特色果树种植的核心区域,其土壤质量直接影响果园生产力与果品品质。本研究基于9个代表性果园0~40cm土层的理化及微生物数据,结合主成分分析揭示土壤肥力特征及限制因子,从土壤物理结构来看,调查区域0~20cm、20~40cm土层容重分别达1.32g/cm³、1.45g/cm³,显著高于果树生长适宜的土壤容重阈值^[4],且孔隙度随土层深度递减,反映出长期果园管理中深耕频次不足、机械压实等问题导致的土壤紧实化。土壤紧实不仅会阻碍果树根系的伸展与穿插,还会降低土壤通气性与透水性,进而抑制根系对养分的吸收效率,这与郭松超等^[5]研究结果一致。分区域来看,永宁县土壤容重最低、孔隙度最高,与其果园树龄较长、长期施用有机肥改善土壤团聚体结构有关;而西夏区土壤容重最高,与该区域果园机械化作业频繁、灌溉后表土板结加剧有关。

土壤化学性状方面,银川城郊果园土壤整体呈弱碱性,且亚表层pH高于表层,全盐含量0.22%属轻度盐渍化^[6]。研究发现土壤全氮含量处于适宜水平,但碱解氮含量严重不足,低于果树适宜值下限^[4],核心原因在于碱性条件下硝化细菌活性受抑,导致有机氮向无机氮的转化受阻,进而减少果树可直接吸收的有效氮源;有效铁处于4级水平,虽在适宜范围内,但碱性土壤中易形成难溶性氢氧化铁,实际可被果树吸收的比例较低,这与罗园园等^[3]的研究结果一致。本研究中,永宁县土壤全盐含量最高,接近中度盐渍化阈值,可能是由于漫灌导致的地下水位上升与蒸发返盐是盐分累积的主要原因。建议永宁县果园应施用微生物菌剂或通过施用有机肥、磷石膏、酸性肥料等措施,逐步降低土壤pH值,并重点改善因pH高而引起的微量元素有效性的问题,同时应注意洗盐和排盐,才能收到预期的效果。

土壤微生物群落结构与养分特征的关联存在特殊性。永宁县土壤综合质量最优,但微生物总量显著低于西夏区,可能是永宁县土壤pH较高,强于西夏区,而高pH会破坏

微生物细胞膜结构、抑制酶活性,进而减少微生物数量;而且,永宁县速效钾含量极高,远高于适宜值上限,过量钾离子可能对部分微生物产生毒性抑制,导致群落数量下降。此外,贺兰县放线菌数量最高,放线菌作为分解有机质的关键微生物类群,其优势可能与贺兰县土壤有机质周转速率较高有关,这也为该区域土壤肥力维持提供了生物基础。

从果园管理实践来看,有机肥施用虽已普及,但高含量未转化为高利用率,因碱性土壤对养分的固定作用,导致部分养分无法被果树吸收;同时,氮素管理存在“总量充足但形态失衡”,全氮含量适宜但碱解氮不足,反映出施肥结构中“速效氮比例低、有机肥腐熟度不足”的问题。

银川城郊露地果园土壤偏紧实、弱碱性且轻度盐渍化,养分呈磷钾充足、碱解氮不足、有效铁利用率低的特征;主成分分析4个主成分累计贡献率98.85%,区域土壤质量永宁县最优、贺兰县次之、西夏区最差;土壤紧实化、弱碱性致氮素转化低效及微量元素有效性不足是核心限制因子,需通过深翻、增施有机肥与螯合微肥、间作绿肥(如紫花苜蓿)及施用微生物菌剂等等综合措施改良。

参考文献

- [1] <https://tjj.yinchuan.gov.cn/tjsj/ndsjs/202401/P020240131343532184571.pdf>,银川市统计局.
- [2] 全国农业技术推广服务中心.土壤分析技术规范.中国农业出版社.2006.6.
- [3] 绿色食品园地土壤肥力分级指标.中国科学院沈阳应用生态研究所,中国绿色食品发展中心.NYT391-2013,绿色食品产地环境质量[S].
- [4] 张玉星.果树栽培学各论(北方本第三版)[M].北京:中国农业出版社,2003:61-65.
- [5] 郭松超,庄元,郭凯璐,等.不同土壤管理方式对新疆芽变香梨优系土壤养分及酶活性的影响[J].北方园艺,2024(18):72-83.
- [6] 罗园园,陈萍,谷传申,等.贺兰山东麓酿酒葡萄产区土壤肥力特征与磷素形态分布状况[J].中外葡萄与葡萄酒,2024(06):25-31.

The effect of drip irrigation with different water and fertilizer combinations on the yield of yellow flowered vegetables and soil moisture

Zilong Li

Datong Meteorological Bureau Shanxi Province, Datong, Shanxi, 037000, China

Abstract

As an important economic crop with edible, medicinal, and ornamental value, yellow flowered cabbage is widely planted in many parts of China. The formation of its yield and quality is closely related to the supply of water and fertilizer. Based on this, this study provides a brief analysis of the overall water and fertilizer requirements during the planting process of daylily, and then conducts experimental research in conjunction with the actual situation of daylily planting in Datong City. In the study, different water fertilizer combination drip irrigation schemes were designed, and comparative analysis was conducted through planting experiments to determine the effects of different schemes on the yield of yellow flowered vegetables and soil moisture. The best water fertilizer combination drip irrigation scheme was selected from them. Through research, it has been found that in the integrated irrigation process of drip irrigation and fertilizer for daylily, using a water fertilizer combination of 3000 m³/hm² and 675 kg/hm² for irrigation results in higher yield of daylily.

Keywords

Yellow flowered cabbage; Water fertilizer combination; Drip irrigation; Output; soil moisture

不同水肥组合滴灌对黄花菜产量及土壤水分的影响

李子龙

山西省大同市气象局, 中国 · 山西 大同 037000

摘 要

黄花菜作为一种兼具食用、药用与观赏价值的重要经济作物,在我国多地广泛种植。其产量与品质的形成,与水肥供应状况密切相关。基于此,此次研究对黄花菜种植过程总对水肥的需求情况进行简要的分析,进而结合大同市黄花菜种植相关实际情况,开展试验研究。研究中设计不同的水肥组合滴灌方案,通过种植试验进行对比分析,得出不同方案对黄花菜产量及土壤水分的影响效果,从中筛选出最佳的水肥组合滴灌方案。通过研究发现,黄花菜滴灌水肥一体化灌溉过程中,采用 3 000 m³/hm²+675 kg/hm²水肥组合进行灌溉,黄花菜产量较高。

关键词

黄花菜; 水肥组合; 滴灌; 产量; 土壤水分

1 引言

大同市位于黄土高原半干旱区,属于典型的雨养农业区,自然灾害频发,尤以阶段性干旱突出,在气候变化背景下,降水量等气象因子也随之发生变化。在当地,黄花菜的常见的经济作物,种植面积较大。在黄花菜的种子过程中,需要进行科学的水肥管理^[1]。水分与养分的科学管理,是决

定黄花菜栽培成败的核心环节。只有当水分供应与养分供给达到一种动态平衡状态,才能有效提升水肥资源的整体利用效率,最终以相对经济的投入获取可观的经济产出^[2]。基于以上背景,本次研究对不同水肥组合滴灌对黄花菜产量及土壤水分的影响情况进行分析研究,为建设黄花菜高标准农田,进行合理灌溉及水资源优化配置,同时保障黄花菜节水灌溉、节支增收提供参考依据。

2 黄花菜种植对水肥的需求

黄花菜是耐旱性较强的植物,但其高产优质却离不开适时、适量的水分供应^[3]。在黄花菜植株开始萌发新叶阶段,需水量相对较小,土壤保持适度湿润即可,目的在于促进根系下扎和叶片生长,为后续的花薹抽生积累能量^[4]。抽薹期

【基金项目】大同地区黄花菜需水量及水分亏缺分析研究
项目负责人:李子龙(项目编号:SXKMSQH20246704)。

【作者简介】李子龙(1982-),男,中国山西保德人,本科,工程师,从事农业气象研究。

至采摘期,是黄花菜需水的临界期和高峰期。在这一阶段,花薹的迅速抽出、花蕾的不断分化与膨大,都需要充足的水分支撑。此时水分不足,将直接导致花薹矮小、花蕾数量减少、蕾长变短,甚至引起花蕾大量脱落,造成严重减产。水分在此阶段不仅是光合作用的原料和物质运输的载体,还直接参与细胞膨压的维持,影响花蕾的鲜嫩度^[5]。采摘结束后,植株进入养分回流与积累阶段,需水量逐渐减少。此时应控制灌溉,以利于植株木质化,安全越冬。过度灌溉反而可能导致秋梢徒长,消耗养分,降低抗寒能力。黄花菜的水分管理绝非“一灌到底”,而是需要根据其生育节律进行精准调控。滴灌、膜下滴灌等现代灌溉技术的应用,正是为了满足这种精细化的需求。因此,黄花菜的种植过程中,科学的水肥管理不仅是实现黄花菜高产、优质、高效栽培的核心,也是应对水资源短缺、减少面源污染、实现农业可持续发展的关键举措^[6]。

基于上述水肥需求特性,传统的大水漫灌和撒施追肥方式不仅效率低下,而且易造成水肥浪费和环境污染。因此,以“水肥一体化”为核心的精准方案设计成为当前研究的重点和未来发展的方向。

3 试验研究

3.1 试验设计

黄花菜的种植过程中,水肥一体化技术的应用较多^[7]。尤其是滴灌和膜下滴灌,是将灌溉与施肥融为一体的农业新技术。它通过管道系统和滴头,将水和养分直接、均匀、准确地输送到黄花菜的根部土壤^[8]。这一过程中,需要对水肥组合进行科学控制,以获得最佳的灌溉效果。此次试验的黄花菜为3年生黄花,穴距规格为长10 cm,宽10 cm,深18 cm。每穴栽植4株,行穴距为140 cm×40 cm,栽植密度控制为71 460株/hm²。试验时间为4月开始,至10月结束。结合大同市当地的气候条件以及黄花菜种植过程中常用的水肥组合方案,采用分组对照组研究方式进行试验设计,试验中选择两种常见组合方案进行研究,设计A、B两组,具体分组设计情况见表1:

表1 试验分组设计情况

试验分组	水	肥
A组	3 000 m ³ / hm ²	675 kg / hm ²
B组	2 250 m ³ / hm ²	450 kg / hm ²

3.2 试验地点

此次研究中,所选择的试验地点为大同市某黄花菜种植基地,基地灌溉利用已建成的高效节水灌溉系统。查阅试验地点水文资料,该年为丰水年。该地区日照长,温差大,属于典型的大陆性季风气候,日照充足,昼夜温差大。

3.3 试验方法

A组:水肥组合为3 000 m³ / hm²+675 kg / hm²;B组:水肥组合为2 250 m³ / hm²+450 kg / hm²。每组设计20个试验种植地块,每个地块大小为长36.0 m、宽4 m。

(1)4月上旬至下旬,为黄花菜的萌芽出土期,在这

一阶段,对A组实施150 m³ / hm²的定额灌水,以及135kg/hm²的全营养滴灌肥处理。对B组实施120m³ / hm²的定额灌水,以及90 kg / hm²的全营养滴灌肥处理。

(2)5月上旬至下旬,为黄花菜的展叶期。在这一阶段,对A组实施225m³ / hm²的定额灌水,以及135kg/hm²的全营养滴灌肥处理,对B组实施165m³ / hm²的定额灌水,以及90kg/hm²的全营养滴灌肥处理。

(3)6月上旬至中旬,为黄花菜的抽薹期。在这一阶段,对A组实施270m³ / hm²的定额灌水,以及90kg/hm²的全营养滴灌肥处理,对B组实施210m³ / hm²的定额灌水,以及60kg/hm²的全营养滴灌肥处理。

(4)6月下旬至8月上旬,为黄花菜的萌蕾开花期。在这一阶段,对A组实施270m³ / hm²的定额灌水,以及90kg/hm²的全营养滴灌肥处理,对B组实施210m³ / hm²的定额灌水,以及60kg/hm²的全营养滴灌肥处理。

(5)8月上旬至10月上旬,为黄花菜的秋季生长期。在这一阶段,对A组实施210m³ / hm²的定额灌水,以及90kg/hm²的全营养滴灌肥处理,对B组实施120m³ / hm²的定额灌水,以及60kg/hm²的全营养滴灌肥处理。

3.4 观察指标

3.4.1 黄花菜产量

在黄花菜进入开花阶段之前,在每个试验地块的固定行内,划定了长度为5米的特定区域作为后续样本采集区。整个花蕾萌发与花朵开放的过程,大约从6月末持续到8月初,历时40天左右。在此期间,研究人员需于每日清晨,在事先标记好的各个采样区内,系统性地收获所有达到采收标准的花蕾。每次采集的鲜蕾均需立即进行现场称重,记录原始数据。待整个采样周期全部结束后,再将所有批次的重量数据汇总,并依据采样面积统一折算为具体的产量。

3.4.2 土壤水分

在植株的完整生育期内,采用专业土壤水分速测仪,对根区土壤进行动态监测。监测深度设定为20、40、60、80 cm 4个层面,以获得土壤体积含水率的剖面数据。常规监测频率约为每十五天进行一次全面测量。此外,为了精准捕捉特定农事操作及天气事件对土壤水分的瞬时影响,在每次灌溉措施实施前后、有效降雨事件发生前后以及每轮集中采收结束后,均额外增加一次测量。

3.5 数据处理方法

采集各项观察指标相关数据结果,数据处理统一使用SPSS26.00,按照数据类型进行分类处理。以(例,%)形式表示两组计数资料,对于两组计量资料,均通过($\bar{x} \pm s$)方式予以表示,上述两种类型的数据结果在进行统计学差异检验时,分别实施卡方检验与t检验。P<0.05为经不同检验,数据之间的差异存在统计学意义的判定标准。

4 试验结果与分析

4.1 两组不同土壤深度含水率统计

在各次灌水后,两组的土壤含水率均呈现出明显的变

化。随着灌水量的增大，各层土壤含水率相应增大，其中，土层土壤含水率最大的为 20~40 cm。统计结果见表 2：

表 2 两组不同土壤深度含水率统计（%）

组别	例	土壤深度 20cm	土壤深度 40cm	土壤深度 60cm	土壤深度 80cm
A 组	20	32.25	34.55	22.36	31.65
B 组	20	28.63	34.23	21.20	30.52

在黄花菜的整个生育阶段，当根系主要分布区的土壤含水状况维持在适宜区间时，便为其健壮生长创造了理想的水分条件。此种环境下，植株普遍表现出长势良好、群体整齐均匀的特征。由表 2 所揭示的数据规律可知，在抽薹这一关键生育阶段，土壤剖面中的水分分布呈现出明显的层状变化特征：水分含量并非随土层加深而持续增加或减少，而是表现出先逐步升高、随后转而降低的特定模式。此水分分布情况表明，黄花菜在抽薹期所需的水分供给，主要依赖 0 至 40 厘米深度的耕作层土壤。该土层可视为植株水分吸收的主效层，其水分贮量及有效性直接关系到花薹的顺利抽出和后续发育^[9]。此发现对指导灌溉实践具有明确意义：在生产管理中，应将水分管理的重点放在这一核心土层，通过监测其含水状况来制定精准的灌溉策略，以确保水分供给的高效与及时。

4.2 两组黄花菜产量统计

在黄花菜产量方面，A 组高于 B 组，且两组黄花菜产量随着灌水量与施肥量的增加，呈现先增大后减小的变化趋势。见表 3：

表 3 两组黄花菜产量统计（kg/ hm²）

组别	例	黄花菜产量
A 组	20	11935.56 ± 126.32
B 组	20	154162.63 ± 250.36

表 3 的结果提示，黄花菜的产量直接受到田间水肥组合条件的制约，在土壤水分处于亏缺状态时，植株的光合作用与营养运输均会受到限制，此时，及时且适量的灌溉能够迅速缓解水分胁迫，为花薹抽生与花蕾膨大创造有利条件，进而推动产量形成。

5 结语

水肥一体化滴灌技术是目前最优的水肥管理方案，它通过精准控制灌水量和肥料配方，实现了水肥同步、高效利用，被反复证明是实现黄花菜节水、节肥、增产、提质目标的最有效途径^[10]。通过局部灌溉和按需施肥，可显著减少水分深层渗漏和土表蒸发，提高肥料利用率。水肥的同步供应和精准调控，为黄花菜生长创造了最佳的水肥环境，能有效增加花薹数、单薹蕾数及百蕾鲜重，从而提高产量，并改善品质。若盲目地进行过量灌溉与施肥，尤其是在土壤通透性一般的田块，极易引发一系列负面问题。这不仅会造成水肥资源的大量浪费，增加生产成本，还可能破坏土壤团粒结构，并刺激植株营养器官过度生长，大量消耗同化养分，致使运往花蕾的干物质减少，其结果必然是预期产量的降低与品质的潜

在下滑^[11]。在滴灌这一精准农业技术背景下，水肥耦合效应呈现出明显的“阈值”特性。当水肥投入水平低于某个临界值时，适度增加灌水量或施肥量，能够显著促进植株生长，从而表现为产量的提升。然而，一旦水肥的施用量超越了这个最优阈值，继续追加投入非但不能带来增产效应，反而可能对根系环境造成负担，甚至抑制正常生理活动，最终导致收成下降。此次研究结果显示，在各次灌水后，两组的土壤含水率均呈现出明显的变化。随着灌水量的增大，各层土壤含水率相应增大，其中，土层土壤含水率最大的为 20~40 cm。在黄花菜产量方面，A 组高于 B 组，且两组黄花菜产量随着灌水量与施肥量的增加，呈现先增大后减小的变化趋势。以上结果正好似。黄花菜滴灌水肥一体化灌溉过程中，采用 3 000 m³ / hm²+675 kg/ hm² 水肥组合进行灌溉，黄花菜产量较高。在现代黄花菜栽培管理中，实现高产目标的关键，并非在于无限制地增加水肥投入，而在于通过精细化的监测与调控，精准把握其需水需肥规律，将水肥供应始终维持在最优阈值区间之内。这种基于科学认知的管理策略，是实现黄花菜产业节本增效与可持续发展的重要途径^[12]。此次研究所获得的结果与结论，可以为大同地区黄花菜种植提供参考，以更好的帮助种植户结合需水量合理布局黄花菜种植面积，优化水资源配置、配套灌溉设施，结合中短期预报，指导有关部门科学决策，达到黄花菜一节双增的目的。

参考文献

[1] 刘伟,孙江浩,张菊华等.基于UHPLC-LTQ-Orbitrap高分辨质谱的黄花菜中化学成分快速鉴定及裂解途径分析[J].中国食品学报,2020,20(9):256-264.

[2] 岳新丽,王慧,邢宝龙等.黄花菜水肥一体化高产栽培技术[J].农业技术与装备,2022,(3):166-168.

[3] 程良,李应海,李金泽等.不同水肥组合滴灌对黄花菜产量及土壤水分的影响[J].安徽农业科学,2021,49(14):188-190,195.

[4] 刘婷婷.不同施肥灌溉方法的黄花菜效应分析[J].现代园艺,2023,46(7):36-38.

[5] 赵园园,戴爱梅.博州黄花菜绿色高产栽培技术[J].农业科技通讯,2020,(1):278-279.

[6] 李兰.大同黄花菜种植引领乡村振兴[J].农业灾害研究,2021,11(11):186-187,190.

[7] 王旭晨,李应海,李金泽等.滴灌条件下不同灌水量对盛产期黄花菜生长及产量影响研究[J].绿色科技,2022,24(5):90-94,99.

[8] 许滔.湖南祁东县优质黄花菜高产栽培技术[J].农业工程技术,2023,43(1):60-61.

[9] 遇洁,左高雅,马晨阳等.黄花菜组培苗生根条件优化[J].江西农业学报,2023,35(11):51-56,62.

[10] 孙万流.福建省宁化县紫色土水土流失区种植黄花菜探讨[J].亚热带水土保持,2022,34(3):31-32.

[11] 匡晓玲.湖南祁东县露地黄花菜有机栽培技术[J].农业工程技术,2022,42(17):70-71.

[12] 张清云,刘新成,安钰等.宁夏中部干旱带黄花菜不同套种模式试验研究[J].宁夏农林科技,2022,63(7):28-30,37.

A Preliminary Exploration of Integrated Water and Fertilizer Management for Rapeseed

Jianlin Wang Jun Hu Fang Chen Guanghong Zhang Guanlan Li

Agricultural Technology Extension Center of Luoping County, Qujing, Yunnan, 655800, China

Abstract

Rapeseed in Luoping belongs to dryland rapeseed. Due to abundant rainfall in winter, natural rainfall can fully meet the growth requirements of rapeseed. With global climate change, the frequency and intensity of extreme weather are increasing. The main change in Luoping is drought, especially severe drought in winter and spring, which is not conducive to the normal growth of rapeseed and leads to a significant reduction in rapeseed production [1]. It is imperative to explore irrigation models for rapeseed beyond natural rainfall. In 2024, a series of comparative experiments on integrated water and fertilizer management and conventional planting of rapeseed were carried out. The highest increase reached 50.38%, and the lowest was 15.34%. Through benefit analysis, the net increase in profit per mu was as high as 119.25 yuan and as low as -200.86 yuan. The experimental results show that In areas with water source conditions, the integrated water and fertilizer planting model for rapeseed can be promoted. Further experimental exploration of direct seeding water and fertilizer integration should be carried out, including aspects such as variety selection, sowing period, density, fertilizer application amount, fertilization frequency, and irrigation frequency.

Keywords

Rape; Water fertilizer integration; Preliminary Exploration

油菜水肥一体化初探

王建林 胡峻 陈芳 张广红 李关兰

云南省罗平县农业技术推广中心, 中国·云南 曲靖 655800

摘 要

罗平油菜属于旱地油菜, 因冬季降雨充沛, 依靠自然降雨完全能够满足油菜的生长需求, 随着全球气候变化, 极端天气的频次和强度都在增加, 罗平的变化主要表现为干旱, 特别是冬春干旱非常严重, 不利于油菜正常生长, 导致油菜大幅减产^[1], 探寻自然降雨之外的油菜灌溉模式势在必行, 2024年实施了一组油菜水肥一体化与常规种植对比试验, 最高增幅达 50.38%, 最低增幅 15.34%, 通过效益分析, 每亩净增利润最高为 119.25 元, 最低为负 200.86 元, 试验结果表明, 在有水源条件的地区可以推广油菜水肥一体化种植模式。应进一步开展直播水肥一体化的试验探索, 包括品种选择、播种时期、密度、施肥量、施肥次数、灌水次数等内容。

关键词

油菜; 水肥一体化; 初探

1 引言

罗平非常适宜种植冬油菜^[2], 年种植面积达 5.66 万 hm^2 ^[3], 属于旱地油菜, 因冬季降雨充沛, 依靠自然降雨完全能够满足油菜的生长需求, 随着全球气候变化, 极端天气的频次和强度都在增加, 罗平的变化主要表现为干旱, 特别是冬春干旱非常严重, 干旱导致的减产达 40% 以上, 对油菜生产造成较大的挑战, 严重打击油菜种植户生产积极性, 对罗平油菜产业的持续发展带来严峻的考验, 探寻自然降雨之外的油菜灌溉模式势在必行, 就应对干旱而言, 水肥一体

化自然成为选项之一, 今年的油菜水肥一体化探索, 也许能够为罗平的油菜可持续发展提供借鉴。^[1]

2 材料与方法

2.1 试验地点

实施地点在罗平县罗雄街道幸多禄居委会幸多禄村金圭大道边, 土壤为红油灰土, 肥力中上等, 海拔 1433 米, 经度 104.349952° E, 纬度 24.905747° N, 具有交通条件好、有水可灌的优势。^[2]

2.2 供试品种: 博油 800

试验设计

试验设置: 7 个处理, 每个处理面积均为 1 亩, 不设重复, 处理 1 至处理 6 实施完全一致的水肥一体化管理, 处理 7 不

【作者简介】王建林 (1967), 男, 中国云南曲靖人, 本科, 高级农艺师, 从事农学研究。

实施水肥一体化管理，直播按常规方法管理为对照。

处理 1: 移栽加水肥一体化管理，每亩移栽密度 3968 株，行距 0.4 米，株距 0.42 米。

处理 2: 移栽加水肥一体化管理，每亩移栽密度 5051 株，行距 0.4 米，株距 0.33 米。

处理 3: 移栽加水肥一体化管理，每亩移栽密度 5952 株，行距 0.4 米，株距 0.28 米。

处理 4: 移栽加水肥一体化管理，每亩移栽密度 6944 株，

行距 0.4 米，株距 0.24 米。

处理 5: 移栽加水肥一体化管理，每亩移栽密度 8333 株，行距 0.4 米，株距 0.20 米。

处理 6: 适时直播加水肥一体化管理，每亩留苗密度 1.9 万株。

处理 7: 对照，适时直播，按常规管理，除水肥管理不同，其余措施与水肥一体化管理完全一致，每亩留苗密度 1.9 万株。

室内考种表

项目	密度 (株/亩)	株高 (cm)	有效分枝高 (cm)	一次分枝数 (个)	单株有效角果 数(个)	每角粒数 (个)	千粒重(g)	理论产 系数	单株产量 (g)	折合亩产 (kg)
处理 1	3968	160.6	26.6	8.2	788.2	23.2	3.57	0.85	65.3	220.18
处理 2	5051	156.8	41.4	6.4	675.6	22.9	3.48	0.85	53.8	231.15
处理 3	5952	156.4	50.6	5.8	651.8	21.2	3.51	0.85	48.5	245.38
处理 4	6944	167.8	51.3	5.2	619.5	21.2	3.47	0.85	45.6	268.99
处理 5	8333	166.5	50.8	5.1	582.4	20.7	3.45	0.85	41.6	294.60
处理 6	19000	168.7	76.5	4.5	182.4	21.3	3.46	0.85	13.4	217.10
处理 7(ck)	19000	163.8	65.2	3.0	152.2	19.6	3.52	0.85	10.5	169.58

2.3 田间管理

移栽: 2024 年 10 月 15 日育苗，2024 年 12 月 1 日移栽，移栽后布设喷灌设施，每根喷灌带覆盖 4 行。整个生长期除施肥外，根据天气干旱程度和土壤湿度决定浇水，分别于 2024 年 12 月 7 日、2025 年 1 月 15 日、2 月 16 日、3 月 7 日、3 月 22 日、4 月 6 日、4 月 16 日共浇水 7 次，5 月 7 日收割，5 月 12 日脱粒、称重、测定水分。

直播: 2024 年 10 月 15 日采用轻简化耕作方式直播，11 月 10 日间苗、11 月 20 日定苗，每亩留苗密度 1.9 万株，处理 6 在播种后布设喷灌设施，每根喷灌带间隔 1 米。5 月 7 日收割，5 月 12 日脱粒、称重、测定水分。

2.4 施肥

移栽: 基肥在移栽时每亩撒施油菜专用肥(N:P:K=18:6:8) 30 千克^[4]，硼肥、锌肥各 1 千克^[5]；2024 年 12 月 17 日通过水肥一体化每亩施尿素 10 千克^[6]，2025 年 1 月 24 日每亩施水溶性复合肥(N:P:K=15:5:25) 20 千克。

直播: 水肥一体化基肥每亩撒施油菜专用肥(N:P:K=18:6:8) 30 千克，硼肥、锌肥各 1 千克；2024 年 12 月 17 日通过水肥一体化每亩施尿素 10 千克，2025 年 1 月 24 日每亩施水溶性复合肥(N:P:K=15:5:25) 20 千克。

对照: 基肥每亩撒施油菜专用肥(N:P:K=18:6:8) 30 千克，硼肥、锌肥各 1 千克；2023 年 12 月 17 日按每亩 10 千克尿素追第一次肥，2025 年 1 月 24 日按每亩 20 千克尿素追第二次肥。^[3]

2.5 病虫害防治

对 7 个处理采用无人机无差别一喷多促的方式防治病虫害^[7]：2025 年 1 月 5 日第一次喷施吡虫啉·氨基酸叶面肥(氨基酸≥100g/L、Fe+Mn+Zn+B≥20g/L) 防治油菜蚜虫、菜青虫、促进油菜幼苗健康生长，2025 年 2 月 17 日第二次喷施

噻虫嗪、菌核净、高硼肥(B≥21%) 防治油菜蚜虫、菌核病，促进油菜开花结实，2025 年 3 月 12 日第三次喷施三唑酮、氟啶虫胺胍、磷酸二氢钾(P₂O₅≥52%、K₂O≥34%) 防治油菜白粉病和油菜蚜虫、提高油菜籽千粒重。^[4]

3 结果与分析

3.1 室内考种结果:

株高: 密度对株高有影响，随着密度的增加，株高有增加的趋势，但变化不大，最低 156.4 厘米，最高 168.7 厘米。

分枝部位: 密度对分枝部位影响较大，随着密度的增加，分枝部位明显增高，处理 1 的分枝部位最低 26.6 厘米，处理 7 最高 65.2 厘米。

分枝: 密度与分枝数成明显的反比，处理 1 平均有 8.2 个分枝，处理 2 平均有 6.4 个分枝，处理 3 平均有 5.8 个分枝，处理 4 平均有 5.2 个分枝，处理 5 平均有 5.1 个分枝，处理 6 平均有 4.5 个分枝，处理 7 平均有 3 个分枝。

角果数: 单株角果数与密度成明显的反比，随着密度的增加，单株角果数明显下降，密度相同的条件下，实施水肥一体化与常规对照的差异也较大，处理 1 为 788.2 个，处理 2 为 675.6 个，处理 3 为 651.8 个，处理 4 为 619.5 个，处理 5 为 582.4 个，处理 6 为 182.4 个，处理 7 为 152.2 个。

角粒数: 不同处理间角果数的差异较小，与密度的关系不大，与是否实施水肥一体化的关系较大，常规管理的平均角粒数明显降低，处理 1 的平均角粒数 23.2 粒，处理 2 为 22.9 粒，处理 3 为 21.2 粒，处理 4 为 21.2 粒，处理 5 为 20.7 粒，处理 6 为 21.3 粒，处理 7 为 19.6 粒。

千粒重: 不同处理间千粒重差异较小，也没有明显的规律，基本上都接近 3.5 克。

单株产量: 密度与单株产量的关系较大，随着密度的

增加,单株产量明显下降,处理1平均单株产量65.3克,处理2平均单株产量53.8克,处理3平均单株产量48.5克,处理4平均单株产量45.6克,处理5平均单株产量41.6克,处理6平均单株产量13.4克,处理7平均单株产量10.5克。

理论产量:各处理间的理论产量差异较大,在移栽加水肥一体化处理间比较,呈现出密度越高产量也越高的规律,但高密度直播加水肥一体化处理的产量,又明显低于中密度移栽加水肥一体化处理的产量。^[5]

3.2 实收结果:

各处理单收单脱,产量结果最高的是处理4,折合

亩产264.19千克,比对照亩增产88.51千克,增50.38%;产量第二的是处理5,折合亩产260.03千克,比对照亩增产84.35千克,增48.01%;产量第三是处理2,折合亩产243.55千克,比对照亩增产67.87千克,增38.63%;产量第四是处理3,折合亩产223.58千克,比对照亩增产47.90千克,增27.27%;产量第五是处理6,折合亩产222.22千克,比对照亩增产46.54千克,增26.49%;产量第六是处理1,折合亩产202.63千克,比对照亩增产26.95千克,增15.34%;产量第七是处理7,折合亩产175.68千克(详见各处理产量比较表)。^[6]

产量比较表

项目	实收密度 (株/亩)	实收面积 (m ²)	实收产量 (kg)	含水量 (%)	折合亩产 (kg)	比对照增减 (kg)	比对照增减 (%)	产量排序
处理1	3968	666.67	218.73	15.7	202.63	26.95	15.34	6
处理2	5051	666.67	265.74	16.6	243.55	67.87	38.63	3
处理3	5952	666.67	248.73	18.2	223.58	47.9	27.27	4
处理4	6944	666.67	285.53	15.8	264.19	88.51	50.38	1
处理5	8333	666.67	285.44	17.1	260.03	84.35	48.01	2
处理6	19000	666.67	241.89	16.4	222.22	46.54	26.49	5
处理7 (ck)	19000	666.67	191.46	16.5	175.68			7

3.3 效益分析

水肥一体化与对照在耕地、油菜专用肥、微肥、病虫害防治和收割脱粒成本一致,对净增利润没有影响,不再列入效益分析内容,实际成本每亩应增加耕地费60元、病虫害防治费60元、微肥10元、专用肥82.5元、机收机脱80元,共计292.5元。

从各处理效益分析表中可以看出,油菜水肥一体化具有实施的价值,处理4、处理5、处理2比对照每亩净增利润119.25元、97.62元、11.92元,处理1、3、6与对照比为负效益,处理1负200.86元,处理3负91.92元,处理6负9元,原因可能是移栽密度偏低,直播密度偏高,说明移栽适宜密度应该在每亩7000-8000株,直播密度和施肥水平应进一步探索。^[7]

4 结语

最近几年,油菜生长期干旱频率越来越高,程度越来越重,对罗平县油菜生产造成较大的挑战,严重打击油菜种植户生产积极性,对罗平油菜产业的持续发展带来严峻的考验,在有条件的地方推广水肥一体化栽培技术,有特别重要的意义。

今年的试验表明,移栽水肥一体化产量总体比直播水肥一体化产量高、效益好,但费工耗时成本高,难以大面积推广,直播水肥一体化亩产222.22千克,实施过程相对简单,成本略高,可在有条件的地方适当推广,建议再进行直播水肥一体化的试验探索,包括品种选择、播种时期、密度、施肥量、施肥次数、灌水次数等内容。

参考文献

[1] 王宏斌,气候灾害对油菜产量的影响及防范措施[J].中国农技推广,2020(5):44-45、43.

[2] 李庆刚,周翠萍,原小燕,等.旱地油菜耐旱品种筛选试验[J].现代农业科技,2020(6):30-32.

[3] 燕林祥,符明联,张朝莲,等.“十四五”罗平县油菜产业发展对策建议[J].中国农技推广,2021(4):17-19、36.

[4] 关志琴.油菜“3414”肥效试验[J].云南农业,2015(8):39-41.

[5] 胡艳华,马贵书.油菜耕地土壤养分状况及施肥建议[J].云南农业,2016(1):50-52.

[6] 农业农村部网站,秋冬季作物施肥指导意见[J].致富天地,2019(10):62.

[7] 刘磊,安徽省油菜绿色高质高效栽培关键技术[J].中国农技推广,2020(9):50-52.

Investigation on the Implementation Results of Green, High-yield, Efficient and Safe Technical Schemes for Rapeseed

Junming Lu¹ Xintao Yang² Peixing Yang² Yuanyuan Xu¹ Feixiang Zhang²

1. College of Resources and Environment Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China

2. Jiangxi Xinlianxin Modern Agricultural Demonstration Park, Pengze, Jiangxi, 332700, China

Abstract

The experiment adopts a regional design. (1) Demonstration sample area; (2) Get used to the production management area; (3) Middle and low field areas; (4) Four treatments for Sanchi Tian. Study the influence of different treatment plot backgrounds on the green, high-yield, efficient and safe cultivation techniques of rapeseed. The results show that the demonstration sample area has achieved a high-yield record of 204.7kg per unit area as accepted at the provincial level in Jiangxi Province. Under the conventional management level, the actual yield is 170.2kg. The average yield of the medium and low position paddy fields prone to water accumulation is 74.7kg, and the rapeseed yield of the three-chi field is 70.5kg per mu. The main reasons for low-yield fields are as follows: First, climatic factors. After March, the rainy season began in Pengze, and the low-yield fields were affected by the drainage of the upper-level fields. Second, due to the aging of irrigation facilities, water leakage during the sowing period causes water accumulation, and the ditches are relatively shallow. Three, the “Three Delays Field” problem: late sowing, no application of base fertilizer, delayed top dressing, and delayed harvesting. Production suggestions: The smoothness of the four ditches should be promoted simultaneously as a key technology for green, high-yield, efficient and safe rapeseed production. Improve the conditions of irrigation and drainage facilities, apply sufficient base fertilizer, sow and harvest at the right time and early.

Keywords

Rapeseed Technical solution; Result; Comparative analysis

油菜绿色高产高效安全技术方案实施结果的调查

鲁君明¹ 杨新涛² 杨佩星² 许源源¹ 张飞翔²

1. 华中农业大学资源与环境学院, 中国·湖北 武汉 430070

2. 江西心连心现代农业示范园, 中国·江西 彭泽 332700

摘 要

试验采用大区设计, (1) 示范样板区; (2) 习惯生产管理区; (3) 中低位田区; (4) 三迟田4个处理。研究不同处理地块背景对油菜绿色高产高效安全栽培技术的影响。结果表明: 示范样板区获得江西省级验收单产为204.7kg高产记录, 习惯管理水平实产170.2kg, 中低位易积水田平产量为74.7kg, 三迟田油菜籽产量为70.5kg/亩。低产田主要原因: 一、气候原因, 进入3月份后彭泽降雨季, 低位田块接受了上位田的排水影响; 二、是灌水设施老化播种期灌溉漏水形成积水, 清沟比较浅; 三、“三迟田”问题, 播种较迟、底肥不施追肥推迟、收割推迟。生产建议: 四沟畅通作为油菜绿色高产高效安全技术重点同步推进, 改善灌排设施条件, 施足底肥, 适时早播种, 适时早收割等技术。

关键词

油菜; 技术方案; 结果; 对比分析

1 引言

江西心连心现代农业示范园是以科技为支撑农业发展的新型模式, 是农业技术组装集成的载体、市场与农户连接的纽带、现代农业科技的辐射源、人才培养和技术培训的基地, 它对地区农业产业升级和农村经济发展有示范推动作用。发展油菜生产对保障我国食用油安全、促进农业增收、

推进乡村振兴、维护生态平衡、推动油菜产业升级等多重战略意义。在心连心现代农业示范园开展油菜绿色高产高效安全技术的应用是公司农业技术项目任务, 2024/2025 年油菜季华中农业大学资环学院鲁剑巍教授技术团队与心连心现代农业示范园组织并实施, 在组织省级专家检查验收中获得油菜亩产 204.7kg 的高产记录, 园区 740 亩平均单产 150kg, 田间也有 45.5kg 实收田块。为解决油菜低产原因, 全面提升油菜单产水平, 2024/2025 年油菜季项目实施结果分析如下:

【作者简介】鲁君明(1963-), 男, 中国湖北洪湖人, 正高级农艺师, 从事农业技术与推广应用研究。

2 材料与方法

2.1 基地概况

基地位于江西省彭泽县心连心现代农业示范园，北纬 29° 51′ 58″，东经 116° 30′ 14″。土壤肥力中等水平，油菜历史平均产量为 90kg/亩。受地质构造、岩石性质、气候、长江河湖等自然力影响，西北高东南低，地势相对平坦的丘陵地形，冲淤积作用影响形成的江湖小片平原，土壤由砂质黏土与砂砾石组成，土壤类型为潮泥土。12-2 月份为冬季，雨量很少、湿度小、温度低，对油菜作物有轻度旱情表现，2024 年 2 月 26 日彭泽县油菜出现冻害天气；春季 3-5 月，前期低温阴雨、寒气较重，后春夏季风力大，与北方冷空气交锋形成连阴雨，但是气温回升快，最大风速 10 级（1977 年 4 月 16 日夜 10 时芙蓉发生），油菜在这一季节易感霜霉、灰霉、菌核病；5 月油菜收割季注意连阴雨与收割的关系。夏季（6-8 月）汛期到来，易发生洪涝灾害、极端高温天气的影响，最大降雨月发生在 1996 年 6 月为 781.6mm，最大降雨日发生在 1996 年 7 月 10 日降雨量为 205.3mm，由于这一季节前期降雨多、土壤流失严重，重点搞好土壤肥力保护，水稻生产中的沟埂管理；秋季（9-11 月），秋季季风减弱，白天虽热、晚上转凉，油菜播种期 10 月上中旬是油菜播种最佳时间，气温相对较高，水稻收割后耕翻失墒快，生产上要利用这特点，缩短翻耕时间，抢墒耕作播种，一播全苗。年降雨量 1100-1500mm；每年都有干旱发生，1978 年 6-12 月降雨仅 337mm，其中 80 天没有下雨。油菜 2024 年 10 月 7 日开始播种，10 月 16 日播种结束，2025 年 5 月 6 日开始收割，5 月 14 日最后一批收割结束。

2.2 试验设计

试验设 4 个大区处理，不设重复，分别是（1）示范样板区，高位田，标准厢面宽 3.5m，厢沟 30cm*30cm，四沟相通，排灌方便，面积 30 亩；（2）习惯性生产管理，高位田不易积水区，面积 30 亩；（3）易积水区中低位区，田块位置低易积水的过水地，灌水期降雨期围沟不明易积水地；面积 50 亩；（4）三迟田，播种迟（10 月 16 日）、无底肥追肥迟（11 月 16 日）、收割迟（5 月 14 日），面积 10 亩。2、3、4 处理按设计要求实施，没有要求的按示范方案同步进行。示范样板区技术方案^[1]：

统一施肥品种施肥量施肥时间^{[2][3]}，油菜专用高效肥（25-7-8B）底肥亩用量 40kg，尿素 5kg 作苔肥追施；采用

种肥同播技术（稻草深翻还田→机旋平田→种肥同播）；或飞机施肥播种技术；

统一油菜品种与播种时间：油菜品种为圣缘 2 号、赣油杂 10 号、中油杂 501；播种时间安排在水稻收割后的 10 月 7-15 日，抢墒播种。

统一病虫害防治^[1]：预防为主综合防治，根据病虫害发生提出化学防治方案，推进油菜一封除草技术，油菜一喷三防技术，在 3 月上中旬抢晴好天气用药（50% 多菌灵 80g+400g/L 戊唑米鲜胺 25g+ 磷酸二氢钾 25g+ 液体硼 25g+ 芸苔素 10g+ 水 5L 无人机喷施）。同时注意苗期跳甲虫、蚜虫，花期潜叶蝇发生与防治。

联合收割时间油菜 10 成熟至籽粒在外力气候影响自然脱粒前抢晴收割。油菜一播全苗的土壤适墒标准为含水量 15.5-18.5%。

主要参试材料：40% 油菜专用高效肥 25-7-8B（江西心连心化学工业公司），46% 尿素（江西心连心化学工业公司），B≥150g/L 液体硼（潍坊金辉达生物科技有限公司），0.01% 芸苔素（郑州郑化工产品有限公司）；500g/L 异松乙草胺乳油（富美实植物保护剂有限公司）；50% 多菌灵可湿性粉剂（江西绿川生物科技），400g/L 戊唑米鲜胺水乳剂（济南天邦化工有限公司）；赣油杂 10 号（江西省农业科学院作物研究所选育）、中油杂 501（武汉中油种业科技有限公司）、圣缘 2 号（湖北圣园种业科技有限公司）。

调查内容及方法：产量按处理分区调查，示范样板区、习惯生产区、中低位田生产区、三迟田区四个不同类型田块环境背景调查，产量及产量构成调查，成本效益分析，实际产量根据各处理分区实际收割销售产量和专家验收产量进行分区统计。示范结果采用常规对比分析。

3 结果与分析

3.1 不同田块基本情况调查分析

在油菜高产高效安全栽培技术方案架构下，不同处理田块产量表现明显差别，产量水平调查结果列表如下：

表 1 不同处理田块背景条件对油菜籽产量水平的影响分析认为：由于参试品种、耕作模式、病虫害防治方案在处理分区均为相同分布，油菜品种、耕作模式，病虫害防治在该产量水平分类情况下没有差异。各处理田块生产背景不同实际产量有显著差别。

表 1 不同田块生产背景条件对油菜籽产量的影响

处理	田块生产背景	参试品种	耕作模式	平均产量 kg/ 亩
示范样板区	高位田、灌排水通畅、田块平整、推荐方案管理	赣油杂 10 号 圣缘 2 号 中油杂 501	精量播种技术 无人机播种施肥技术	204.7
习惯生产区	中位田、灌排水通畅、习惯生产水平管理	赣油杂 10 号 圣缘 2 号 中油杂 501	精量播种技术 无人机播种施肥技术	170.2
易积水区	中低位田，过水田或易积水田	赣油杂 10 号 圣缘 2 号	无人机播种施肥技术	74.7
三迟田区	高位田；播种迟、不施底肥追肥迟、收割迟	赣油杂 10 号	无人机播种、人工施肥	70.5

(1) 示范样板区代表 29-30# 等田块, 灌排水通畅、高位田、田块平整、产量高 (204.7kg/ 亩), 比习惯管理水平增产 34.5kg/ 亩, 增产幅度为 20.3%。

(2) 习惯生产区代表 32# 等田块, 属于中位田, 灌排水条件较为通畅、生长良好, 田块介于示范田与中低位田之间, 实产 170.2kg。

(3) 易积水区属于中低位田表现各不同: ① 23-28# 田块, 灌排水条件一般, 没有明显积水, 田块偏远、管理人员不常去, 实测单产 120.5kg/ 亩。②易积水区, 69、73# 为“过水”田, 位置低, 上面三块田的水直接流入其中, 自身沟路为人工开挖 (沟深 * 宽 =20cm*20cm), 进入 3 月份后降雨无法排出, 经人工清理效果不明显, 渍水时间过长, 是明显低洼地、没有机械排水深沟, 12-2 月为油菜冬季管理期, 降雨少, 苗情低位田没有与高位田有太大的区别, 容易放松低位田管理, 3 月份降雨增加, 田间调查 3 月份长势开始减弱, 花量少、植株矮化, 根系受渍水浸害不能合成生长物质, 停止生长, 直到死亡, 收割密度低 (1.5 万株), 田间杂草较多,

测产量为 45.5kg/ 亩。③ 22# 田是中位渍水田, 受到播种期抗旱渍水及春季降雨双重影响, 收割比正常收割推迟了 3 天, 减产十分严重, 收割单产在 58.0kg/ 亩。易积水区平均产量 74.7kg/ 亩。

(4) 三迟田, 70# 田块高位田公路边, 播种期推迟到 10 月 16 日、无底肥追肥迟 11 月 16 日、收割推迟 5 月 14 日, 即“三迟”原因, 影响油菜籽产量形成与收割减产, 产量在 70.5kg/ 亩。

3.2 不同田块产量及产量构成效益分析

统计结果, 生产成本 725 元 / 亩 (租地管理 300 元、精量播种 80 元、肥料 150 元、种籽 30 元、病虫草害防治 75 元、清沟 10 元、机收 80 元) 计算, 易渍水区过水积水田增加人工清沟成本 50 元 / 亩, 亩收入 = 产量 *5.4 元 /kg- 生产成本。示范样板区亩收入可达 380.4 元, 习惯生产区亩收入 194.1 元, 易积水区无明显积水地亩收益为 -74.3 元 / 亩, 中位积水田为 -461.8 元, 过水田收益最低 -529.3 元 / 亩, 表明积水越严重的地块种植效益越低。

表 2 油菜不同处理产量构成效益分析

处理 苗期		密度（万株）		株角果数	角粒数	生产成本	收益
		收割	个	粒	元 / 亩	元 / 亩	
示范样板区		3.70	2.63	189	20.3	725	380.4
习惯生产区		3.69	2.0	168	26.4	725	194.1
易积水区	无明显积水	3.60	1.67	297	25.4	725	-74.3
	过水田	3.00	1.5	65	18.2	775	-529.3
	中位积水田	3.50	2.4	45.9	25.0	775	-461.8
三迟田区		3.69	2.3	55.5	21.8	725	-344.3

4 结语

2024/2025 年油菜高产高效安全栽培生产技术方案指导下, 示范区代表 29# 等田块, 灌排水通畅、高位田、产量高、效益高 (204.7kg/ 亩, 收益达 380.4 元 / 亩), 油菜绿色高产高效安全栽培技术示范方案全面实施是油菜高产高效决定因素。习惯生产区代表 32# 等田块, 中位田, 灌排水条件较为通畅、生长良好, 各项技术落实到位产量较为理想达到时 170.2kg。同一区域出现了产量 120.5kg/ 亩的低产田 (23#-28#), 最低产量 45.5kg 超低产记录 (69#73#)。油菜在园区低产原因: 一是进入 3 月份后彭泽降雨季的影响, 低位田沟路不畅, 易积水; 二是对油菜高产高效安全栽培技术全面落实意义认识高度不够。三是高标准农田生产问题, 采用沟深宽 30*30cm 标准, 厢沟间隔 3-4m 1 条, 每块田 2 条横沟, 与灌道或排水沟相连, 能增强抗旱和排渍作用, 提高土壤通气性促进油菜根系下扎, 增加抗倒能力, 基于此要落实到每一块田。四是三迟田, 播种迟是对适时早播种不理解, 70# 田块是园区最后播种高位田, 油菜播种期推迟到了

10 月 16 日; 施肥迟, 当日正值耕后降雨前最适播种期, 降雨增墒可一播全苗的机会, 底肥不到位错失油菜出苗后营养补给, 11 月 16 日施肥表现为一迟再迟; 收割偏迟, 也是产量损失原因之一。

继续推进油菜绿色高产高效安全农业生产技术方案组织实施, 确定 2025/2026 油菜高产方案田块区域划分, 沟路畅通作为方案同步推进, 施足底肥, 适时早播种, 在收割季节抡时早收割等技术, 油菜平均产量比 2024/2025 年提升 5-7% 水平。

参考文献

[1] 江西省农业技术推广中心, 关于印发2024-2025年度油菜绿色高产高效大面积单产提升技术指导意见的通知[Z], 2024年7月24日

[2] 鲁剑巍.油菜科学施肥依据与关键技术 [Z], 农业技术讲稿, 2024年12月12日

[3] 鲁君明, 余细俊.2019-2020年油菜季化肥农药减施技术的田间试验[J].湖北植保, 2020, (3): 32-35.

Discussion on the Practice of “Blockchain + Internet of Things Integration Architecture” in Xundian Beef Cattle Industry

Zhenming Ma¹ Zhenglong Li² Zhongzhou Chen³ Mingqiang Liu¹

1. Xundian County Tangzi Sub-district Office Agricultural and Rural Development Service Center, Xundian, Yunnan, 655200, China

2. Xundian County Animal Health Supervision Institute, Xundian, Yunnan, 655200, China

3. Xundian County Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Xundian, Yunnan, 655200, China

Abstract

Blockchain technology, with its decentralized, tamper-proof, and traceable features, provides robust safeguards for establishing a trustworthy data ecosystem. Its integration with IoT demonstrates significant potential in agricultural applications. This paper examines the implementation of blockchain and IoT in Xundian County's beef cattle industry, detailing practical solutions and case studies that drive industrial scaling and modernization. It outlines the technical foundations, addresses core challenges, and proposes solutions to long-standing issues like financing barriers and regulatory hurdles. The findings offer valuable insights for advancing new technologies in the livestock sector.

Keywords

blockchain; Internet of Things; Xundian beef cattle industry; digital transformation; rural revitalization

寻甸肉牛产业“区块链+物联网融合架构”实践探讨

马真明¹ 李正龙² 陈忠州³ 刘明强¹

1. 寻甸县塘子街道办农业农村发展服务中心, 中国·云南 寻甸 655200

2. 寻甸县动物卫生监督所, 中国·云南 寻甸 655200

3. 寻甸县农业农村局, 中国·云南 寻甸 655200

摘要

区块链凭借其去中心化、不可篡改、可追溯等特性, 为构建可信数据环境提供了有力保障, 与物联网技术的融合应用在农业领域展现出巨大潜力。本文结合寻甸县肉牛产业应用区块链与物联网技术, 推动肉牛产业的规模化、现代化发展实践方案以及成效与案例, 介绍了该技术基础, 探讨相关核心挑战, 以及解决产业长期面临的融资难、监管难等痛点, 对畜牧产业发展新技术应用具有一定的借鉴意义。

关键词

区块链; 物联网; 寻甸肉牛产业; 数字化转型; 乡村振兴

1 引言

肉牛产业是寻甸县的重要农业支柱产业, 随着产业的发展, 一些问题逐渐显现, 如全县肉牛养殖规模数量普查(筛查)工作实施、数据可靠性、生物资产监管难度大、信息不对称导致的市场决策盲目以及规模化发展支撑不足等。区块链与物联网技术的出现^[1], 为解决这些问题提供了新的思路和方法。笔者 2020 年 3 月至 2023 年 5 月抽调到寻甸县“一县一业”和国家现代农业产业园示范创建工作专班, 参与寻甸肉牛国家产业园^{[2][3]}与云南省“一县一业”示范创建

项目的实施工作, 具体负责联系构建寻甸肉牛产业“区块链+物联网”融合架构信息工作。本文旨在探究“区块链+物联网”技术在寻甸肉牛产业中的应用实践, 为产业的升级发展提供参考。

2 寻甸县肉牛产业发展现状

2.1 产业总体情况

寻甸县地处云南省东北部、昆明市北部, 全县国土面积 3588 平方公里, 总人口 57.3 万人。2023 年, 全县实现畜牧业产值 32.95 亿元, 肉牛存栏 22.51 万头、出栏 14 万头, 牛肉产量 1.68 万吨。寻甸县是云南省第一批 40 个高原特色农业示范县, 2019 年以来连续三年被列为云南省唯一的“一县一业”肉牛产业示范创建县, 并于 2021 年 4 月成功申报

【作者简介】马真明(1974-), 男, 回族, 中国云南寻甸人, 本科, 高级畜牧师, 从事畜牧技术推广研究。

了以肉牛产业为主导的现代农业产业园创建任务，2024年1月通过认定为国家现代农业产业园。其间，依托现代农业产业园创建的寻甸肉牛质量追溯与控制中心项目，搭建了寻甸牛智慧管理平台（见图1）。



图1 寻甸肉牛智慧管理平台

2.2 规模养殖情况

截至2020年底，全县存栏10头以上规模养殖场（户）612户，存栏100至500头的规模养殖户30户，存栏肉牛3.9万头，占全县存栏的20.8%。其中，存栏达200头及以上企业（合作社）11个；存栏数量在100头至200头之间的企业（合作社）有19个；存栏数量在50头至100头之间的企业（合作社）有78个。

2.3 交易市场情况

寻甸县建有中国西南地区最大的活畜交易市场——羊街牛市，2020年活畜交易额已经突破70亿元，2023年肉牛交易量达35万头，交易额突破60亿元。随着寻甸县伊泰食品有限公司、云南海潮集团听牧肉牛产业股份有限公司等18家农特产品精深加工企业入驻高原特色农产品加工园区，有力地引导了全县肉牛产业从分散布局向集聚集群发展转变。

3 肉牛产业“区块链+物联网融合架构”组成

以“一牛一标一链”为核心，构建三层技术架构^[4]：一是感知层，为每头牛佩戴国产芯片耳标，关联全国动物检疫标识。二是网络层，通过4G/5G网络基站，

将数据上传至县管理平台。三是区块链层，采用联盟链技术（备注：联盟链是一种由多个组织或机构共同管理、需授权才能加入的区块链网络，其核心特征包括多组织共同治理和权限控制；主要用于银行、供应链、跨境支付等需多方协作且对数据安全性要求较高的场景。系统预留了联盟链接入接口，为后续肉牛交易、屠宰、加工、物流、食品售卖或者与第三方电商平台接入追溯等做好准备工作；如与京东、天猫等实现对接上链），节点可分布至县农业农村局、乡镇兽医站及龙头企业，确保养殖、检疫、交易等13类关键数据上链存证。“区块链+物联网融合架构”系统数据闭环流转示意图见图2。

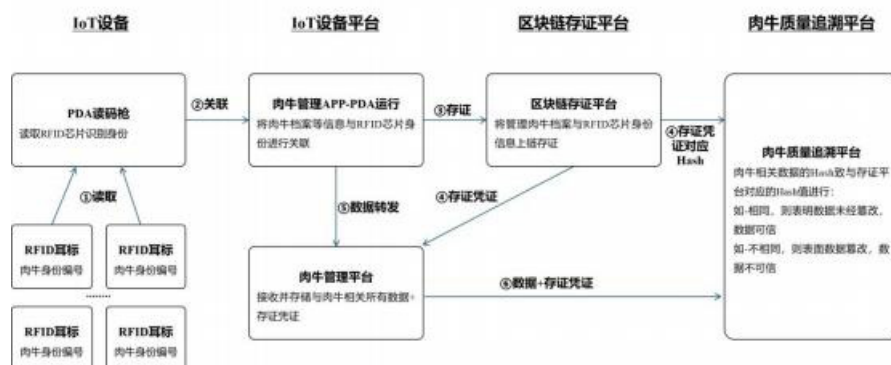


图2 “区块链+物联网融合架构”系统数据闭环流转示意图

4 肉牛产业发展存在问题

4.1 肉牛养殖监管难

肉牛作为生物资产，具有生长周期长、流动性大、价值评估复杂等特点，给监管工作带来了极大挑战。传统的监管方式主要依赖人工巡查与纸质记录，效率低下且容易出现数据错误问题。例如，在牛只免疫记录方面，部分养殖场存在漏记、错记现象；在牛只交易环节，由于缺乏有效的统计手段，存在交易数量统计、交易价格不准确等问题。这些问题不仅影响了政策决策指导，对产业的健康发展，也给金融机构的信贷风险管理带来了困难。

4.2 信息不对称

在寻甸肉牛产业供应链中，各参与方之间信息流通不

畅，存在严重的信息不对称问题。养殖企业难以实时了解市场需求变化与价格走势，导致生产决策盲目性较大；金融机构由于缺乏对养殖企业和牛只资产的全面、准确信息，在提供融资服务时往往较为谨慎，增加了养殖企业的融资难度；消费者对牛肉产品的来源、

质量等信息了解有限，难以做出理性的购买决策。信息不对称不仅降低了产业运行效率，也制约了产业的可持续发展。

4.3 缺乏规模化发展支撑

中小牧场在资金、技术、人才等方面的短板，限制了其规模化发展的能力。同时，产业上下游之间的协作不够紧密，产业链整合程度低，无法形成规模效应与协同效应。此

外,由于缺乏完善的社会化服务体系,中小牧场在养殖技术指导、疫病防控、市场信息服务等方面得不到有效支持,进一步阻碍了产业的规模化发展进程。

4.4 基于发现问题,完善的措施

2020年农业农村局肉牛“一县一业”办公室建设首批寻甸肉牛智慧管理系统,通过微信小程序端“智慧云牛”进行数据采集工作,依托全县约200位基层防疫员覆盖全县175个行政村,利用春秋两季防疫工作,通过系统录入每位肉牛养殖户存栏牛只数量。2021年全县录入系统存栏肉牛21.9万头,2022年录入系统存栏肉牛22.5万头。小程序的使用大大提高了统计效率,减少了人工纸质统计方式的不便,同时发现散养户长期养殖才出栏售卖的情况,在春防时统计了一次,秋防还要重复统计到系统增加了一定工作负担的问题。

为了打通养殖至交易端产业链条,2023年我县结合前期小程序优劣,依托“区块链+物联网”技术,建设存栏头牛数据筛查系统。系统采用PDA采集设备、芯片耳标,对接国家农业农村部获取唯一耳标号,实现牛只身份认证。我县联合16个乡镇防疫合作社187名防疫员,借春秋防疫开展全域牛只普查并佩戴耳标,精准采集牛只年龄、品种等信息,划分牛犊、能繁母牛等类别。2023年普查存栏22.51万头,2024年36588户养殖户存栏22.67万头。该系统避免重复录入,减轻防疫员工作量,提升普查效率。

5 应用实践方案

5.1 数字化建档

依托物联网设备,为每一头牛建立链上全息档案。在牛只出生后,通过物联网传感器采集其基本信息,如品种、出生日期、体重等,并将这些信息上传至区块链。随着牛只生长,其防疫记录、系谱信息、疾病诊疗记录等也会实时更新到档案中。例如,当牛只进行疫苗接种时,防疫人员通过手持设备将疫苗种类、接种时间、接种剂量等信息录入系统,系统自动将这些信息上传至区块链,确保防疫信息的真实、准确与可追溯。

5.2 动态监控与预警

通过在牛只身上佩戴芯片耳标使用物联网设备,实时采集牛只的基本信息数据,并将数据上传至管理系统。利用AI技术对这些数据进行分析,为管理部门提供准确的养殖情况数据,便于县政府出台对应的管理措施,促进养殖业的发展。

5.3 金融赋能

基于链上可信数据,金融机构能够更准确地评估牧场的资产价值与经营风险,为牧场提供融资支持。例如,恒丰银行与寻甸部分牧场合作,推出惠农贷款产品。银行通过区块链获取牧场牛只的数量、生长状况、交易记录等数据,对牧场进行精准授信。同时,保险公司也可根据区块链上的牛只健康数据,开发针对性的保险产品,如肉牛养殖保险。当牛只因疾病或意外死亡时,保险公司可通过区块链数据快速核实理赔信息,实现快速理赔,降低养殖户损失。

6 实践案例与成效

6.1 实践案例

中国农业银行、云南省农信社、富滇银行与寻甸县展开深度合作,共同为寻甸肉牛养殖产业深入探索。整合养殖牛只数据、政府监管部门的检疫数据、金融机构的信贷数据等,实现了对寻甸肉牛产业全链条的数字化管理与服务。通过金融赋能实现生物资产肉牛的金融价值,为养殖户解决了养殖资金的困难为产业发展带来了显著的变化。在塘子街道、金所街道、羊街镇规模养殖户(养殖规模50头以上)肉牛养殖贷款资金突破亿元以上,结合政策县政府还为养殖户贷款提供了贴息帮助,大大提高了养殖产业的信心。

6.2 实践成效

寻甸在政策驱动和“一县一业”示范县创建带动下,积极开展肉牛产业“区块链+物联网融合架构”实践,一是提高融资效率。通过区块链与物联网技术融合,为金融机构提供了全面、准确的牛只资产信息,有效降低了金融机构的信贷风险评估成本,提高了融资审批效率。二是降低风险水平。动态监控与预警系统的应用,使养殖企业能够及时发现牛只的健康问题和异常行为,提前采取防控措施,降低了疫病发生风险和牛只死亡率。三是推动产业升级。数字化建档、智能化养殖管理等应用,提高了养殖企业的生产效率和管理水平,推动了寻甸肉牛产业从传统养殖模式向现代化、智能化养殖模式转变。

7 结语

区块链与物联网技术的融合,为寻甸肉牛产业发展提供了创新解决方案的基础,有效解决了产业面临的核心痛点,在提升融资效率、加强生物资产监管、推动产业规模化发展等方面取得了显著成效,为乡村振兴注入了强大动力。未来,寻甸肉牛产业应进一步拓展区块链与物联网技术在全产业链的应用。在养殖环节,深化智能养殖设备应用,实现养殖过程的精准控制与自动化管理;在加工环节,利用技术实现产品质量追溯与生产流程监控;在销售环节,通过区块链溯源为消费者提供更透明、可信的产品信息,提升品牌竞争力^[9]。

参考文献

- [1] 杨振;伍琴兰.基于区块链技术的农产品质量可追溯体系研究[J].中国农业资源与区划,2024(12).
- [2] 陈万高,徐林,杨继怀,等.寻甸县肉牛产业发展前景及对策分析[J].中国畜禽种业,2022,18(5):3-7.DOI:10.3969/j.issn.1673-4556.2022.05.001.
- [3] 徐林.寻甸县肉牛产业面临的机遇、挑战和实践[J].中国畜禽种业,2022,18(3):2.DOI:10.3969/j.issn.1673-4556.2022.03.010.
- [4] 黄宁,谷茂春,王敬红.基于区块链+物联网的农产品溯源解决方案研究[J].无线互联科技,2022,19(20):158-161.
- [5] 李意洪.数字经济赋能乡村产业振兴的逻辑机理、现实困境与实践路径[J].当代农村财经,2025(6).

Biological control techniques for Pests and Diseases in Artificial Forests of the Greater Xing'an Range and Assessment of Ecological Benefits

Li Zhang

Forest Pest and Disease Control and Quarantine Station Kudu Forest Industry Company Inner Mongolia Forest Industry Group, Yakeshi, Inner Mongolia, 022164, China

Abstract

The Greater Xing'an Range is an important cold-temperate forest ecological barrier in China. However, the artificial forests have long been planted on a single tree species scale, resulting in a single ecological structure, weak stress resistance, and vulnerability to forest pests and diseases. Traditional chemical control methods carry risks of environmental pollution and secondary pests, making it difficult to meet the demands of green control. Biological control, as an important approach to the healthy management of artificial forests, can balance ecological and economic benefits. Based on the analysis of the current situation of pests, this paper explores strategies such as the release of parasitic natural enemies, the application of microbial preparations, and the optimization of forest stand structure and habitat, constructs a collaborative regulation mechanism of "pests - natural enemies - habitat", and evaluates the effects from aspects such as ecological restoration, landscape pattern, and forest health improvement. The research suggests that it is necessary to strengthen monitoring and early warning, promote the breeding of local natural enemies and multi-subject collaborative governance to consolidate regional ecological security.

Keywords

Greater Khingan Range; Artificial forest; Pest control; Biological control; Release of natural enemies; Forest ecological benefits

大兴安岭人工林有害生物生物防治技术与生态效益评估

张丽

内蒙古森工集团库都森工公司森林病虫害防治检疫站, 中国·内蒙古 牙克石 022164

摘要

大兴安岭是我国重要的寒温带森林生态屏障,但人工林长期以单一树种规模营造,生态结构单一,抗逆性弱,易受林业有害生物侵袭。传统化学防治存在环境污染和次生虫害风险,难满足绿色防控需求。生物防治作为人工林健康经营的重要路径,可兼顾生态与经济效益。本文在分析虫害现状基础上,探讨寄生性天敌释放、微生物制剂应用和林分结构及生境优化等策略,构建“害虫—天敌—生境”协同调控机制,并从生态恢复、景观格局和森林健康提升等方面评估效果。研究认为,应强化监测预警、推进本地天敌繁育和多主体协同治理,以巩固区域生态安全。

关键词

大兴安岭; 人工林; 有害生物防治; 生物防治; 天敌释放; 森林生态效益

1 引言

大兴安岭地区具有寒温带针叶林生态系统典型性,是我国北方林区的重要战略性生态屏障。自上世纪以来,在国家三北防护林、天然林保护工程以及退耕还林政策的推动下,大兴安岭地区形成了以樟子松、云杉、落叶松等为主体的人工林林带。然而,由于人工林形成时间相对集中、树种配置趋同、林分年龄结构单一,森林生态系统的稳定性与自调节能力不足,导致林业有害生物在部分区域呈现高发

态势。例如,樟子松毛虫、落叶松毛虫、松梢虫及树皮甲虫等害虫在某些林分内呈周期性暴发,不仅造成林木生长势衰弱,还直接影响森林整体生态功能。长期以来,人工林病虫害治理主要依赖化学药剂,该方式虽能在短期内获得显著控害效果,但由此引发的天敌种群锐减、林下生物群落结构紊乱、农药残留污染扩散等问题日益突出,形成生态风险累积。而生物防治路径强调利用昆虫天敌、捕食性鸟类、微生物杀虫剂及生境调控等手段恢复森林生态系统自调节能力,其目标不仅在于抑制害虫种群数量,更在于重建人工林生态系统稳定机制。因此,探索适应大兴安岭人工林空间格局特征和景观配置条件的生物防治体系,并对其生态效益进行系统评估,具有重要理论意义与现实价值。

【作者简介】张丽(1985—),女,中国内蒙古扎赉特旗人,本科,工程师,从事植物保护研究。

2 大兴安岭人工林有害生物发生特点及危害分析

2.1 人工林结构单一与生态抗性薄弱

大兴安岭地区的人工林建设在较长时期内遵循大规模、同树种、近同龄的造林模式，使林分呈现结构单一、垂直分层不明显和物种多样性不足的特征。在这种同质化生境中，害虫种群易获得持续稳定的食物来源，种间制衡机制弱化，从而形成快速增殖循环。例如，樟子松毛虫在连续大面积松林中可迅速完成种群扩张并形成高密度暴发，导致大面积针叶脱落，削弱林木光能利用能力并显著降低生长量。林木在长期取食压力下生理活性下降，抗逆性衰弱，进而推高次生虫害和病害的发生概率，人工林生态系统整体稳定性明显降低。

2.2 气候变化加剧害虫发生周期波动

气候变暖背景下，大兴安岭地区年均气温呈梯度上升，冬季极端寒潮频次与强度下降，使害虫越冬死亡率降低、越冬成功率提高，导致翌年虫口基数明显增加。同时，高温条件缩短害虫发育周期，部分鳞翅目和鞘翅目害虫可在一年内完成更多世代繁育，加剧了种群密度波动和暴发风险。例如树皮甲虫在升温背景下扩展海拔与纬度分布范围，其取食和入侵能力增强，对人工林生态安全构成长期累积性威胁，使虫害发生呈现更强的不确定性和持续性。

2.3 人为干扰与森林经营模式影响虫害动态

林区道路修建、集材运输和择伐更新等经营活动改变了森林内部微生境结构，产生林缘加宽、光照强化与土壤扰动等效应，破坏了害虫及其天敌的原有平衡格局。此外，传统经营模式中将林下灌草层清理视为“整齐经营”的必要手段，然而灌草层恰是多类捕食性昆虫、寄生蜂及鸟类的重要栖息与繁育场所。过度清理导致生境破碎化，天敌基线密度下降，使害虫缺乏持续自然控制力。在天敌缺位与传播通道增加的双重驱动下，虫害更易呈现扩散性暴发，削弱人工林自我调节能力与生态稳定性。

3 生物防治技术体系构建与应用实践

3.1 寄生性与捕食性天敌释放技术应用

在大兴安岭人工林害虫生物防治体系中，寄生性与捕食性天敌昆虫的扩繁与定向释放已成为核心技术路径之一。寄生蜂对鳞翅目害虫幼虫和蛹期具有较高寄生率，通过在害虫初始发生期或低龄幼虫阶段实施分批释放，可以在种群增长拐点前形成持续控制压力，有效抑制虫口密度的快速上升。草蛉与瓢虫等捕食性昆虫则在林分内对蚜虫、介壳虫及幼小阶段毛虫具有显著捕食作用，两类天敌之间可形成互补与联动效应。为了避免天敌“投放即消失”现象，需要在林区营造稳定栖息生境，如维持林缘带、灌草混生带与花源植物带，为天敌提供越冬场所与蜜源补给，同时减少化学农药施用对天敌种群的干扰。

3.2 微生物制剂与绿色生物源农药的防治应用

微生物防治制剂在大兴安岭人工林害虫治理中展现出显著的生态友好性与靶向控制特征。苏云金杆菌（Bt）可通过产生内毒素作用于害虫中肠细胞，使幼虫停止取食并逐渐死亡；白僵菌与绿僵菌可侵染害虫体表并通过菌丝繁殖导致宿主崩解；核型多角体病毒则通过口服感染对鳞翅目幼虫具有高致死率。同时，生物源农药如苦参碱、鱼藤酮等植物提取物可与微生物制剂形成复配应用，提高防治效率并延长控制时间。通过制定适宜的施用时期、剂量和林分气象条件匹配策略，可实现害虫防治的效能提升与生态系统安全之间的平衡。

3.3 生境调控与森林结构优化调治策略

生境与林分结构的调控是实现生物防治长期化、系统化效益的关键环节。人工林若长期维持单一树种与高密度生长状态，易形成害虫“食源集中”“繁殖快速”的高风险环境。因此，通过降低林分密度、引入阔叶树混交、恢复灌草层植被等方式，可提升林分垂直与水平结构的复杂度，增强森林内部微气候稳定性，削弱害虫大规模扩散条件。同时，灌草层与土壤微生物群落的恢复有助于提高天敌资源位可获得性，使捕食者和寄生者种群得以在林分内稳定繁殖与越冬，形成更具韧性的“生物控制网络”。

4 大兴安岭人工林生物防治的生态效益评估

4.1 害虫种群控制与林木生长恢复效果显现

在大兴安岭人工林生物防治体系持续运行三年以上的林分监测结果显示，天敌释放、微生物制剂喷施与生态调控措施的综合组合能够显著削减害虫种群密度。与传统化学农药依赖型林区相比，生物防治区主要害虫（如落叶松毛虫、舞毒蛾等）发生强度普遍下降 30% ~ 55%，虫口密度波动范围更小，呈现出较为平稳的种群动态趋势。害虫取食压力的下降直接促进了林木光合作用能力的恢复，针叶保留率与叶面积指数提升明显，树冠更加饱满，胸径与年生长量具有可观增幅。此外，林木生理指标（如叶绿素含量、树脂分泌能力）得到改善，表明林分抵抗逆境能力提升。相比之下，化学防治虽可获得短期见效，但易导致再侵染与抗药性积累，并对树体与土壤微生物群落造成隐性损害，而生物防治措施在更好保护林分健康能力的同时，实现了人工林生态功能的逐步恢复与长期维持。

4.2 生物多样性水平提升与生态链结构改善

生物防治体系的建立不仅在于控制害虫种群，更关键在于重构人工林的生态链结构。通过限制化学农药使用，恢复林下灌草层植被生长空间，为捕食性昆虫、寄生蜂、蜘蛛及地表节肢动物提供稳定生境来源，促进天敌群落数量与种类的增加群落监测结果显示，生物防治区昆虫类群丰富度与群落多样性指数明显高于化学防治区，群落结构由单优势种型转向多优势种共存的稳定格局。生态链结构的复杂化增强

了系统对外界干扰的缓冲能力,使人工林逐渐从“生态脆弱型”向“稳定韧性型”演替,展现出更高的自我调节与自我修复潜力。

4.3 景观格局优化与生态屏障功能增强

生物防治的长期实施促进了人工林林层结构向复合化、多层次方向发展,针叶树、阔叶树与灌木层之间形成更具空间层次的群落构型,从而改善了林分内部光照、湿度与土壤环境条件。景观生态分析表明,生物防治区域林斑块间的生态连通性增强,林—草—灌交错带明显扩展,有效减少了单一树种大面积分布导致的“生态破碎化”风险。随着生态屏障功能强化,大兴安岭在东北与内蒙古交界带的生态安全战略地位进一步得到巩固,为维护东北森林生态安全格局和防止区域荒漠化扩展发挥可靠支撑作用。

5 大兴安岭人工林生物防治的推广策略与制度保障

5.1 构建区域害虫动态监测预警体系

构建区域害虫动态监测预警体系需要在空间尺度、时间尺度及信息处理层面形成系统化联动机制。基于遥感影像可实现大范围林分健康状况和虫害斑块扩展的宏观识别,而地面样点调查与诱捕器布设能够提供虫口密度、虫龄结构、寄生率等精细化参数,两者结合可弥补单一监测方式在空间连续性或数据精确性上的不足。在此基础上,引入机器学习与生态模型建立害虫种群动态预测模型,通过气温、降水、林木树种组成与天敌种群等变量,模拟害虫繁殖周期及迁飞趋势,形成短期预警与中长期风险评估的多时段预测体系。同时需要建立数据云平台,实现多部门数据共享与预警信息联动推送,提高基层林区管理者对虫害变化的快速响应能力,减少监测滞后导致的扩散风险,为生物防治与林分经营措施提供科学依据。

5.2 建设本地化天敌繁育与示范推广基地

建设本地化天敌繁育体系的关键在于适应区域气候与林分生态特征,形成低成本、高适应性的天敌供给机制。通过筛选本地优势天敌种群,提高其对本地害虫个体及环境条件的捕食效率和存活率,能够有效避免外来天敌引入后适应不良、生态干扰或二次风险问题。示范基地应包含天敌繁育区、野外释放区、监测与评估区三部分,实现从实验繁育、规模

扩增到林区投放及成效检测的闭环管理。推广过程中注重构建“标准化操作规程”,包括繁育周期管理、释放密度与时间节点选择、与林木生长季节同步调控等技术流程,以便在更大范围内复制推广。此外,示范样区可作为技术培训与科普教育平台,提升林场企业与基层护林员对生物防治技术的接受度与操作能力,扩大生物防治的实际覆盖效益。

5.3 完善多部门协同管理与政策激励机制

完善生物防治推进机制需要构建政府主导、科研机构支撑、林业企业与社区主体参与的协同管理格局。为促进生物防治的持续执行,应建立生态补偿机制,将林分健康维护与生态价值提升纳入绩效评价,通过财政补贴、以奖代补、碳汇收益分成等方式激励林场采用绿色经营措施。同时推动林业保险、财政贴息贷款等金融工具介入,提高林区在应对虫害风险中的韧性和成本承受能力。通过制度、资金与责任的协同联动,形成生物防治可持续运行的治理体系,保障区域森林生态系统的长期稳定与良性循环。

6 结语

大兴安岭人工林生态系统健康状况直接关系到我国北方生态安全屏障功能的稳定发挥。生物防治作为生态友好型防控路径,不仅能够有效抑制害虫发生、促进森林恢复,还能够提升人工林生物多样性、增强生态系统韧性与自调节能力。未来,应持续加强基础研究与监测能力建设,推动“生物防治+森林经营+景观生态”综合治理模式,并将其纳入区域生态文明建设体系之中,以实现森林健康经营与生态安全战略目标的长效维持。

参考文献

- [1] 马秀梅,赵伟波.防控林业有害生物灾害保护大兴安岭生态安全[J].内蒙古林业,2025,(03):7-9.
- [2] 张译元.内蒙古大兴安岭重点国有林区森林病虫害保险风险区划与费率厘定研究[D].内蒙古农业大学,2023.
- [3] 高桂芹,李睿.大兴安岭西林吉林业局主要林业有害生物初步调查[J].林业科技情报,2012,44(03):8-10+21.
- [4] 刘亚龙.大兴安岭良种基地森林鼠害的治理[J].防护林科技,2011,(02):92+96.
- [5] 周延.大兴安岭生态功能区建设模式研究[D].东北林业大学,2012.

Pathways, Models, and Policy Support Systems for the Organic Integration of Smallholder Farmers into Modern Agricultural Development

Binwen Wang

Qilian Town People's Government, Tianzhu County, Wuwei, Gansu, 733200, China

Abstract

Against the backdrop of agricultural modernization in the new era, smallholder farmers remain a crucial force in China's agricultural production. However, they face significant shortcomings in resource endowments, technical capabilities, operational scale, and market competitiveness, which hinder their integration into the modern agricultural system. Promoting the organic integration of smallholder farmers into modern agriculture is key to safeguarding food security, advancing rural revitalization, and improving agricultural efficiency. Starting from the practical predicaments of smallholder farmers, this study analyzes their gaps in large-scale operations, technology application, and industrial chain collaboration, and proposes major integration pathways such as organized leadership, digital empowerment, standardized production, and industrial chain embedding. The study argues that a connection mechanism should be established, with new types of business entities as the link, the agricultural socialized service system as the support, and digital technology and green production as the direction. Additionally, policy incentives, financial support, and institutional guarantees should be used to increase smallholder farmers' income and enhance agricultural efficiency, providing important practical references for rural revitalization.

Keywords

Smallholder Farmers; Modern Agriculture; Agricultural Operation System; Agricultural Socialized Services; Rural Revitalization; Agricultural Policies

小农户与现代农业发展有机衔接的路径模式与政策支持体系

王斌文

天祝县祁连镇人民政府，中国·甘肃 武威 733200

摘 要

新时代农业现代化背景下，小农户仍是我国农业生产的重要力量，但在资源禀赋、技术能力、经营规模和市场竞争力方面存在明显不足，影响其融入现代农业体系。推动小农户与现代农业有机衔接，是保障粮食安全、促进乡村振兴与提升农业效益的关键。本研究从小农户现实困境出发，分析其在规模经营、技术应用、产业链协同等方面的缺口，提出组织化引领、数字化赋能、标准化生产与产业链嵌入等主要衔接路径。研究认为，应构建以新型经营主体为纽带、农业社会化服务体系为支撑、数字技术与绿色生产为方向的衔接机制，并通过政策激励、金融支持和制度保障促进小农户增收与农业效率提升，为乡村振兴提供重要实践参考。

关键词

小农户；现代农业；农业经营体系；农业社会化服务；乡村振兴；农业政策

1 引言

我国农业以小规模经营为结构特征，小农户在农业生产中的基础地位短期内难以改变。随着现代农业体系不断发展，农业生产逐步呈现专业化、规模化、设施化和数字化特征，小农户与现代农业之间的差距逐渐扩大，表现为生产方式落后、抗风险能力弱、技术应用不足、市场议价能力有限

等。在乡村振兴战略、粮食安全战略和农业农村现代化目标的推动下，实现小农户与现代农业的有效衔接，既是农业全面升级的重要基础，也是推进共同富裕的重要途径。学界围绕衔接模式进行了诸多探讨，涵盖组织融合、产业嵌入、技术赋能、服务体系优化等方面，但系统性的综合研究仍相对不足。本研究在梳理前人研究基础上，结合现实需求，从衔接机制、典型模式与政策体系三个维度进行系统阐述，以期和政策制定和实践创新提供理论支持。

【作者简介】王斌文（1978-），男，中国甘肃天祝人，本科，副高级经济师，从事农业经济研究。

2 小农户与现代农业发展的现实矛盾及衔接需求

2.1 小农户资源禀赋有限与现代农业高要求之间的矛盾

小农户普遍面临土地细碎化、劳动力老龄化、资金有限、生产技术薄弱等问题，难以满足现代农业对规模经营、技术应用和标准化生产的要求。在现代农业体系中，生产环节对科技、资本、设施和管理水平的依赖度显著提高，小农户在生产效率和产品竞争力方面难以占据优势。这种资源禀赋与要求之间的矛盾，使小农户在农业现代化转型中处于被动地位，迫切需要通过制度创新和外部支持来改善生产条件。

2.2 小农户经营模式分散与农业产业链集约化之间的矛盾

现代农业的发展呈现产业链条长、组织化程度高、供应链协同化明显的特点，要求生产主体具备稳定的产量、可控的质量和标准化的供应能力。然而，小农户经营分散、地块多且条件不均，导致其生产过程难以形成一致的质量标准。生产节奏受劳动力、天气和经验影响较大，使其产品无法满足现代加工企业和大型流通渠道的稳定供给要求。此外，小农户与市场之间的连接薄弱，交易以个体化、小规模为主，缺乏议价能力，导致其难以获得产业链增值收益，也无法参与品牌建设和供应链管理。产业链的集约化趋势与小农户分散经营之间的矛盾，使其处于产业链外缘，迫切需要通过合作组织、订单农业和供应链平台实现有效嵌入。

2.3 小农户传统经验农业与现代科技农业之间的差距

现代农业正向精准化、智慧化方向快速发展，遥感监测、智能灌溉、物联网设备、数字管理平台等技术逐步应用于生产管理全过程。然而，小农户对科技农业的认知和应用能力普遍不足，受教育水平、信息渠道和经验依赖等因素影响，对新科技抱有不确定性，缺乏实际操作能力。数字设备和信息系统的使用对小农户而言存在一定门槛，加之数字基础设施在部分地区建设不足，形成明显的“数字鸿沟”，进一步限制其融入农业科技应用体系。科技采用差距不仅影响产量和质量，也加剧小农户与现代农业主体之间的“能力断层”。因此，为缩小技术差距，需在数字农业普及、农技推广、示范引领和科技服务体系方面强化针对性支持，确保小农户能够在智慧农业时代保持竞争力并实现可持续发展。

3 小农户与现代农业发展有机衔接的典型路径模式

3.1 组织化模式：以新型经营主体为纽带的融合机制

组织化是小农户融入现代农业最具基础性和稳定性的路径。通过合作社、家庭农场、农业龙头企业等新型经营主体的带动，小农户可在组织化框架内获得规模经营优势、资源共享渠道与专业化服务支持。合作社能够统一供种、集中采购、质量监管与品牌建设，为小农户提供组织化的生产与

流通平台；家庭农场可承担技术示范与经验推广功能，使先进农艺、良种良法逐步在小农户中扩散；龙头企业通过订单农业、保底收购及全程托管，将小农户嵌入产业链的各环节，明确“产、供、销”衔接机制。组织化机制不仅提升小农户的市场议价能力，也加强其风险抵御能力，使其能够在现代农业体系中获得稳固的市场地位，实现资源效益最大化。

3.2 社会化服务模式：以农业服务体系为支撑的衔接机制

社会化服务体系是缓解小农户资源不足、能力不足困境的重要抓手。随着农业专业化分工的深化，农业社会化服务逐渐形成涵盖耕、种、防、收、储、销的全过程服务体系。植保飞防、农机共享、土地托管、专业化育苗与技术培训等服务，使小农户在无需大量投入固定资产的情况下获得高效率、高质量的农事服务。社会化服务不仅有效降低生产成本，减少技术落差带来的风险，还推动小农户向绿色生产、标准化生产转型。同时，服务组织可通过生产托管和统一管理提高农产品一致性，使小农户更容易进入现代化供应链。社会化服务体系的完善，使“专业人员做专业事”成为可能，从根本上改善小农户的小规模经营劣势。

3.3 数字化赋能模式：以智慧农业平台为载体的融通机制

数字化赋能为小农户融入现代农业提供了突破传统限制的新路径。依托智慧农业平台，小农户能够获取实时天气、市场行情、病虫害预警、农技知识等数字化信息，实现生产决策的科学化。遥感监测、物联网感知系统与智能灌溉技术等可通过外包服务方式降低技术门槛，使小农户也具备精准农业生产能力。数字种养系统帮助农户进行生产管理、投入品记录和质量控制，提升产品可追溯性。电商平台的普及则让小农户能够直接对接消费者，拓宽销售渠道，减少中间环节，提高收益水平。数字化不仅优化生产模式，也重塑供应链结构，使小农户从“信息弱势群体”转变为数字农业的参与者与受益者，从而在现代农业体系中获得更高的主动性和发展空间。

4 小农户融入现代农业的制度化与标准化路径

4.1 建立生产标准体系，提高小农户生产规范化程度

面向小农户构建适用性强的农业生产标准体系，是推动其融入现代农业供应链的关键环节。由于小农户经营规模小、生产条件差异大，标准体系建设需坚持“简明、易行、低成本”原则，重点围绕绿色生产、农药肥料合理使用、田间管理规范、农产品安全指标等方面制定可操作的标准规则。政府部门可通过政策引导、示范片区建设、技术培训等方式强化标准推广力度，使小农户在实际操作中逐步形成规范化生产习惯。同时，合作社和龙头企业可作为标准执行的中介力量，为小农户提供统一物资供应、过程监控与技术支持，提高其标准执行能力。通过标准体系推动小农户生产行

为统一化,有助于降低农产品质量波动,提升整体市场竞争力,并强化其与现代农业体系的有效衔接。

4.2 构建农产品质量追溯体系,提高小农户市场竞争力

农产品质量追溯体系是现代农业供应链管理的重要基础,对提升产品安全性和市场信任度具有显著作用。小农户在参与农产品质量管理方面常面临技术门槛高、信息记录难、成本负担重等问题,因此需依托数字化工具构建简化的追溯体系。通过二维码标识、手机应用端录入、区块链存证等低成本技术,小农户可实现生产过程记录、农资使用监控与产品质量证明等功能,使其产品具备透明的质量信息。在流通环节中,追溯体系能够帮助农产品进入电商平台、社区团购、超市供应链等高标准市场,提升附加值。追溯体系建设的推进还需结合合作社或企业平台统一管理,减少小农户单独操作成本。通过追溯体系的覆盖,小农户产品质量的可信度显著增强,市场竞争力得到有效提高。

4.3 推动绿色农业模式,实现生态友好型衔接

绿色农业的发展方向与国家农业现代化和乡村振兴战略高度契合,也是小农户参与现代农业的重要切入点。小农户在地块管理精细、劳动力投入灵活等方面具有优势,适合推广绿色种植、生态养殖、生物防治等低投入、可持续的农业方式。推动绿色农业需从两方面着手:一是政策驱动,包括绿色认证、生态农业补贴、绿色生产奖励机制等,引导小农户转变传统生产方式;二是技术支持,通过农技推广、绿色生产技术培训、示范基地建设等方式提高小农户绿色生产能力。绿色农业模式不仅提升农产品安全性和生态附加值,还能减少化肥农药使用,改善农村生态环境,实现农业可持续发展。通过推动小农户融入绿色农业体系,可实现生态效益与经济效益的协同提升,为小农户融入现代农业提供更加稳固的发展基础。

5 小农户与现代农业衔接的政策支持体系构建

5.1 政策引导机制:健全支持小农户发展的制度框架

健全的小农户支持政策体系是促进其融入现代农业体系的核心前提。政策设计应明确小农户在农业现代化中的主体地位,通过财政补贴、生产保险、税收优惠和信贷扶持等方式增强其抗风险能力与投入能力。制度层面应统筹小农户与家庭农场、合作社、农业企业等新型农业经营主体之间的关系,构建“多主体协同发展”的政策格局。例如,通过制定差异化补贴政策推动小农户参与绿色生产、标准化生产,

以及允许其以土地经营权、农业设施等作为抵押扩大融资渠道。此外,政策体系需建立动态评估机制,针对不同区域小农户的资源禀赋与产业需求进行精准支持,使政策更具适应性与有效性,真正实现制度供给与小农户生产需求的匹配。

5.2 要素保障与金融支持机制:降低小农户参与现代农业成本

在土地、资金、技术和设备要素方面提供可及、低成本的保障,是小农户顺利融入现代农业的必要条件。金融支持方面,应构建小农户适用的金融产品体系,包括小额信用贷款、农业保险、订单融资、供应链金融等,缓解其生产投入资金不足的问题。土地要素支持则需依托土地流转、土地托管与土地入股等方式提升土地资源利用效率,使小农户能够在不失去土地权益的前提下参与规模化生产。农机具补贴政策应进一步向小农户倾斜,通过农机共享、作业托管和社会化农机服务降低小农户使用现代农业装备的门槛。通过完善要素供给体系,可有效降低小农户生产成本,提高其参与现代农业的可持续性,使其在市场竞争中的地位得到稳步提升。

6 结语

小农户是我国农业的重要基础,其与现代农业的有效衔接是推进农业农村现代化的必然要求。从组织化、数字化、标准化到政策化的路径实践表明,小农户与现代农业的融合需依托于制度创新、服务体系完善与技术赋能。未来,应继续完善小农户支持政策,加强农业社会化服务体系建设,提升小农户技术应用能力,实现农业生产效率与农民收入的整体提升。通过构建涵盖组织联动、技术协同、市场融通与政策保障的综合体系,可形成小农户与现代农业发展的良性互动格局,为乡村振兴战略实施与农业现代化进程提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 刘正桃,温涛.小农户衔接现代农业的共同富裕效应[J].农业技术经济,2025,(10):4-25.
- [2] 王亨.数字经济背景下小农户与现代农业发展有机衔接的问题及对策研究[J].山西农经,2025,(19):166-169.
- [3] 陈健,陈或嘉.小农户参与产业融合:逻辑机制、实践形态与推进路径[J].新疆农垦经济,2025,(10):73-81.
- [4] 温铁军,车海生,邱建生.推进农业农村现代化与发展小农生态经济[J].当代农村财经,2025,(10):8-11.
- [5] 张琦,鲁煜晨,万君.农业新质生产力促进小农户与现代农业有机衔接研究[J].学习与探索,2025,(08):114-126.

Cultivation and Management Techniques for Super Early-ripening Waxberries in Shiping County

Baode Huang

Forestry and Grassland Survey and Planning Team Shiping County, Honghe Prefecture, Yunnan, 662200, China

Abstract

Located near the Tropic of Cancer, Shiping County boasts ideal soil and climate conditions for waxberry cultivation. The waxberries produced here are renowned for their superior quality, high sugar content, and rich vitamin profile. Characterized by large fruits with small pits, vibrant colors, abundant juice, balanced sweetness and acidity, aromatic aroma, early ripening, and high nutritional value, they have gained widespread popularity. Super early-ripening waxberries can be harvested after mid-March, with their maturity period 40-60 days earlier than in Zhejiang and Fujian provinces, and over 30 days earlier than in Fumin County, Yunnan Province. This gives them a distinct advantage in fresh fruit markets of neighboring developed provinces. Through years of fieldwork and surveys of waxberry growers in Yilong Town, Baoxiu Town, Baxin Town, Longpeng Town, Daqiao Township, and Xincheng Township of Shiping County, the author has gained in-depth insights into cultivation and management techniques. This article discusses common challenges in waxberry cultivation and management from 12 practical perspectives.

Keywords

cultivation and grafting; water and fertilizer management; fruit tree pruning; flower and fruit thinning; non-harmful control

浅析石屏县特早熟杨梅的栽培与管理技术

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

石屏县地处北回归线附近，土壤、气候适宜杨梅生长。石屏产的杨梅品质好，含糖量高，富含多种维生素，具有果大核小、色泽艳丽、汁多、酸甜适度、有香气、成熟早、营养价值高等特点，深得人们喜爱。特早熟杨梅3月中旬后，即可采摘。成熟期比浙江、福建等地提前40—60天，比云南省富民县提早30多天，在周边发达省份的鲜果市场上具有明显的优势。笔者通过多年实践并对石屏县异龙镇、宝秀镇、坝心镇、龙朋镇、大桥乡、新城乡等地部分杨梅种植户进行走访、调查，对特早熟杨梅的栽培与管理技术有了较深入的了解。本文仅就特早熟杨梅的栽培与管理技术的常见问题，从12个方面谈了自己的浅薄之见。

关键词

栽培嫁接；水肥管理；果树修剪；疏花疏果；无害防治

1 引言

石屏县 1985 年从浙江省引进杨梅苗木种植在异龙镇高冲水库旁规模种植，截止 2024 年种植面积达 13.05 万亩，总产量 11.56 万吨，总产值 7.7 亿元，是全国种植面积最大、成熟最早的杨梅主产区之一。1999 年从福建省漳州市龙海市引进特早熟杨梅品种在坝心镇种植获得成功，并辐射带动全县 6 个乡镇和三个国有林场种植，经济效益较好。2021 年成功申报中国优质早熟杨梅基地县，其特早梅品种成熟期比浙江、福建等传统产区提前 40-60 天，抢占全国鲜果市场先机。

2010 年“石屏杨梅”获农业农村部农产品地理标志登记保护，保护面积 10 万亩。截至 2025 年，全县 40 家企业获得 74 个“三品一标”认证，其中绿色食品 54 个、有机农产品 17 个，认证产品全部纳入国家追溯平台管理。杨梅鲜果远销法国、意大利等国家，电商销售额 2020 年达 7.68 亿元，冷链物流覆盖江浙沪。“鑫湖东”牌杨梅连续两年获评云南省“十大名品”，中央电视台《生财有道》等栏目专题报道。

2 品种名称：石屏特早熟杨梅。

2.1 品种种植地里范围

石屏县特早熟杨梅种植地域范围为云南省红河州石屏县所辖的异龙镇、宝秀镇、坝心镇、龙朋镇、大桥乡、新城乡及三个国有林场，地理坐标为东经 102° 08' 00" ~ 102° 43' 00"，北纬

【作者简介】黄保德（1976—），男，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。

23° 19' 00" ~ 24° 06' 00"。

2.2 种植区域自然环境

石屏县地势北高南低、西高东低、中间凹，大部分地区为中山山原地貌，高差悬殊，垂直差异突出，境内最海拔2351m，最低海拔为339m，相对高差2012m。

石屏县地处高原低纬地带，北回归线横穿南部地区，地势垂直差异显著，立体气候突出，季风气候较为典型。全县年平均温度18℃左右，年极端最高气温34.5℃，年极端最低气温-2.4℃，年平均降雨量为775~1148mm，年日照时数为2313h，无霜期约333d。

石屏县土壤有三个土类，四个土壤亚类，土类有红壤、燥红壤、紫色土三个，土壤亚类有黄红壤、红壤、燥红土、紫色土。

石屏县河流分属珠江和红河两大水系。东北部小路南河、赤瑞海河、元江（红河上游）从南部流过为珠江水系。境内的记母白河、大桥河、八抱树河、五郎沟河等9条主要河流汇入小河底河，为红河水系。

2.3 特早熟杨梅种植环境

海拔：适宜海拔在800m-1800m区域的缓坡山地种植。

光温条件

温度：年均温15℃-20℃；

水分：年降雨量800-1100mm左右，年平均相对湿度65%-75%以上；

光照：年平均日照≥2000h，日照百分率≥50%。

土壤条件：应符合NY/T 391种的土壤质量要求，土质疏松、排水良好，pH值4.5-6.5之间，富含砂砾石的砂壤土、阳岗土、红壤或黄红壤。

3 果园建设

3.1 果园选择

果园应选择在交通方便、水源充足、电力条件好的缓坡地带建园，坡度在10-25度之间，选择风力较小的土地较好。

3.2 果园规划设计

果园规划设计是果园建设中十分重要的环节，是果园管理基础设施建设的重要组成部分，完善的规划设计才能为果园的经营管理、生产生活提供必要的支撑。

3.3 水的规划设计

水是果园建设的主动脉，确保水的来源并长期供给。

储水池规划设计，在园地最高点设计水池，水池储水量视果园大小而定。

灌溉管网的布局，灌溉主管距离最远一棵果树以20m为宜，左右两边灌溉，可兼顾人工灌溉、喷灌、滴灌等灌溉方法。

3.4 喷药管网规划设计

喷药管的布局，首先确定兑药地点，以兑药地点为起

点沿果园中心等高线布局主管道，分管道距离最远一棵果树以40m为宜，喷药时可左右使用，视地形而定，两根喷药管道之间距离80m，一般不超过100m，根据台地情况安装药管接口。

3.5 园区道路规划设计

根据实际情况规划入园道路，果园园区道路设计按照服务整个果园施工作业设计，一般路面宽3-4m，修筑排水沟，避免雨水冲毁果树。确保排水畅通，便于肥料、果实运输。

3.6 园区用电规划设计

电的规划设计要符合电力使用的相关规定，确保用电安全，按照果园生产生活需要合理布局。

3.7 园区管理用房规划设计

管理用房要综合水、电、路的规划设计确定建设地点，生活区与果实分拣区要分别建设，不宜混用，确保果实安全卫生。

3.8 园地清理

根据园地杂草情况采用人工或机械清除杂草，对深根类杂灌木可结合台地修筑把根部挖除，防止萌发新梢影响果树生长。

3.9 台地整理

园地沿等高线修筑台地，台地向内倾斜5-8度，台面根据坡地坡度大小而定，台面宽4m-4.5m，台地修筑后再挖定植穴，穴距4-5m，定植穴挖在台面靠外侧1/3的处，定植穴规格为600mmx600mmx600mm

育苗：杨梅种苗繁殖，以实生苗嫁接培育繁殖。

3.10 苗木栽植

选择地径1-1.5cm，高40-60cm苗木，苗木生长健壮、长势旺盛、无病虫害的袋装或裸根苗。袋装苗全年可以种植，裸根苗1-2月栽植。

3.11 种植密度

根据园地土壤肥力、土层厚度而定，株行距可选择4m×4m，4m×5m，每亩种植33株-40株。

3.12 定植方法

定植穴要让阳光照晒1-2个月，栽植树苗时在穴底施入经腐熟的农家肥或有机肥20kg、钙镁磷肥0.5kg、杀虫剂粉剂50g、杀菌剂粉剂50g同土壤充分拌合，移栽时扶正苗木，将侧根和须根自然平伸，培上细土，慢慢压紧，再把表细土培至嫁接口以上5cm，然后以苗木为中心，围一个直径50cm的定植塘，浇足定根水，并盖一层地膜或杂草，视天气情况，隔3-5天浇一次水，直至苗木完全成活。

4 果园管理

4.1 土壤管理

定植后次年，结合施肥向外逐年扩穴围塘，同时在穴内施放腐熟农家肥或有机肥加少量复合肥直至全园翻完。全园翻完后，隔年应以东西或南北方向开槽施入农家肥或有

机肥加复合肥,确保土壤肥力不减。

4.2 杂草管理

小树根据杂草生长情况适时除草,除草采用人工除草,减少除草剂对幼树的伤害。成年树每年除草二次,视杂草生长情况除草时间一般为8月-11月进行,杂草清除后覆盖于果树周围,减少水分蒸发,避免阳光直射,可起到保水保肥的作用。

5 整形修剪

5.1 幼树整形修剪

当小树长至60cm时定干,将其60cm以上部分剪除,同时,病枝、虫害枝、搭土枝剪除,让其抽发侧枝,第二年留下3-5个副主枝,三年后以自然开心形、疏散分层型相结合进行整形。

5.2 成年树修剪

全年分二次,第一次果实采摘完成后立刻进行修剪,剪除密生枝、枯枝、残枝、病虫枝。第二次修剪时间为10月-11月,即霜降节令前后,剪除密生枝、营养枝、重叠枝、弱枝、病枝。

成年果树的修剪要结合石屏县的常年气候情况进行,石屏县季风气候明显,干湿分明,雨热同季,光照充足,每年2-5月高温、干旱、风力大,阳光照射时间长,冬春连旱气象灾害严重,6-9月雨热同季,修剪要留足对主干遮阳的枝条叶片,防止日灼、霜冻伤害,因特早熟杨梅枝干皮层比其他杨梅品种厚,容易受到伤害,造成皮层裂纹,病菌、害虫从裂纹处侵入,导致病菌感染,感染区域不断蔓延扩大,成为害虫越冬产卵的场所,导致防治极其困难。

成年果树修剪需要给果树“开门”,根据太阳日出日落规律,开门应选择南北向,减少太阳光长时间暴晒而伤害树干。

6 水肥管理

灌溉用水应符合(GB5084-2021 农田灌溉水质标准)标准,果树用肥应符合(NY/T394 绿色食品肥料使用准则)(GB 2763-2021 食品中农药最大残留限量)(NY/T 750 热带、亚热带水果)的要求。

6.1 水分管理

2-5月是石屏县干旱季节,果树水分蒸发量大,要及时补水。特早熟杨梅花芽孕育期较长,春梢6月初、夏梢7月初现花蕾,视土壤含水情况适时浇水。开花前浇足水,见果后和果实膨大期、转色期耗水量大,水分应供要充足,根据气候情况每7-10天灌一次水,土壤含水量以土壤手捏成团、松手散开为宜。

6.2 肥料管理

初果后,加强树体管理,以下的肥料用量以成年树为例。

6.2.1 月子肥(果后肥)

采果后14天以内,冲施高氮高磷低钾型水溶性肥料

0.5kg-1kg,加入适量的微量元素,根据树体情况,树势强的少施,树势弱的多施,快速补充养分恢复树体。1个月后冲施平衡型水溶性肥料0.2kg-0.5kg,促进新梢萌发、花芽生长,为下一年丰产打基础。

6.2.2 基肥

8月初(立秋前)冲施平衡型水溶性肥料0.2kg-0.5kg,补充花芽孕育养分,9月夏下旬至11月之间,施肥量占果树全年肥料的60--70%。

6.2.3 红壤土

每株施有机肥或农家肥5-10kg,混施15:5:25缓释型复合肥1-1.5kg,加入适量硼、镁、锌等微量元素各10g。

6.2.4 阳岗砂砾石土

每株施有机肥或农家肥10-15kg,混施15:5:25缓释型复合肥1-1.5kg,加入硼、镁、锌等微量元素各10g。

7 壮果肥或膨果肥

2月下旬,果实80%硬核后,转色期施用。

7.1 红壤土

每株施用高钾水溶性复合肥800克+含生物菌剂的黄腐酸钾200克+硅钙镁硫硼铁锰锌钼肥100克。

7.2 阳岗沙砾石土

果实有黄豆大时,每株用水溶性硝态氮复合肥(平衡型)500克+硅钙镁硫硼铁锰锌钼肥100克,兑水冲施。

果实进入转色期,每株施用水溶性钾肥500克+含生物菌剂的黄腐酸钾300克+大量元素水溶肥100克,兑水冲施。

8 果实管理

8.1 要达到优质丰产,杨梅树疏花疏果十分重要。

(1)疏花使用0.5-0.6波美度的石硫合剂在盛花末期(即85-90%的花都谢时)喷雾。

(2)疏果:果实迅速膨大前,即2月上中旬进行人工摘果,疏果方法有两种:①隔枝留,即按6个枝条计算,应疏掉其中3条枝上的全部果实、在另3条果枝上每条留2个果;②每条留果按枝梢长短留果1-2个,重要的是要保持叶、果比为50:1状态。

8.2 预防畸形果的问题

预防畸形果的营养液,可在以下药液中选用以下1-2种。

(1)喷施硼肥、锌肥,使用浓度1000-1500倍液。

(2)喷施0.2%硫酸钾液2次。

(3)喷施1%过磷酸钙浸出液(要滤出清液再喷射)。

(4)喷施“九二〇”20毫克/升。或以“云大-120”20毫升加“九二〇”1克冲水30千克的稀释液。

(5)喷施三十烷醇1000倍液。

(6)喷施高美施600-800倍液。

(7)喷施绿芬威(有1号、2号、3号)中的1种,

冲水 1000 倍液。

(8) 喷施翠康生力液或翠康花果灵 600-800 倍液。至果实转色期喷射翠康钙宝 700 倍液。

9 病虫害防治

病害防治,杨梅病害主要有真菌性病害: 杨梅癌种病(细菌性病害)、褐斑病(真菌性病害)、炭疽病(真菌性病害)、根腐病(真菌性病害)、白腐病(真菌性病害)等;生理性病害:肉葱病、小叶病、黄化病等,根据病害发生的不同时期合理用药。

虫害防治,杨梅虫害主要有:毛虫、蓑虫、红蜘蛛、蚧壳虫、食心虫、果蝇、蓟马等,其发生时间、世代数不同,主要以农业、物理、生物防治为主(灭虫灯、诱虫装置、黄板、篮板),化学防治为辅,对症下药、适量用药、适时用药,尽量减少化学农药在生产过程中的使用量,严禁使用国家禁止使用、限制使用和残留期长的农药,秉承“生物防治为主、化学防治为辅”的科学防治方针,绿色防治是有效提高石屏杨梅产品质量的必要手段。

10 农药使用时间或使用类别

采果后,修剪完成后,喷撒杀菌剂、杀虫剂或波尔多液进行清园。7月喷撒杀菌剂、杀虫剂、营养液进行病虫害防治,增加营养,提高树体抗性。8月下旬-9月初喷撒杀菌剂、杀虫剂、营养液、微量元素、磷酸二氢钾进行病虫害防治,促进花芽分化。

10月初使用4波美度石硫合剂进行全园喷洒清园(开花前)。

1月果实幼果形成时(谢花后10-15天),用多菌灵类低毒杀菌剂+低毒杀虫剂+钙+氨基酸进行叶面喷施。

1月下旬至2月上旬(视果实生长情况)蔬果完成后,用百菌清类杀菌剂+低毒杀虫剂+中量元素+海藻素进行叶面喷施。

3月中旬果实转色期或采果前20天,用低毒吡唑醚菌酯杀菌剂+低毒杀虫剂+氨基酸+液体钾+防落素喷施。

4月初杨梅转色着红丝,整个果园杨梅果实70%着红色用戊唑醇类杀菌剂+低毒杀虫剂+防落素+氨基酸+磷酸二氢钾喷施,喷药7天后方可采摘果实。

3-6月是蓟马和果蝇是为害杨梅果实的主要时间和主要害虫。天气干旱,蓟马繁殖快,世代周期短,昼伏夜出,蔓延快速,防治难度大,果树喷药后利用午后或夜间采用防治蓟马杀虫剂对全园地表进行喷杀,树、地同防治。天气湿热,果蝇繁殖快,长爆发式蔓延为害,采用药物防治加篮板诱杀

综合防治。

11 果实采收

采收成熟度。特早熟杨梅果实从开花到成熟大约130天左右,采果时可根据果实的成熟度确定采收,果实成熟度的高低常以色泽判定,紫红色、深紫色、紫色三个成熟度。果实适宜采收的成熟度因销售方法不同而有采收差异。直销鲜果,采摘成熟度为9.5成,冷藏包装鲜果采摘成熟度为9成。

采摘方法。分期分批、随熟随采,采收时应轻采轻放,放置于较浅的果篮里,果篮四周及底部可垫软垫或就地取杨梅叶。采果者应剪短指甲,带一次性手套,采摘时用三个指头握果柄,果实悬于手心中,连柄采下,避免损伤果肉,降低霉变几率。采收时选择晴天清晨或傍晚采收为宜,其他时间采摘视天气而定。

12 结语

石屏县特早熟杨梅成熟早,口感佳,商品价值高,种植户收益较好。在种植管理当中,实施绿色种植,通过科学栽培,水肥管理到位,特别是杨梅病虫害防治是一个长期坚持的过程,关键在“防”,是“治”的根本,“治”是防的必要手段,必须采取“预防为主,积极消灭”的方针,达到科学防治的目标。

参考文献资料

- [1] 造林技术规程 张伟 国家市场监督管理总局 国家标准化管理委员会, (标准号: GB/T 15776-2023) 2023年5月发布
- [2] 杨梅栽培管理技术应用与推广[J]朱小华.中国园艺文摘, 2012年5期
- [3] 杨梅的栽培管理及发展思路[J] 朱胜西.现代农业科技, 2013年2期
- [4] 大树杨梅的栽培管理技术要点[J] 王涛.农村实用技术, 2005年8期
- [5] 浙南杨梅栽培实用技术[J] 方海涛.中国农业科学技术出版社, 2015年第1期
- [6] 杨梅丰产栽培技术[M] 陈健.金盾出版社, 2013年第2期
- [7] 果树主要病虫害防治技术[M] 胡水泉.浙江科学技术出版社, 2005年
- [8] 无公害杨梅的标准化生产关键技术[J] 梁森苗.中国南方果树, 2024年第33期
- [9] 杨梅果蝇发生危害与食源调查[J] 李德友.贵州农业科学, 2025年第33期
- [10] 有机栽培提高杨梅果实品质概述[J] 王引.中国南方果树, 2011年第2期

Effects of different concentrations of PVP/CMC film-forming agents on germination of tomato seeds

Xinmei Zhao¹ Lifan Sun² Yonghua Qin¹ Jilong Li² Yonglin Shen²

1. Zhejiang University of Pharmacy, Ningbo, Zhejiang, 315502, China

2. Ningbo Fenghua Lv Yuan Fruit and Vegetable Professional Cooperative, Ningbo, Zhejiang, 315502, China

Abstract

Tomato is one of the world's most important fruits and vegetables. However, its cultivation is significantly affected by bacterial wilt disease, leading to a substantial reduction in yield. Seed coating technology in agriculture can prevent seed diseases and promote plant growth. This study prepared seed coatings using different concentrations of polyvinylpyrrolidone (PVP) and hydroxypropyl methylcellulose (CMC). The PVP concentration was 0.5%, while the CMC concentrations were 1.5%, 1%, 0.5%, and 0.3%. Additionally, the CMC concentration was 0.5%, and the PVP concentrations were 0.8%, 0.5%, and 0.3%. Tomato seeds were coated with these solutions, and their germination was observed in a constant temperature incubator to evaluate the effects of CMC and PVP. The results showed that the higher the concentration of the seed coating agent, the lower the germination rate. The optimal formula for the seed coating agent is 0.5% PVP and 0.5% CMC.

Keywords

seed dressing; tomato seeds; germination rate

不同浓度 PVP/CMC 成膜剂对番茄种子萌发的影响

赵新梅¹ 孙丽芬² 秦永华¹ 李吉龙² 沈永林²

1. 浙江药科职业大学, 中国·浙江 宁波 315502

2. 宁波奉化绿苑果蔬专业合作社, 中国·浙江 宁波 315502

摘 要

水果番茄时世界上最重要的果蔬之一, 然而它的种植由于受青枯病的影响导致产量大打折扣, 种子包衣技术在农业中可预防种子疾病, 促进植物生长等作用。本工作制备了不同浓度聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 和羟甲基纤维素 (CMC) 种衣剂, PVP 浓度为 0.5%, CMC 浓度为 1.5%、1%、0.5%、0.3%; CMC 浓度为 0.5%。PVP 浓度为 0.8%、0.5%、0.3%。并进行番茄种子包衣, 在恒温培养箱中培养观察其发芽情况, 研究 CMC 和 PVP 对其影响。研究结果表明, 种衣剂浓度越高, 发芽率越低, 最佳的种衣剂配方为 PVP 浓度为 0.5%, CMC 浓度为 0.5%。

关键词

种衣剂; 番茄种子; 发芽率

1 引言

番茄为茄科草本植物, 由于果实中含有大量的维生素 C、膳食纤维、有机酸、矿物质等营养成分, 既可以作为蔬菜又可以作为水果, 广受人们喜爱, 是世界上最重要的果蔬之一, 具有“世界第一大果蔬作物”之称。随着大棚经济的到了, 番茄种类繁多, 种植季节不受限制, 复种指数上升, 产量居高。然而, 由于番茄种植过程中大量使用农药、肥料, 土壤菌落失衡, 碱化严重, 加上番茄连作不耐受, 导致番茄病害发生日益严重。青枯病和猝倒病是番茄种植育苗期主要

病害, 阻碍了番茄种植实现高产高效栽培^[1]。枯病是一种革兰氏阴性细菌引起的细菌性疾病, 该病菌可在植物残体过冬, 在土壤中可长期存活, 具有很强的传染性。防治方法有微生物或无致病菌研究的生物防治、通过施肥或利用植物间化感作用等农业方面的防治、利用药物的化学防治三种方法^[2, 3]。随着农业生产技术的更新, 化学防治成效逐步增强, 相应地, 农药使用量增加, 环境危害也愈发严重。在国家提出“双减”、“精准施药”的背景下, 安全、低毒、持效期长的农药成为新的发展方向^[4]。

目前, 种子包衣技术作为新型技术在农业生产中可有效防治种传、土传病害, 促进植物生长发育、实现增产创收等, 所以种衣剂成为当前研究一大热点^[5, 6]。2021 年, 周茂超等研究了微生物种衣剂对玉米苗期生长的影响, 研究表明基于芽孢杆菌构建的生物种衣剂不仅可以拮抗玉米茎

【作者简介】赵新梅 (1982-), 女, 中国山东阳信人, 博士, 副研究员, 从事无机纳米材料的制备及应用研究、种衣剂的配制及性能研究。

腐病病原菌，还可以促进苗期生长。2023年，张民等研究了种子包衣和丸粒化处理对酒用高粱出苗的影响^[7]，结果表明，种子经包衣后可显著提高七出苗率。2018年，黄文静等人研制了多功能悬浮型要用植物种衣剂，研究表明包衣不仅对药材种子的发芽率、田间出苗率及幼苗的生长有明显促进作用，还增强了对病虫害的抗性。

种衣剂是一类含有成膜剂、润湿剂、消泡剂、增稠剂、功效成分等制备而成的混合试剂。其中最重要的组分为成膜剂。常用成膜剂有聚乙烯醇、聚醋酸乙烯酯、阿拉伯树胶、明胶、黄原胶等高分子聚合物。近年来，受单一成膜剂化学性质影响，复合型成膜剂对种子发芽及幼苗影响的研究越来越多。姚丽霞等人配制了聚乙烯醇和羧甲基纤维素钠及钠基膨润土制备混合成膜剂，研究结果表明该复合膜具有很好的水溶性和溪水溶胀性，并对微生物生长，药物抑菌性、种子发芽率没有影响。厚膜包衣是一种介于成膜剂包衣和丸粒化包衣之间的一种包衣形式。经包衣后的种子体积和质量明显增大，利于小粒种子的播种^[8]。

本论文研究了聚乙烯吡咯烷酮和羟甲基纤维素不同比例成膜剂对番茄种子进行包衣后发芽情况的研究^[9]。

2 材料与方法

2.1 试验时间、地点

本试验在2024年11月-2025年4月在浙江药科职业大学科研实验室进行。

2.2 实验材料

聚乙烯吡咯烷酮(PVP)，羟甲基纤维素(CMC)为国药，所有用水均为自制超纯水。番茄种子为寿禾种业(欣欣然公司)提供黄莺番茄种子。人工气候培养箱为浙江弘律仪器设备有限公司的LC-QHX-70T。

2.3 试验方法

本实验采用不同比例羟甲基纤维素钠与聚乙烯吡咯烷酮分别处理番茄种子。对照组为未进行包衣处理的同品种番茄种子。

配制不同比例浓度的包衣剂混合液：按照不同比例计算，准确称量一定质量的羟甲基纤维素钠和聚乙烯吡咯烷酮于小烧杯中，加超纯水配制成混合溶液，然后添加绿色色素调节颜色，并加入定量中生菌素，配制成包衣剂混悬液备用。

种子包衣处理：称取60mg包衣剂混悬液于载玻片上，并加入40粒番茄种子，搅拌均匀，室温下自然晾干，静置数天后装密封袋保存备用。以未包衣种子作为对照。

发芽：将培养皿和中性滤纸紫外消毒处理后作为发芽床使用。每份为40粒种子，置于温度为25℃，湿度为75%的人工气候培养箱内，每组处理重复三次。每日统计种子发芽数，至第十二天结束统计，计算发芽率。发芽率=发芽种子数/供试种子数×100%；根长测定，每次随机取10株，三个重复，鲜重测定，每次10株，三个重复。

2.4 发芽指标测定

种子发芽率= n 天内正常发芽种子数/总种子数×100%

3 结果与分析

3.1 羟甲基纤维素不同浓度对包衣剂的影响

表1 不同浓度种衣剂的配制

编号	羟甲基纤维素 /%	聚乙烯吡咯烷酮 /%
1	3	0.5
2	2.5	0.5
3	2	0.5

根据不同浓度比例配制混合种衣剂，添加一定量的绿色颜料，经观察，羟甲基纤维素浓度越高，种衣剂颜色越深。随着羟甲基纤维素浓度的增加，种衣剂的粘稠度越大，利用流延成膜方式成膜越困难。由于羟甲基纤维素浓度过高，该浓度不适合作为种衣剂使用，所以羟甲基纤维素钠的浓度应低于2%。

3.2 不同浓度聚乙烯吡咯烷酮对种衣剂的影响

表2 不同浓度种衣剂的配制

编号	羟甲基纤维素 /%	聚乙烯吡咯烷酮 /%
1	2	0
2	2	0.5
3	2	1
4	2	1.5

如表2所示，采用流延方法在玻璃片上制备种衣剂薄膜。通过其水溶性研究聚乙烯吡咯烷酮含量对种衣剂的影响。研究结果发现，PVP含量越多，膜的水溶性好，稳定性差。所以种衣剂中PVP含量不易超过0.5%。

3.3 不同配方种衣剂对种子萌发的影响

在以上不同羟甲基纤维素钠和PVP含量种衣剂的研究基础上，我们配制了不同浓度比例的种衣剂，研究其对种子萌发的影响。

表3 不同浓度种衣剂的配制

编号	羟甲基纤维素 /%	聚乙烯吡咯烷酮 /%
1	1.5	0.5
2	1	0.5
3	0.5	0.5
4	0.3	0.5
5	0.5	0.3
6	0.5	0.8

如表3所示，研究了不同浓度羟甲基纤维素和聚乙烯吡咯烷酮对番茄种子发芽的影响。聚乙烯吡咯烷酮浓度均为0.5%，调节羟甲基纤维素浓度分别为1.5%、2%、0.5%、0.3%，研究羟甲基纤维素对番茄种子发芽的影响；固定羟甲基纤维素浓度为0.5%，调节聚乙烯吡咯烷酮的浓度分别为0.8%、

0.5%、0.3%，研究聚乙烯吡咯烷酮为番茄种子发芽的影响。将各条件的种衣剂以 60mg 对应 40 粒对番茄种子进行包衣，室温放置两天晾干。在培养皿中培养，三天及七天观察记录出牙情况，发芽种子数及胚根和胚芽长度。每个条件的测试三个重复。

表 4 不同含量羟甲基纤维素和聚乙烯醇对番茄种子萌发的影响

种子编号	7d 发芽率 /%	14d 发芽率 /%	7d 胚芽长度 /mm
1	62.5	83	2
2	75	90	2
3	85	94	3
4	91	100	3
5	77	94	3
6	75	92	1
CK	75	95	3

由表 4 结果可以看出，聚乙烯吡咯烷酮浓度均为 0.5%，羟甲基纤维素浓度分别为 1.5%、2%、0.5%、0.3% 时，7 天发芽率分别为 83%、90%、94%、100%，空白对照组发芽率为 95%。由此可见，羟甲基纤维素由于其水不溶性影响，作为种衣剂影响了水分子的吸收，浓度越大，发芽率越低，当其浓度为 0.5% 时，基本上与空白对照相当。当其浓度降至 0.3% 时，其发芽率优于空白对照。从其胚芽长度来看，其影响同发芽率规律相同。从胚芽加胚轴长度来看，过大浓度的羟甲基纤维素和聚乙烯吡咯烷酮都会影响胚芽的萌发。以上可知，聚乙烯吡咯烷酮和羟甲基纤维素浓度分别为 0.5%，0.5% 时，对番茄种子发芽没有影响，降低两者的浓度反而增加番茄的发芽率。

4 结语

本研究调试了不同浓度 PVP 和 CMC 复合种衣剂，通过流延成膜法研究表明，CMC 本身水溶性差，粘度大，浓

度过大致使种衣剂成膜性差，其浓度 2% 时依然不适合做种衣剂，应要低于 2%。PVP 由于水溶性太好，流延成膜后，其浓度越高，遇水越容易溶解。所以其浓度不能太高。当配制 CMC 浓度为 1.5%、1%、0.5%、0.3%，PVP 浓度为 0.3%、0.5%、0.8% 配制不同浓度种衣剂，通过番茄种子发芽情况研究表明，聚乙烯吡咯烷酮和羟甲基纤维素浓度分别为 0.5%，0.5% 时，对番茄种子发芽没有影响，降低两者的浓度反而增加番茄的发芽率。所以配制合适浓度的复配型种衣剂有利于番茄种子的发芽。

参考文献

[1] 何美文.番茄种子抗猝倒病包衣配方筛选、安全性评价与防效研究 [D].2014.

[2] 姚文武, 张晓丽, 秦双林, 季鸣宇, 张福建.番茄青枯病发病机制及主要防治技术研究进展 [J].专家论坛, 2022: 20.

[3] 张欣悦.青枯病的发生特点及防治技术 [J].安徽农学通报, 2023: 13.

[4] 齐麟, 王昱翔, 王宁, 段一鸣, 张盈, 王娅, 肖璐璐, 李晓刚.40%噻虫嗪·吡唑醚菌酯悬浮种衣剂成膜及生物学特性 [J].中国农业科学, 2017: 50.

[5] 华乃震.悬浮种衣剂的进展、加工和应用 [J].世界农药, 2011: 33.

[6] 李新娜, 陈俊霞, 苏文勇.种衣剂现状及发展 [J].河北农业科学, 2015: 19.

[7] 周茂超, 黄艳娜, 段赛菲, 束仕元, 唐雪明.微生物种衣剂的研制及其对玉米苗期生长的影响 [J].中国农业科技导报, 2021: 23.

[8] 张民, 伍雨, 董帅, 查仁明, 李振华.种子包衣和丸粒化处理对酒用高粱出苗的影响 [J].种子生产, 2023: 42.

[9] 黄文静, 张严磊, 孙晓春, 李铂, 王楠, 王二欢, 张小莉, 唐志书.多功能悬浮型药用植物种衣剂的研制及其生物活性 [J].中国现代中药, 2018:20.

Path and Empirical Study of Agricultural Technology Promotion Efficiency Enhancement under Digital Technology Empowerment

Zhenqi Zhang

Agricultural and Rural Service Center of Fugang Town Shanxian County Shandong Province, Heze, Shandong, 274300, China

Abstract

With the rapid development of information technology, the application of digital technology in the field of agriculture provides a new opportunity to enhance the efficiency of agricultural technology promotion. This paper discusses the application and effect of digital technology in agricultural technology promotion from the perspective of digital technology empowerment. By analyzing the current situation of agricultural technology promotion and combining the application of digital technologies such as big data, Internet of Things and cloud computing, it puts forward the paths and strategies to improve the efficiency of agricultural technology promotion. The article analyzes the data of the extension project in an agricultural demonstration area through an empirical study, and verifies the positive effects of digital technology on improving the efficiency of agricultural technology extension, accelerating the speed of technology popularization, and reducing costs. The results of the study show that the effective application of digital technology not only improves the accuracy and relevance of agricultural technology promotion, but also promotes the timely sharing of agricultural information and enhances farmers' acceptance of new technologies. The article finally puts forward the issues of technical barriers, data privacy protection and technical training that should be concerned in the promotion process, which provides a theoretical basis and practical guidance for the innovation and optimization of the future agricultural technology promotion model.

Keywords

digital technology; agricultural technology promotion; efficiency improvement; big data; Internet of Things

数字技术赋能下农业技术推广效率提升路径及实证研究

张振启

山东省单县浮岗镇农业农村服务中心, 中国 · 山东 菏泽 274300

摘 要

随着信息技术的迅猛发展, 数字技术在农业领域的应用为提升农业技术推广效率提供了新的契机。本文从数字技术赋能的角度出发, 探讨数字技术在农业技术推广中的应用与效果。通过对农业技术推广现状的分析, 结合大数据、物联网、云计算等数字技术的应用, 提出了提升农业技术推广效率的路径与策略。文章通过实证研究对某农业示范区的推广项目进行数据分析, 验证了数字技术对提高农业技术推广效率、加快技术普及速度、降低成本等方面的积极作用。研究结果表明, 数字技术的有效应用不仅能提高农业技术推广的精确性和针对性, 还能促进农业信息的及时共享, 提升农民对新技术的接受度。文章最后提出在推广过程中应关注的技术壁垒、数据隐私保护及技术培训等问题, 为未来农业技术推广模式的创新与优化提供了理论依据与实践指导。

关键词

数字技术; 农业技术推广; 效率提升; 大数据; 物联网

1 引言

农业技术推广是农业发展的重要环节, 关乎农业生产力的提升和农民收入的增加。传统的农业技术推广方式主要依赖于农业技术人员的现场示范、乡村广播以及农业科技书籍等方式, 这些方法在一定程度上促进了农业科技的普及, 但也存在信息传递缓慢、覆盖面小、推广成本高等问题。随着信息化社会的到来, 数字技术开始在农业中扮演越来越重

要的角色, 尤其是大数据、物联网、云计算和人工智能等技术的应用, 极大地提高了农业技术推广的效率。通过数字化手段, 农业技术的推广不再局限于传统的线下模式, 而是通过在线平台、移动应用以及智能设备实现信息的实时传递和精准服务, 从而提高了技术推广的精确性、覆盖面和时效性。

在这一背景下, 本文旨在探讨数字技术赋能下农业技术推广效率提升的路径, 分析其在实际应用中的效果与挑战, 并通过实证研究, 探索数字技术在农业技术推广中的实际应用与推广模式。本文的研究成果将为未来农业技术推广的数字化转型提供理论支持和实践指导。

【作者简介】张振启(1969-), 男, 中国山东单县人, 本科, 副高级农艺师, 从事农业技术推广研究。

2 农业技术推广现状及问题分析

2.1 农业技术推广的传统模式

传统的农业技术推广模式以农业技术人员为核心，通过面对面的方式进行信息传播。推广人员通常通过召开技术培训班、组织现场示范会、发放宣传册等形式，向农民普及农业新技术。这些方式在一定程度上起到了普及作用，尤其是在较为集中的地区，能够一定程度地帮助农民了解并掌握新的农业技术。然而，这种传统模式存在诸多问题，主要体现在信息传递速度慢、覆盖面窄、农民参与度低等方面。由于需要依赖农业技术人员的亲自讲解和示范，传统的推广方式无法快速、广泛地将技术信息传递到每一个农民手中，尤其在偏远地区，技术人员的覆盖率较低，导致了推广的效果局限。

此外，传统模式对技术人员的依赖性较强，技术人员的流动性大，可能导致技术知识传播的断层或不稳定。农民往往只能通过技术人员的口头传授获得信息，这种单一的信息传播方式使得技术的普及性受到很大限制。技术人员的培训水平和推广方式不一致，导致了技术推广效果的差异。尤其是在农业技术复杂、区域差异较大的情况下，农民的实际操作能力和对新技术的理解往往存在较大差距。为了适应不同地区农民的需求，技术人员需要提供更具个性化和实际操作性的解决方案，但传统模式下很难做到这一点。因此，传统的农业技术推广模式无法全面、快速地推动技术普及，亟须创新和优化。

2.2 农业技术推广中的信息不对称问题

信息不对称是农业技术推广过程中常见的一个问题，且是制约推广效率提升的重要因素。在传统模式下，农民往往难以获取及时、准确的农业科技信息，尤其在信息传播渠道相对滞后的地区，农民更难接触到最新的技术和相关信息。农业技术推广的效果往往受限于信息的流通速度和质量，而传统的面对面传递信息的方式无法确保农民及时获取最新的农业技术和信息。尤其在一些贫困地区，农民常常缺乏获取农业信息的渠道，甚至无法接触到一些基础的农业技术和知识。信息的传播质量和速度无法满足农民日益增长的需求，造成了信息不对称问题的加剧。

此外，技术推广人员的经验差异和地域差异也导致了信息的传播质量不均。一些农技人员在推广过程中无法充分了解农民的实际需求，往往从自己的经验出发，忽视了地方性技术适应性和农民的个性化需求。因此，即使农民获得了相关的技术信息，其实际接受度和应用效果也难以达到预期。与此同时，信息的传递往往缺乏互动性，农民无法在技术应用中得到及时反馈，导致技术接受的效果差，甚至造成技术应用失败。这些问题严重影响了农业技术推广的效果和效率。

2.3 农业技术推广成本问题

传统的农业技术推广方式依赖大量的人工和物力投入，

尤其是在广泛的农村地区，推广成本较高。传统模式下，农技人员需要频繁奔赴各个乡村，进行面对面的讲解与指导，这不仅消耗了大量的人力、物力和时间，还导致整体推广成本居高不下。传统的推广方式通常依赖于一次次的现场培训和示范，农技人员与农民之间的互动多限于面对面的讲解，这种方式不仅效率低下，而且难以广泛覆盖。

在进行大规模推广时，由于信息传播不及时，农民可能错过了最佳的学习和应用时机。例如，农民在季节性农作物种植或收获时，若技术未能及时传递到农民手中，可能错过最佳的技术应用时机，导致技术推广效果大打折扣。这种时效性的问题在传统模式中尤为突出，因为信息往往是逐步传播的，无法保证所有农民在最佳时机获得必要的技术支持。

与此同时，传统模式下，农业技术人员往往要在各个乡村和区域之间奔波，增加了管理和交通成本。频繁的出差和现场指导，不仅消耗了大量的人力资源，还增加了各项费用，进一步提高了推广的整体成本。此外，技术推广人员的流动性较大，导致了每次培训或推广后难以维持长期的影响，且很难通过持续的教育和反馈机制帮助农民掌握新技术。

3 数字技术在农业技术推广中的应用

3.1 大数据在农业技术推广中的应用

大数据技术的应用正在彻底改变农业技术推广的方式，它使得农业管理不仅仅依赖于传统的经验判断，还能够通过数据分析为农民提供科学、精准的决策支持。通过大数据技术，农业生产中的多个环节——包括土壤质量、气候变化、作物生长情况等，都可以实现实时监控和分析。这些数据的收集不仅帮助农业技术人员对当前农田的情况进行准确评估，还可以预测未来的农业趋势，制定出更加合理的技术推广方案。

例如，气象大数据可以帮助预测未来气候变化，指导农民选择适宜的播种时机与合理的灌溉方案，避免过早或过迟的播种，减少不必要的水资源浪费。此外，土壤监测数据为农民提供了精确的施肥方案，根据土壤的养分情况，确定施肥的最佳量和最佳时机，从而提高作物产量和品质，降低肥料使用成本。

大数据还可以将不同地区的农业数据进行分析 and 比对，为农民提供定制化的种植建议。这些精准的数据分析不仅提高了农业技术应用的效率和准确性，还优化了资源配置，提升了农业生产的整体效益。通过这种科技驱动的精准农业，农民能够更好地应对气候变化、优化生产过程，推动农业生产效率和可持续发展。

3.2 物联网技术在农业技术推广中的应用

物联网技术通过传感器、无线通信等技术手段，将农业生产过程中的各种数据采集并传输至云平台，供农业技术

人员实时监控和分析。在农业生产中，物联网可以帮助农民实时监测土壤湿度、温度、气候等环境条件，并提供相应的技术指导。例如，在智能温室种植中，通过物联网设备实时监控温湿度、二氧化碳浓度等数据，自动调节温湿度，为作物提供最适宜的生长环境，从而提高作物产量和质量。同时，物联网技术还能够帮助农业生产者减少资源浪费，提高资源利用效率，降低生产成本。

3.3 云计算在农业技术推广中的应用

云计算技术为农业技术推广提供了强大的数据存储和计算能力。通过云平台，农业技术人员和农民可以方便地获取技术资料、观看视频教程、参与在线培训等。云计算使得农业技术推广的资源共享更加高效，信息传播更加迅速。农民不再局限于传统的线下学习方式，可以通过移动设备随时随地获取所需的农业技术信息。此外，云计算平台还能够提供实时的数据分析和决策支持，帮助农民根据气候、土壤、作物等多个因素调整生产方案，提升农业生产的科学性和精确性。

4 实证研究：数字技术赋能农业技术推广效率的提升

4.1 研究背景与方法

本研究选取了某农业示范区作为实证研究对象，探讨数字技术在该区域农业技术推广中的应用效果。研究通过大数据、物联网和云计算等数字技术手段，分析了在该区域推广农业技术的效率与效果。首先，收集了示范区内农民的技术接受情况、农业生产数据及生产效益数据，分析其与数字技术应用的关联性；其次，采用问卷调查法、访谈法以及数据分析法，评估数字技术在农业技术推广中的效果。

4.2 实证分析结果

研究结果表明，数字技术的应用显著提升了农业技术推广的效率和效果。首先，大数据技术的应用使得农业技术推广更加精准，能够根据不同地区的土壤、气候、作物等特征制定个性化的推广方案，避免了“一刀切”的问题。其次，物联网技术的应用使得农民能够实时监控农业生产中的各种数据，及时调整生产方案，避免了资源浪费，提高了农业生产的效率。最后，云计算平台的应用使得农业技术资源的共享更加方便，农民能够随时随地获取最新的技术资料和培训课程，提升了他们对新技术的接受度和应用能力。总体而言，数字技术的应用有效提升了农业技术推广的精确性、覆盖面和时效性。

5 数字技术赋能农业技术推广的挑战与对策

5.1 技术壁垒与培训问题

虽然数字技术在农业技术推广中具有巨大的潜力，但其应用仍面临一定的技术壁垒。首先，部分农民对新技术的接受度较低，尤其是在偏远地区，农民缺乏对数字技术的基础认知和操作能力。其次，数字技术的应用需要相应的设备和基础设施支持，很多农村地区的互联网设施不完善，影响了技术的推广和应用。因此，针对这些问题，应该加强对农民的技术培训，提升他们的数字技术应用能力。同时，政府和社会应加大对农业基础设施的投入，推动农村地区互联网的普及和数字化建设，为农业技术推广提供有力的技术支撑。

5.2 数据隐私与安全问题

在农业技术推广中，涉及大量的农民个人信息和生产数据，如何确保数据的隐私和安全是一个亟待解决的问题。数据泄露或滥用不仅会侵犯农民的隐私，还可能影响农业生产的稳定性。因此，在数据采集和分析过程中，必须加强数据隐私保护措施，确保农民的数据安全。政府应出台相关法律法规，明确数据使用的权限和范围，加强对农业技术推广平台的数据管理和监控，确保信息的安全性。

6 结语

数字技术赋能下的农业技术推广无疑为农业生产带来了新的机遇。大数据、物联网、云计算等技术的应用，不仅提升了农业技术推广的效率，还推动了农业生产的现代化和智能化。然而，数字技术的推广与应用仍面临一定的挑战，如技术壁垒、数据隐私保护等问题。未来，随着技术的不断发展和基础设施的完善，数字技术将在农业技术推广中发挥更加重要的作用，推动农业生产从传统模式向智能化、数字化转型，助力农业可持续发展。

参考文献

- [1] 匡远配,彭云,李姗姗.新时代中国农业农村现代化的多重逻辑、基本特征及实现路径[J].中国农村经济,2024,(12):2-22.
- [2] 赵起葳,丁奕涵.数字化转型背景下数字经济带动农业经济发展的路径研究[J].农业开发与装备,2024,(12):157-159.
- [3] 宿杨.新质生产力导向下数字经济赋能农业现代化:机制解析与路径优化[J].中国软科学,2024,(S2):388-397.
- [4] 江兰兰.数字新质生产力、数据要素配置与农业高质量发展[J].技术经济与管理研究,2024,(12):90-95.

Research on Feature Optimization for Land Use/Cover Classification Based on Google Earth Engine

Huan Fan Rui Li Hui Yao Yi Ma Weihai Hou

College of Plant Science, Xizang Agriculture and Animal Husbandry University, Linzhi, Xizang, 860000, China

Abstract

[Objective] This study utilizes the Google Earth Engine (GEE) platform to analyze Sentinel-1 and Sentinel-2 satellite imagery data, evaluating the effectiveness of different satellite features in land cover classification tasks. The research aims to establish an efficient automated feature optimization framework on GEE to obtain more representative feature sets. [Methods] Taking the area near Lake Trasimeno in Umbria, Italy as a case study, we employed Jeffries-Matusita (JM) distance to assess feature discriminative power and combined it with correlation analysis for feature selection. [Results] The study found that the average JM value showed a significant positive correlation with the Kappa coefficient of classification accuracy (correlation coefficient = 0.53). [Conclusion] This research demonstrates the effectiveness of building an automated feature selection framework on GEE, which can enhance the performance of land cover classification tasks. The findings provide effective methodological support for remote sensing data feature selection and classification accuracy improvement.

Keywords

feature preference; Google Earth Engine; JM distance; land use

基于 GEE 的土地利用分类特征优选研究

范欢 李锐 姚慧 马一 侯维海

西藏农牧学院植物科学学院, 中国·西藏 林芝 860000

摘 要

【目的】本研究基于 Google Earth Engine (GEE) 平台, 分析 Sentinel-1 和 Sentinel-2 卫星影像数据, 并评估不同卫星特征在土地覆盖分类任务中的有效性。研究旨在 GEE 平台上搭建一个高效的自动化特征优化框架, 以获取更具代表性的特征集。【方法】以意大利翁布里亚地区特拉西梅诺湖附近地区为例, 运用杰弗里斯-默特尔斯 (Jeffries-Matusita, JM) 距离评估特征间的区分能力, 并结合相关性分析进行了特征优选。【结果】研究发现, 所选区域的 JM 平均值与分类精度 Kappa 系数呈现出显著的正相关关系 (相关系数为 0.53)。【结论】此研究证明了在 GEE 平台上构建自动化特征优选框架的有效性, 特征优选可提高土地覆盖分类任务的性能。本研究的发现为遥感数据的特征选择和分类精度提升提供了有效的方法支持。

关键词

特征优选; Google Earth Engine; JM 距离; 土地利用

1 引言

【研究意义】在遥感识别土地利用类型 Geographic Information System (GIS) 领域^[1], 特征选择和优化对于提

高土地利用分类精度和处理效率具有重要意义^[2,3]。随着遥感技术的飞速发展, 尤其是 Google Earth Engine (GEE) 平台的兴起^[4], 为研究人员提供了前所未有的大量地理空间数据。这些数据不仅覆盖广泛的区域, 同时包含了丰富的地理和环境信息。然而, 如何有效地处理和分析这些庞大的数据集以提取有价值的信息, 成为目前面临的挑战。在众多分析技术中, 特征选择和优化在提高分类任务的性能方面起着至关重要的作用。因此, 从更宏观的视角来看, 遥感技术在土地利用方面本身具有不可替代的核心意义: 它突破了传统土地调查依赖人工实地勘测的局限, 能够快速、动态地监测大范围土地利用现状及变化趋势, 为国土空间规划、生态环境保护、农业资源管理、城市扩张监测等关键领域提供及时、准确的基础数据支撑, 是实现土地资源精细化管理、可持续利用以及应对气候变化等全球性议题的重要技术

【基金项目】西藏农区粮油作物碳汇监测与固碳增汇技术研究 (项目编号: XZ202501ZY0045); 高原特色农牧科技小院建设及学科综合服务能力提升 (藏财预指 (2025) 001 号) - 日喀则边雄乡塔玛村油菜科技小院。

【作者简介】范欢 (2000-), 女, 在读硕士, 从事高原作物农田碳汇研究。

【通信作者】侯维海 (1985-), 男, 副教授, 从事高原作物研究。

手段。【前人研究进展】在地表覆盖和土地利用分类的遥感分析中,利用机器学习方法时,选取合适的特征集是关键^[5]。有效的特征选择不仅可以提高分类的准确性,还可以显著降低计算复杂性,提升分析的效率^[6]。此外,通过减少不必要的特征数量,模型的解释性和透明度也可得到提高。确定不同类别之间的可分离性常用方法有3种:可分离性指数(SI)^[7,8]、变换散度(TD)^[9]such as Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS 和杰弗里斯-默特尔斯(Jeffries-Matusita)距离^[10]。与SI和TD相比, JM 距离可以定量评估不同类别之间的可分离性^[11]。【本研究切入点】基于GEE平台利用JM距离寻找最优特征是可行的^[12,13]5.04%,4.48%;(2。而结合JM距离与相关系数构建了特征选择算法,不仅可以有效降低参与分类的特征数量,还能提高分类模型的运行效率和精度^[14]。【拟解决的关键问题】基于以上,本研究旨在基于GEE平台构建一个自动化的特征优选框架。该框架采用JM距离来评估特征在分类任务中的有效性,同时,结合相关性分析自动优化特征选择。通过分析Sentinel-1和Sentinel-2卫星数据,探索特征选择对分类准确性的影响,以及不同特征组合如何影响最终的分类结果。以提高GEE平台土地覆盖分类任务的自动化与高效化。

2 材料与方法

2.1 实验数据

研究区位于意大利翁布里亚地区特拉西梅诺湖周围,北纬43° 06′、东经12° 07′,该地区涵盖了多种土地利用类型,生态环境多样。研究区域内包含多种图斑类型,涵盖各类农用地(如耕地、草地、园地)、林地、人造地表,以及若干小型人造湖泊。本次实验使用的样点数据源自Tassi^[15]的公开数据集(表1),研究时间也与Tassi^[15]相同为2017年1月1日至2019年12月31日,筛选出云量低于10%的卫星影像,以减少云层干扰。

实验区域的土地利用类型划分为六类:(0)建成区,包括住宅区与其他人造表面;(1)一年生作物区,涵盖多种作物如谷物、豆类 and 园艺作物;(2)多年生作物区,主要由葡萄园和橄榄林构成;(3)草地;(4)林地;(5)灌木区,包括湖滨和河岸带植被以及其他稀疏的灌木覆盖区;(6)水体,囊括特拉西梅诺湖及其他小型私人湖泊。

表1 各用地类型样点数量

类型	标签	数量
建成区	1	35
一年生作物区	2	154
多年生作物区	3	40
草地	4	59
林地	5	65
灌木	6	17
水体	0	80
总计		450

在本研究中,综合参考了David总结的232个遥感指数。鉴于数据特性,最终选取了Sentinel-2卫星能够计算的所有指数共192个(详见附表1)。除外,本研究还纳入了Sentinel-1卫星的升轨(ascending)和降轨(descending)轨道上的VV和VH波段(分别标记为VVA、VVD、VHA、VHD),以及Sentinel-2的B1至B12波段。因此,本研究共涵盖了208个特征指数(见表2),为进行深入的遥感分析提供了丰富而全面的数据资源。除Sentinel-1、Sentinel-2基础波段之外的其他衍生指数的详细信息(包括指数类型、文献来源、计算方法等),均来源于David构建的Streamlit平台(Streamlit(davemlz-espectro-espectro-91350i.streamlit.app))。

2.2 研究方法

本研究采用了杰弗里斯-默特尔斯(Jeffries-Matusita, JM)距离和相关系数这两种统计方法进行特征优选实验。同时,通过随机森林算法进行像素级分类,并采用Kappa系数来进行精度分析。实验的具体流程如下:

特征提取:遥感影像中提取特征,构成分类的原始特征集。

特征评估:在构建的特征集基础上,分别计算每个特征的JM距离平均值和相关系数,以及其在分类任务中的精度。通过这些计算,研究分类精度与JM距离平均值及相关系数绝对值之间的关系。

特征数量分析:基于构建的特征集,逐步增加特征数量,并计算在这种特征排列下不同特征数量的分类精度,从而探索研究区分类精度与特征数量之间的关联性。

分类实验与验证:基于经过优选的特征集,结合随机森林算法进行基于像素的分类实验,并与前期研究结果进行对比,以验证本研究构建的框架的有效性。

2.2.1 概率距离——JM距离

“杰弗里斯-默特尔斯距离”(Jeffries-Matusita Distance),简称JM距离,是一个精细的统计度量,专门用于量化两个概率分布之间的相似性或差异性^[16]。在遥感、图像处理以及模式识别的领域, JM 距离被广泛应用于评估不同特征在区分各类别中的效能。它的取值范围介于0到2之间,其中0表示两个分布完全相同,而2表示两者完全不同。

JM距离的核心是基于Bhattacharyya系数的改进。这种改进为比较两个统计样本或概率分布间的差异提供了方法,具体是通过计算两个概率密度函数的重叠区域来实现的。在复杂的监督分类任务中,特别是在区分多样化的地表类型时, JM 距离的应用至关重要。它通过量化不同类别之间的可区分性,为精确的特征选择提供了科学依据。理想情况下,最有效的特征集应该是能够最大化类别 JM 距离的集合,进而提升分类算法的总体精度。因此, JM 距离不仅是一个度量标准,更是特征选择和模型优化过程中的关键因素,在增强分类效果和深入理解数据结构方面发挥着显著作用。

JM距离的计算公式如下:

$$JM=2*(1-e^{-B^2})$$
$$B^2=\frac{1}{8}(\mu_P-\mu_Q)^T\Sigma^{-1}(\mu_P-\mu_Q)+\frac{1}{2}\ln\left(\frac{|\Sigma|}{\sqrt{|\Sigma_P||\Sigma_Q|}}\right)$$

其中， B^2 是 Bhattacharyya 距离,于两个概率分布 P 和 Q 以及其均值 μ_P 、 μ_Q 和协方差矩阵 Σ_P 、 Σ_Q , Σ 是 Σ_P 和 Σ_Q 的平均值。

表 2 特征名称表

指数名称	指数名称	指数名称	指数名称	指数名称	指数名称	指数名称	指数名称
B1	BITM	FCVI	MCARI705	NDBI	NIRvH2	S2REP	TriVI
B2	BIXS	GARI	MCARIOSAVI	NDCI	NLI	S2WI	UI
B3	BLFEI	GBNDVI	MCARIOSAVI705	NDDI	NMDI	S3	VARI
B4	BNDVI	GCC	MGRVI	NDGI	NRFIg	SARVI	VARI700
B5	BRBA	GDVI	MIRBI	NDGIaI	NRFIr	SAVI	VI700
B6	BWDRVI	GEMI	MLSWI26	NDII	NSDS	SAVI2	VIBI
B7	BaI	GLI	MLSWI27	NDMI	NSDSI1	SEVI	VIG
B8	CIG	GM1	MNDVI	NDPI	NSDSI2	SIPI	VgNIRBI
B8A	CIRE	GM2	MNDWI	NDPonI	NSDSI3	SR	VrNIRBI
B9	CSI	GNDVI	MNLI	NDREI	NWI	SR2	WDRVI
B11	CVI	GOSAVI	MRBVI	NDSI	NormG	SR3	WDVI
B12	DBSI	GRNDVI	MSAVI	NDSII	NormNIR	SR555	WI1
AFRI1600	DSI	GRVI	MSI	NDSInw	NormR	SR705	WI2
AFRI2100	DSWI1	GSAVI	MSR	NDSWIR	OCVI	SWI	WI2015
ANDWI	DSWI2	GVMi	MSR705	NDSaIi	OSAVI	SWM	WRI
ARI	DSWI3	IAVI	MTCI	NDSOI	PISI	SeLI	keVI
ARI2	DSWI4	IBI	MTVI1	NDTI	PSRI	TCARI	kIPVI
ARVI	DSWI5	IKAW	MTVI2	NDVI	RCC	TCARIOSAVI	kNDVI
ATSAVI	DVI	IPVI	MuWIR	NDVI705	RDVI	TCARIOSAVI705	krVI
AWEInsh	DVIplus	IRECI	NBAI	NDVIMNDWI	REDSI	TCI	kVARI
AWEIsh	EMBI	LSWI	NBR	NDWI	RENDVI	TDVI	mND705
BAI	EVI	MBI	NBR2	NDWIns	RGBVI	TGI	mSR705
BAIM	EVI2	MBWI	NBRSWIR	NDYI	RGRI	TRRVI	VVA
BAIS2	ExG	MCARI	NBRplus	NGRDI	RI	TSAVI	VVD
BCC	ExGR	MCARI1	NBSIMS	NHFD	RI4XS	TTVI	VHA
BI	ExR	MCARI2	ND705	NIRv	RVI	TVI	VHD

2.2.2 相关系数计算

相关系数的计算通常采用皮尔逊相关系数^[17] (Pearson correlation coefficient)。该系数的值介于 -1 和 1 之间，其中，1 表示完全正相关，-1 表示完全负相关，0 表示无相关性。公式如下：

$$r=\frac{\sum_{i=1}^n(X_i-\bar{X})(Y_i-\bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n(X_i-\bar{X})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^n(Y_i-\bar{Y})^2}}$$

其中， X_i 和 Y_i 分别是两个变量的观测值， $\bar{X}$ 和 $\bar{Y}$ 是它们的平均值。

2.2.3 优选方法

制定如下特征优化框架，旨在优化分类性能并提高解释性。

1. 选取 JM 平均值大于 0.8 的特征^[18]。

2. 剔除高度相关的特征：在所选的特征集中，如特征之间相关性系数大于 0.95。仅保留了与目标相关系数最高的一个特征，以降低多重共线性的风险。有助于提高模型的稳定性和解释性。

2.3 随机森林

随机森林^[19]是一种集成学习方法，它通过构建并整合多个决策树来执行分类或回归任务^[20]。在本研究中，采用随机森林算法进行土地利用类型的像素级分类，其中决策树的数量设定为 100。为有效实现这一分类框架，研究所用的数据集被分成两个部分：80% 的数据随机选取作为训练集，用于构建随机森林模型；剩余的 20% 则作为测试集，用于评估模型的性能。

2.4 精度分析

Kappa 系数是评估分类精度的一个重要指标，用于衡量分类精度，特别是在分类问题中评估观测分类结果与随机

分类的一致程度。混淆矩阵，又称错误矩阵，是一种特别的表格布局，用于可视化算法性能。它显示了实际类别与模型预测类别之间的关系，其中每列代表预测的类别，每行代表实际的类别。**Kappa** 系数基于混淆矩阵计算而来。在本研究中，**Kappa** 系数用于评估随机森林模型分类结果的准确性。通过比较不同特征的 **Kappa** 系数，研究旨在识别对分类精度影响最大的特征，以优化特征选择过程。

3 结果与分析

3.1 单一特征与分类精度关系

对每个特征与土地利用类型（Land Use and Land Cover, LULC）分类标签之间的关系进行了详尽分析，计算每个特征的 JM 距离。对于研究区的七种不同用地类型，分别计算了各自的 JM 值，并求得这些值的平均数。随后，利用随机森林算法进行了基于像素的分类，并获得相应的 **Kappa** 系数，以此评估每个特征在分类任务中的有效性。分析结果显

示 **Kappa** 系数与 JM 平均值之间存在显著的正相关关系（相关系数为 0.53）（图 1），这说明当特征的 JM 平均值较高时，基于该特征的分类精度通常也较高。

然而，有趣的是，尽管特征 RI4XS 拥有最高的 JM 平均值（详见图 2），其对应的 **Kappa** 系数却仅为 0.39。通过进一步的研究发现，虽然 RI4XS 在区分水体方面表现出色（精度达到 1），但在草地和林地的区分上效能有限，草地分类精度为 0，林地分类精度仅为 0.07。这表明 RI4XS 在特定土地类型（林地和灌木）的区分能力有限，导致整体分类效果受限。相比而言，特征 SeLI 的 JM 平均值为 0.93，其 **Kappa** 系数高达 0.79，相关系数也达到了 0.85，展现出极其出色的分类效果。这进一步表明在特征选择过程中，不仅要考虑特征的综合性能，还要考虑其区分不同类别的能力，从而更精准地优化特征选择，提升土地利用分类的准确性和效率。

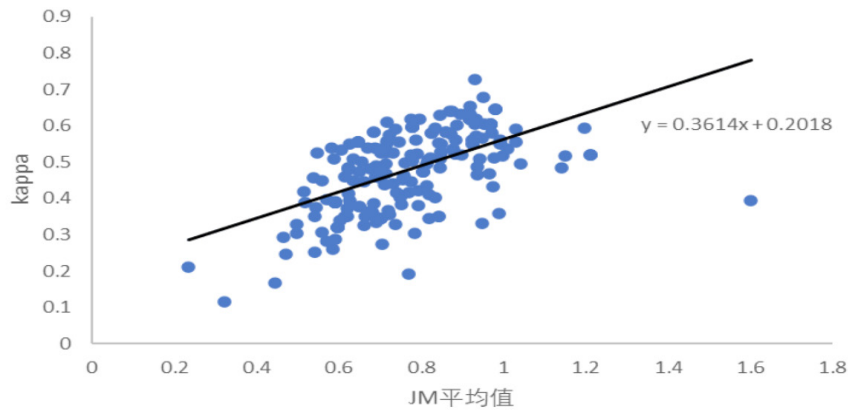


图 1 kappa 值与特征 JM 平均值的关系

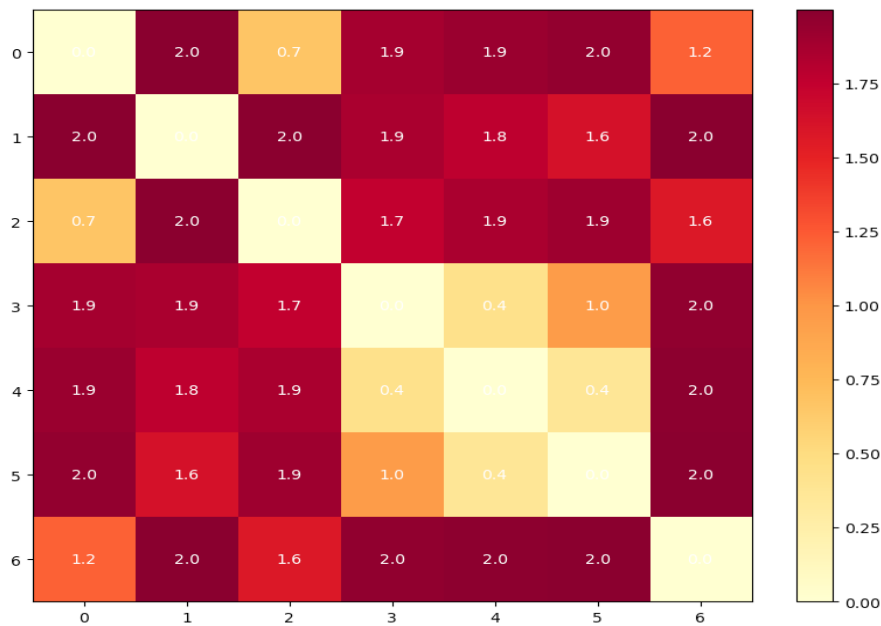


图 2 RI4XS JM 热力图

进一步对每个特征与土地利用及土地覆盖 (Land Use and Land Cover, LULC) 分类标签之间的相关性进行了细致的分析, 并计算每个特征与 LULC 分类标签之间相关性的绝对值。与此同时, 继续采用基于像素的随机森林分类方法, 并对由此产生的分类结果的 Kappa 系数进行了对比。分析结果显示 Kappa 系数与各特征相关性绝对值之间存在一定程度的正相关关系, 相关系数达到了 0.45。这表明, 在一定程度上, 特征与分类标签之间的相关性越高, 基于该特征进行分类的准确性也越高。然而, 这种相关性的综合表现并不如 JM 值。

3.2 特征数量与分类精度关系

为了深入理解不同特征组合对分类准确性的影响, 本研究采用逐步增加特征数量的方法^[21]。按照表 2 所示特征的顺序 (从上至下、从左至右), 从单个特征开始, 逐步增加特征数量, 每次增加一个特征, 直到涵盖所有特征。每种特征组合都被用于执行基于像素的随机森林分类任务, 以此来模拟并观察特征数量变化对分类结果的影响。每次分类的 Kappa 系数被计算出来, 作为评估分类准确度的关键指标。

通过对 Kappa 系数与特征数量之间的关系进行分析,

发现二者之间存在一定的关联。在特征数量较少时, 随着特征逐渐增加, Kappa 系数呈现出显著的正相关关系。这表明在特征较少的初期阶段, 每增加一个特征值都可能显著提升分类的精度, 因为新加入的特征为模型提供了额外有用的信息, 增强了分类器的判别能力。然而, 随着特征数量的增加, 这种正相关关系开始变得不那么明显。当特征数量达到 207 时, Kappa 系数达到其最大值 0.9049。而在特征数量为 25 时, Kappa 系数达到了一个局部最优值 0.8689。当特征数量增至全部的 208 个时, Kappa 系数略有下降, 降至 0.9047。如图 4 所示, 当特征数量达到一定程度后, 可能出现了一定程度的冗余或过拟合现象, 导致分类器在处理更多特征时效率下降。

实验表明在特征选择过程中要注意平衡性, 既要选择足够的特征以提供必要信息, 又要避免过多的特征导致的效率下降或过拟合, 以达到分类精度的最优化。通过筛选出最具代表性和信息丰富的特征, 能够有效减少模型处理的数据量, 从而降低计算机算力的负担。这样的优选框架有助于避免模型处理不必要或冗余信息, 预防过拟合的风险, 并提高模型对关键特征的响应灵敏度。

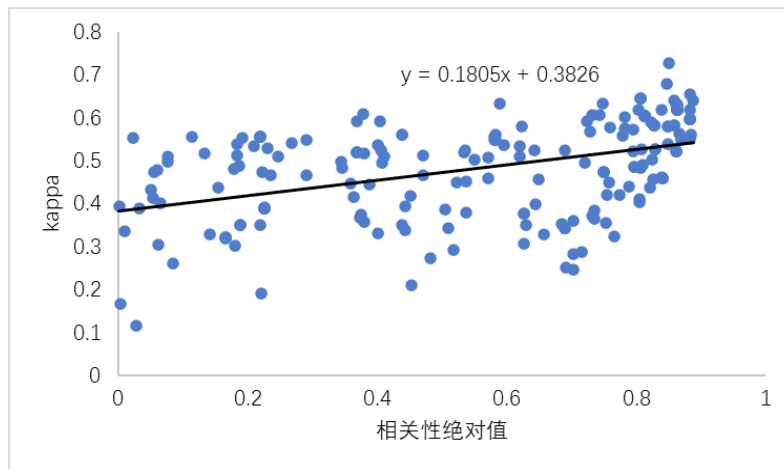


图 3 kappa 值与特征相关性绝对值的关系

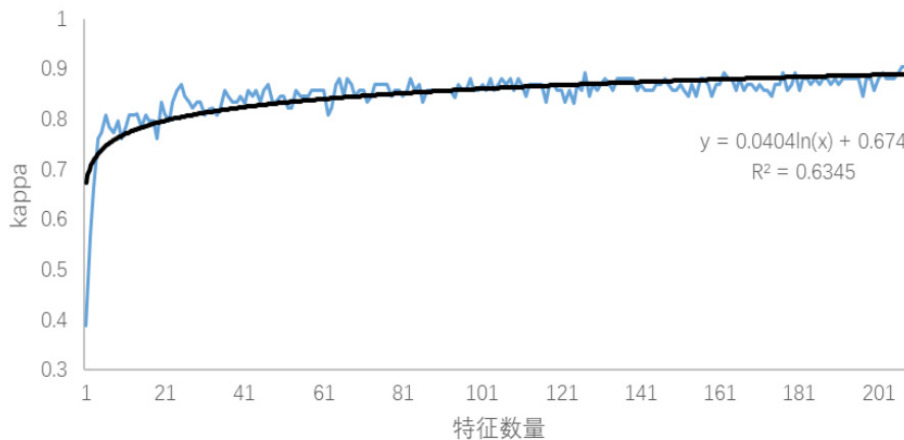


图 4 kappa 值与特征数量的关系

3.3 优选特征与分类精度

通过特征优化,精选了 BWDRVI、MSR、RI4X、ARI、VHA、MNLI、TCARIOSAVI、OCVI、VVA、kEVI、BAIM、TRRVI、WRI、MCARIOSAVI、PSRI、BRBA、NSDSI1、mND705、GARI、MCARI、SR3、TCARI、BAIS2 以及 BAI 这 24 个特征^[22]。这些特征因其高度的判别力和相关性而被选中,它们共同构成了一个高效且强大的特征集,确保了模型在处理复杂遥感数据时的高精度和高效

率。此外,这一特征集的 JM 平均值约为 2.00 (见图 5),进一步佐证了特征优化框架的有效性。通过这一框架,自动化的提取了特征集,提高了分类的准确性。

优化后的特征集在研究区实现了 93.20% 的总体精度 (Overall Accuracy, OA) 和 0.917 的 Kappa 系数 (图 6), 优于 Tassi^[15] 在同一区域采用随机森林像元分类方法所获得的 82% 的 OA, 也超过了其基于随机森林对象分类的 89.3% 的 OA。

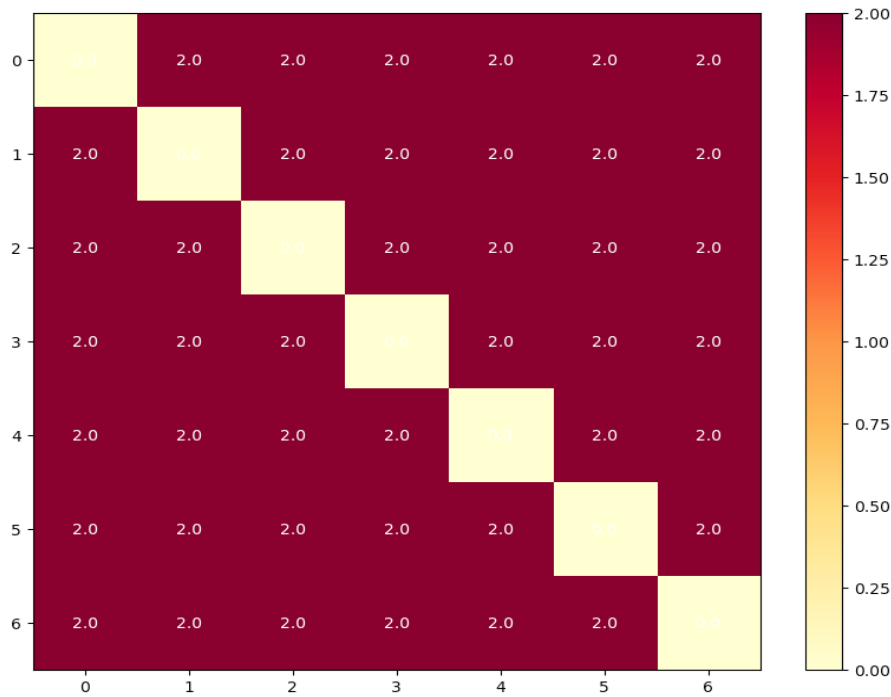


图 5 优化特征集 JM 热力图

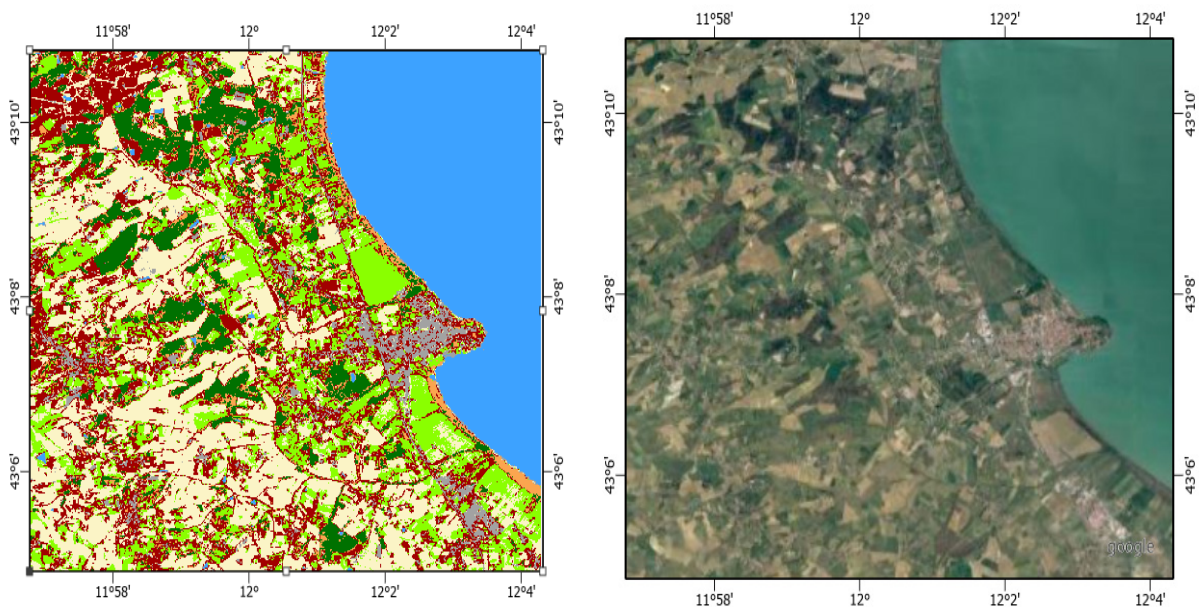


图 6 研究区分类与影像图

4 讨论

本研究基于 Google Earth Engine (GEE) 平台, 通过结合杰弗里-默特尔斯 (Jeffries-Matusita, JM) 距离与相关系数, 构建了一个高效的自动化特征优化框架, 显著提升了土地利用分类任务的性能^[23]。这一研究成果不仅为遥感数据的特征选择和分类精度提升提供了新的方法支持, 也展示了 GEE 平台在处理大规模地理空间数据方面的强大潜力。

通过实证量化了 JM 距离与土地覆盖分类精度的耦合关系, 发现 JM 平均值与 Kappa 系数之间存在显著的正相关关系 (相关系数为 0.53)。这一发现与 Sen et al. 的研究相呼应, 他们同样指出 JM 距离可以作为特征选择的有效工具^[5]。本研究进一步证实了 JM 距离在评估特征可分离性方面的可靠性, 并通过动态 JM 阈值初筛高分度特征, 有效解决了维度灾难问题。这种基于 JM 距离的特征初筛方法, 不仅降低了特征维度, 还提高了分类精度和计算效率。

在特征优化过程中结合了相关性分析, 通过剔除高度相关的特征, 降低了多重共线性的风险, 提高了模型的稳定性和解释性。这一做法与 Jeon and Oh 提出的 Hybrid-Recursive Feature Elimination (H-RFE) 方法中的相关性分析步骤相似^[6]。本研究的方法更加自动化和高效, 通过构建“JM 距离初筛 + 相关性精筛”的双阶段框架, 实现了特征集的快速优化。这种结合 JM 距离和相关系数的特征优化方法, 不仅提升了遥感图像分类的精度, 还增强了模型的解释能力和计算效率。

本研究提出的基于 GEE 平台的自动化特征优化框架^[24], 为遥感数据的特征选择和分类精度提升提供了有效的解决方案。通过实证分析和与前人研究的对比, 验证了该框架的有效性和可靠性。未来, 可以进一步探索该框架在不同地区和不同遥感数据源上的适用性, 以及与其他特征选择方法的结合使用, 以推动遥感分类技术的不断发展。

5 结语

本研究基于 GEE 平台构建了一种结合概率距离和相关系数的特征优化框架。通过该框架在研究区执行的土地利用分类实验取得了显著的成果。实验证明即使是应用基础分类算法, 通过优化特征, 获得更好的数据集, 也能显著提高分类精度。此外, 还成功构建了一套简单实用的自动化特征优化框架, 不仅有效解决了特征选择的难题, 提高了遥感图像分类精度和计算效率。优化后的特征集不仅提升了遥感图像分类的精度, 还增强了计算效率和模型的解释能力。因此, 本研究证明了通过构建自动化的特征优选框架, 在 GEE 平台上可以实现更高效、更准确的数据分析。

参考文献

[1] Gong, P., Liu, H., Zhang, M., et al. (2019). Stable classification with limited sample: transferring a 30-m resolution sample set collected in 2015 to mapping 10-m resolution global land cover in

2017. *Science Bulletin*, 64(18), 1354-1361.

[2] Gao W, Hu L, Zhang P, et al. Feature selection considering the composition of feature relevancy[J]. *Pattern Recognition Letters*, 2018, 112: 70-74.

[3] Kuzudisli C, Bakir-Gungor B, Bulut N, et al. Review of feature selection approaches based on grouping of features[J]. *PeerJ*, 2023, 11: e15666.

[4] Tateishi, R., & Oh, J. H. (2019). Global-scale land cover mapping using satellite imagery: A review and future perspectives. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 154, 120-135.

[5] Sen R, Goswami S, Chakraborty B. Jeffries-Matusita distance as a tool for feature selection[C]//2019 International Conference on Data Science and Engineering (ICDSE). 2019: 15-20.

[6] Jeon H, Oh S. Hybrid-Recursive Feature Elimination for Efficient Feature Selection[J]. *Applied Sciences*, 2020, 10(9): 3211.

[7] Somers B, Asner G P. Multi-temporal hyperspectral mixture analysis and feature selection for invasive species mapping in rainforests[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2013, 136: 14-27.

[8] Hu Q, Sulla-Menasse D, Xu B, et al. A phenology-based spectral and temporal feature selection method for crop mapping from satellite time series[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2019, 80: 218-229.

[9] Chen L, Jin Z, Michishita R, et al. Dynamic monitoring of wetland cover changes using time-series remote sensing imagery[J]. *Ecological Informatics*, 2014, 24: 17-26.

[10] Arvor D, Jonathan M, Meirilles M S P, et al. Classification of MODIS EVI time series for crop mapping in the state of Mato Grosso, Brazil[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 2011, 32(22): 7847-7871.

[11] Xu F, Xu Z, Xu C, et al. Automatic Extraction of the Spatial Distribution of *Picea schrenkiana* in the Tianshan Mountains Based on Google Earth Engine and the Jeffries-Matusita Distance[J]. *Forests*, 2023, 14(7): 1373.

[12] 宁晓刚, 常文涛, 王浩, 等. 联合GEE与多源遥感数据的黑龙江流域沼泽湿地信息提取[J]. *遥感学报*, 2022, 26(2): 386-396.

[13] Taheri Dehkordi A, Valadan Zoej M J, Ghasemi H, et al. Monitoring Long-Term Spatiotemporal Changes in Iran Surface Waters Using Landsat Imagery[J]. *Remote Sensing*, 2022, 14(18): 4491.

[14] 朱梦豪. 基于时序遥感影像多特征优选的作物分类方法[D]. 河南理工大学, 2021.

[15] Tassi A, Vizzari M. Object-Oriented LULC Classification in Google Earth Engine Combining SNIC, GLCM, and Machine Learning Algorithms[J]. *Remote Sensing*, 2020, 12(22): 3776.

[16] Dabboor M, Howell S, Shokr M, et al. The Jeffries-Matusita distance for the case of complex Wishart distribution as a

- separability criterion for fully polarimetric SAR data[J]. International Journal of Remote Sensing, 2014, 35(19): 6859-6873.
- [17] Swain, P. H., & Davis, S. M. (1978). Remote sensing for agriculture: The use of the Jeffries-Matusita distance for the selection of discriminant features for the classification of agricultural crops. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 16(3), 161-167.
- [18] Benesty J, Chen J, Huang Y, et al. Pearson Correlation Coefficient[M]//Cohen I, Huang Y, Chen J, et al. Noise Reduction in Speech Processing: Vol. 2. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009: 1-4.
- [19] Breiman L. Random Forests[J]. Machine Learning, 2001, 45(1): 5-32.
- [20] Gislason, P. O., Benediktsson, J. A., & Sveinsson, J. R. (2006). Random Forests for land cover classification. Pattern Recognition Letters, 27(4), 294-300.
- [21] Waske, B., & van der Linden, S. (2010). Classifying multispectral and hyperspectral data using feature extraction and feature selection methods. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 65(3), 257-272.
- [22] Guo, J., Liu, X., Du, S., et al. (2018). Feature selection for classification of hyperspectral imagery using improved ReliefF and particle swarm optimization. Remote Sensing, 10(6), 906.
- [23] Verrelst, J., Camps-Valls, G., Muñoz-Marí, J., et al. (2019). Optical remote sensing and the retrieval of terrestrial vegetation bio-geophysical properties—A review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 150, 98-117.
- [24] Hansch, R., & Menz, G. (2020). Precision agriculture and digital farming: Concepts, challenges, and future trends. Agriculture, 10(4), 143.

A brief talk about Debao dwarf horse

Jingtao Lai

Guangxi Agricultural Vocational and Technical University, Nanning, Guangxi, 530007, China

Abstract

The Debao Dwarf Horse, primarily native to Debao County in Guangxi's Baise City, reaches adult height of 86-106 cm[1]. As a representative of China's dwarf horse breed, it shares the distinction with the British Shetland Dwarf Horse as one of the world's two major origins of dwarf horses. Possessing unique genetic traits, these horses have served as valuable research subjects. Historically cherished by farmers for their distinctive qualities, they gradually lost practical value as draft and riding animals due to social changes. Coupled with insufficient conservation efforts, their population declined significantly, leading to an endangered status by 2006. Recent years have seen enhanced awareness driving systematic conservation initiatives that have achieved phased success. Meanwhile, new commercial applications are being explored, fostering industry development in this heritage breed.

Keywords

Debao pony; characteristic; Value; Conservation of seeds; utilize

浅谈德保矮马

赖景涛

广西农业职业技术大学, 中国 · 广西 南宁 530007

摘 要

德保矮马主要产于广西省百色市德保县, 成年体高为86~106cm^[1], 是中国矮马的代表, 与英国 Shetland 矮马并称世界两大矮马源流, 具有独特的基因和遗传特性, 可为科研提供宝贵的素材。因其自身优点, 过去深受农户喜爱。但随着社会的发展, 矮马做为驮、乘工具逐渐失去存在意义, 加之保护意识不足, 数量明显下降, 2006 年已处于濒危状态。近年, 随着意识增强, 保种工作已经得到有序落实, 并取得了阶段性成效; 新的价值亦逐渐得到开发利用, 产业有所发展。

关键词

德保矮马; 特性; 价值; 保种; 利用

1 引言

德保矮马 (Debaopony) 原名百色石山矮马, 是国家遗传资源保护品种, 有着“马中熊猫”的美誉, 被列入农业农村部首批农产品地理标志登记产品, 是我国最矮的著名地方马种资源之一, 中国矮马代表, 与英国 Shetland 矮马并称为世界两大矮马源流。以下, 笔者将从基本信息、历史渊源、价值体现、产业发展和种质资源保护等五方面对德保矮马作简要介绍。

2 基本信息

2.1 中心产区及分布

德保矮马主产于广西壮族自治区德保县的马隘镇、那甲乡、巴头乡、敬德镇、东凌乡。德保县其他乡镇及毗邻的靖西、田阳、那坡等县也有分布。

2.2 产地环境

德保县位于北纬 23° 10' ~23° 46'、东经 106° 37' ~107° 10', 地处云贵高原东南边缘余脉, 是桂西南岩溶石山区的一部分, 地形地貌结构十分特殊复杂。喀斯特半喀斯特地形纵横交错。成土母质以石灰岩、沙页岩为主。地势呈西北高东南低。西北谷地海拔一般在 600~900 米, 山峰海拔为 1000~1500 米; 东南谷地海拔只有 240~300 米, 山峰海拔为 800~1000 米。全县总面积 2559.52km², 其中山地 2217.61 km², 耕地 227.63 km²。耕地中有水田 10218 公顷, 草地面积 1011618 亩。主要农作物有玉米, 水稻, 小麦, 荞麦, 高粱, 豆类, 甘蔗等。主要牧草为桂牧 1 号和黑麦草。德保县属于亚热带季风气候, 冬不严寒, 夏无酷暑, 气候温凉, 春秋分明, 夏长冬短, 夏湿冬干, 雨热同期。这样的环境适宜养殖牲畜, 为德保矮马的生长提供了良好的自然条件。^[2]

2.3 品种特性和饲养

2.3.1 外貌体型特征

外貌特征。体型矮小、清秀, 结构协调, 体质紧凑结实,

【作者简介】赖景涛 (1980-), 女, 中国广西人, 本科, 高级畜牧师, 从事畜禽研究和教学研究。

少部分马较为粗重；头长而清秀，额宽适中，鼻梁平直，鼻翼开张、灵活，眼大而圆，耳中等大，少数偏大或偏小，直立。颈长短适中，个别公马微呈鹤颈，头颈、颈肩结合良好；髻甲低平，长短、宽窄适中；胸宽而深，腹部圆大，有部分草腹。背腰平直，腰尻结合良好，尻稍短、略斜。前肢肢势端正，后肢多呈刀状，部分马略呈后踏肢势；关节结实强大，部分马为卧系或立系，距毛较多，蹄质坚实。鬃、鬣、尾毛浓密。

成年德保矮马被毛以骝毛为主，还有青毛、栗毛及兔褐毛等，少量马的头部和四肢下部有白章，鬃、鬣、尾、距毛浓密。^[3]

体尺和体重。德保矮马成年体高为 86 ~ 106cm，体长大部分为 95 ~ 105cm。初生重为 10 ~ 15kg，6 月龄断奶重为 30 ~ 40kg，3 ~ 4 岁成年，成年体重为 100 ~ 145 kg。^[1]

对德保县保种区内 210 匹马进行实地体尺测量，并按相关公式进行体尺指数和体重计算，结果见表 1。

表 1 德保矮马体尺、体尺指数及估重表

项目	阶段	统计匹数	项目	体尺(厘米)				体尺指数			估重(公斤)
				体高	体长	胸围	管围	体长指数	胸围指数	管围指数	
公	1 岁以内 ♂	6	平均数	69.67	67.33	72.83	8.17	98.01	105.75	11.99	35.38
			标准差	13.34	13.97	11.11	1.47	20.87	12.51	2.88	18.17
	1 ~ 2 岁 ♂	14	平均数	96.21	94.93	101.86	11.61	98.67	105.91	12.07	92.10
			标准差	5.71	6.79	6.49	1.00	4.01	4.22	0.89	16.95
	3 岁以上 ♂	39	平均数	97.42	98.42	107.97	11.94	101.01	110.78	12.25	107.43
			标准差	3.76	6.07	7.67	0.80	4.52	5.86	0.74	19.88
母	1 岁以内 ♀	4	平均数	77.00	69.25	78.75	9.38	89.36	101.59	12.18	44.03
			标准差	12.25	15.00	17.35	1.49	6.97	8.52	0.48	26.02
	1 ~ 2 岁 ♀	7	平均数	93.86	90.71	99.00	11.14	96.46	105.26	11.82	85.15
			标准差	6.96	9.88	12.22	1.68	4.04	7.42	1.00	29.63
	2 ~ 3 岁 ♀	17	平均数	91.59	88.65	95.71	10.94	96.74	104.45	11.95	75.68
			标准差	2.90	5.71	6.23	0.75	4.23	5.03	0.70	12.60
	3 岁以上 ♀	123	平均数	98.35	100.02	109.71	11.76	101.66	111.50	11.96	113.07
			标准差	4.55	7.29	8.31	0.91	5.10	5.68	0.72	23.84

(杨膺白, 许典新, 韦显熙, 等. 中国畜牧兽医文摘, 2005 年)

2.3.2 生产性能

役用性能。德保矮马善于爬山涉水，动作轻便灵活，步伐稳健，在崎岖狭小的山路上载人或驮运货物可靠安全，常作为山路的骑乘、驮载工具，深受农户喜爱。正常挽力为体重的 3 倍，驮载常为正常挽力的 3/5 ~ 2/3，常步挽和驮载速度为 4 ~ 6 km/h，快步为 5 ~ 7km/h。^[1]

繁殖性能。德保矮马初配年龄 2.5~3 岁；10 月龄开始发情，发情季节 2~6 月份，多集中在 2~4 月份，发情周期 19~32 天、平均 22 天，妊娠期 331.74 天左右，终生可产驹 8~10 匹，繁殖年限约 14 岁，最长达 25 岁。年平均受胎率 84.04%，幼驹育成率 94.76%。^[4]

2.3.3 饲养管理

德保矮马具有体小、食量少、耐粗饲的特点。当地以户养为主，管理粗放，9 月至次年 2 月全天放牧，3 月至 8 月半放牧。养母马主要是以繁殖为主，母马空怀或妊娠初期正常使役，妊娠后期母马一般减少或停止使役，以防造成流产，并每日补饲 0.5kg 玉米。产区没有专门饲养种公马配种的习惯，怕其精力消耗，影响乘驮能力。德保矮马不使役时，很少补料，只白天放牧、晚上补些夜草；劳役时一般一匹马

每天补给 1~1.5kg 玉米。幼驹随母马哺乳，产后 1 周内，因马驹体弱和抗病力不强，一般不远行，6 月龄后人工强行隔离断奶，俗称“六马分槽”。马驹断乳前 1 个月要割“槽结”，即割掉颌腺。马驹养到 1~1.5 岁时开始装笼头调教。2.5 岁以上可正式驮运、独立远行。^[4]

3 历史渊源和变化

3.1 历史渊源

从体型特征和吃苦耐劳的特性看，德保矮马是汉代“果下马”的后裔，是中国矮马血脉的延续。在唐代，德保县（当时属冻州）就有农户专门饲养“果下马”作贡品进贡朝廷，土官召集村民养训贡马、练战马，逐渐形成村落，如马隘镇的马贡村。历代史书中对贡马多有记载，德保矮马作为皇帝的宠物有近千年历史。它是在自然环境和不同历史时期人们对马匹不断驯养中逐渐形成的，古时是当地人们生产生活和交通运输不可缺少的工具。

3.2 变化情况

3.2.1 数量变化

1981 年德保矮马被发现，至 2008 年的近 30 年间，存栏量呈逐年减少趋势，详见表 2。

表2 德保矮马产区数量变化情况表

年份	总数	公马	母马	其他	中心产区德保县			
					数量	公马	母马	其他
1983	3266	987	1576	703	2200	684	1034	482
1994	2138	587	1135	416	1457	381	713	363
2001	1447	384	824	239	856	243	492	121
2003	1692	401	965	326	1104	281	695	128
2008	1578	390	983	205	998	236	641	121

(<https://zypc.nahs.org.cn/pzml/index.html>)

3.2.2 品质变化

德保矮马2008年测定的体重和体尺数据与1986年测

量的相比,均有所减少,说明品质有所提高,近30年来矮化选育工作是有成效的。数据变化详见表3。

表3 1986和2008年德保矮马体重和体尺变化情况表

年份	性别	匹数	体重(kg)	体高(cm)	体长(cm)	胸围(cm)	管围(cm)
1986	公	368	127.94	101.85	101.63	116.60	13.85
2008	公	39	106.23	97.42 ± 3.76	98.42 ± 6.07	107.97 ± 7.67	11.94 ± 0.80
1986	母	292	127.37	101.75	101.88	116.20	13.65
2008	母	123	111.47	98.35 ± 4.55	100.02 ± 7.29	109.71 ± 8.31	11.76 ± 0.91

4 价值体现

4.1 科研价值

作为世界上两大矮马源流之一,德保矮马具有独特的基因和遗传特性,为马种的遗传、进化等方面的研究提供了宝贵素材。

4.2 观赏价值

其体型矮小、外形可爱,是动物园中的观赏动物,能吸引众多游客的目光,如德保矮马王国景区就以矮马元素打造“网红打卡地”,让游客可近距离接触观赏。

4.3 文化价值

它承载着悠久的历史和丰富的文化内涵,是中国矮马文化的代表之一,反映了当地的民俗风情和历史变迁,在文学、艺术等领域也多有体现。

4.4 经济价值

过去是山区人民交通和运输的重要工具;如今,在旅游产业中发挥着重要作用,通过矮马骑乘体验、主题研学、文创产品开发等,带动了当地经济发展和农民增收,调教好的德保矮马市场价格都在1~2万元甚至更高^{[5]76}。

5 产业发展

5.1 旅游方面

德保矮马王国景区以矮马元素打造特色旅游,新建训练场、改造展厅和跑道,完善基础设施。游客可体验矮马骑乘,景区预计年均接待骑行体验5万人次,提供就业岗位超10个,带动村集体分红超21万元。景区还开发主题研学线路,2024年接待研学团队3000人次。

5.2 文创方面

以矮马为原型制作玩偶、文具等文创产品,融入壮族

文化,深受游客喜爱。

5.3 养殖模式

通过“国有民养”的方式,将矮马分散到农户家中代养、保种、繁殖,保证矮马资源得到高效开发,既保护了珍贵的遗传资源,又带动了当地农民的增收。

5.4 马术运动

随着国内外马业的加快发展,德保矮马马术运动的精彩一面得到了展示,与国际马术运动接轨的盛装舞步、跳障碍、少年马球赛、绕桶穿桩等马术表演及亲子马术体验活动,深受广大观众及马业界人士的喜爱,德保矮马马术运动产业发展的潜力很大。

6 种质资源保护

随着社会的发展、村村通工程的深入,德保矮马在产地做为驮、乘工具越来越失去它存在的意义,加之资金投入不足,保护机制不健全,德保矮马数量明显下降,2006年德保矮马中心产地的群体数量不足1000匹^{[5]75},已处于濒危状态。

近年来,随着保种意识的逐渐增强,保种工作已经在有步骤、有计划地开展中。广西高度重视德保矮马的保种繁育与文化遗产,秉持“在保护中利用,在利用中保护”理念,加大投入,积极健全保护体系,制定行动方案,开展种质资源核查、建立健全保护区和保种场、联合各大科研院校开展保种技术合作与研究等工作。经多方努力,保种工作取得了阶段性成效:2013年,德保矮马的群体数量已从2000年的856匹提高到2650匹,并培育出后代成年体高75~80cm的矮马2匹,81~90cm的26匹,矮马群体质量得到进一步优化;^{[5]75}2025年以来,国家级保种场和异地保种场新生马驹37匹,存栏达382匹,较2023年底增加116匹。

在各级政府的关心支持下，德保矮马的保护工作定会得到持续的、更为有效的开展落实。同时，德保矮马遗传资源的开发利用也将会得到更深层次的挖掘，反哺社会和民众！

参考文献

- [1] 李敏玲,刘德玉,何复明,等.德保矮马种质资源保护与开发利用现状及建议[J].中国畜禽种业,2025(6):115.
- [2] 杨膺白,许典新,韦显熙,等.广西德保矮马调查报告[J].中国畜牧兽医文摘,2005,21(2):46.
- [3] 广西畜禽遗传资源志资源委员会组编.广西畜禽遗传资源志[M].北京:中国农业出版社,2017.
- [4] <https://zypc.nahs.org.cn/pzml/index.html>.
- [5] 李游,颜明挥,林新达等.德保矮马资源保护与产业发展对策探讨[J].当代畜牧,2015年5月下旬刊:75-76.

Study on the Effects of Different Planting Densities on Spring Corn Yield and Lodging Resistance

Xiaodong Wang

East Street Office Tai'an County Liaoning Province, Anshan, Liaoning, 114100, China

Abstract

Spring corn is one of China's important staple crops, and increasing its yield is of significant importance to food security and agricultural economics. During corn production, planting density, as one of the key factors influencing corn growth and development, directly impacts changes in yield and quality. Different planting densities not only affect corn photosynthesis, nutrient absorption, and water utilization but may also significantly influence its lodging resistance. This study investigated the effects of different planting densities on spring corn yield and lodging resistance through field experiments. The results indicated that appropriate planting density can increase corn yield and effectively enhance its lodging resistance. This study also analyzed the relationship between planting density, yield, and lodging rate, providing a theoretical basis for further optimizing spring corn planting management and improving corn production efficiency.

Keywords

spring corn; planting density; yield; lodging resistance; field experiment

不同种植密度对春玉米产量及抗倒伏性的影响研究

王晓东

辽宁省台安县东街道办事处, 中国 · 辽宁 鞍山 114100

摘 要

春玉米是我国重要的粮食作物之一, 其产量的提高对粮食安全和农业经济有着重要意义。在玉米的生产过程中, 种植密度作为影响玉米生长发育的重要因素之一, 直接关系到产量和质量的变化。不同的种植密度不仅影响玉米的光合作用、养分吸收和水分利用, 还可能对玉米的抗倒伏性产生显著影响。本文通过田间试验, 研究了不同种植密度对春玉米产量及抗倒伏性的影响。结果表明, 适宜的种植密度可以提高玉米的产量, 并有效增强其抗倒伏能力。本文还分析了种植密度与产量、倒伏率的关系, 为进一步优化春玉米种植管理和提高玉米生产效益提供了理论依据。

关键词

春玉米; 种植密度; 产量; 抗倒伏性; 田间试验

1 引言

春玉米作为我国主要的粮食作物之一, 种植面积广泛, 是保障粮食安全的重要组成部分。随着农业生产技术的不断发展, 玉米的种植管理方式也在不断优化。种植密度是影响玉米生长、发育以及最终产量的关键因素之一。合理的种植密度能够有效利用土地资源, 提升作物产量和质量。然而, 过高或过低的种植密度都会对玉米的生长产生不利影响, 尤其是在抗倒伏性方面, 种植密度的变化可能对玉米的根系发育、茎秆强度和叶片的光合作用产生重要影响。

倒伏是玉米生产中常见的生理现象, 尤其是在大风、暴雨等极端天气条件下, 倒伏严重时会导致玉米产量显著下降, 甚至影响收获。因此, 提高玉米的抗倒伏性是现代玉米

生产中亟待解决的关键问题之一。现有研究表明, 合理调整种植密度不仅能够有效提高玉米的产量, 还可以增强其抗倒伏性, 减少倒伏带来的损失。

本文通过田间试验, 系统分析了不同种植密度对春玉米产量及抗倒伏性的影响, 旨在为优化玉米的种植密度提供理论支持, 为农业生产提供科学的管理建议。通过本研究, 我们可以进一步探讨如何在不同区域、不同气候条件下合理设置种植密度, 从而提高春玉米的产量和抗倒伏能力。

2 研究材料与方法

2.1 试验设计

本研究选择了典型的春玉米品种进行田间试验, 试验地点选取了具有代表性的玉米种植区域, 确保试验结果具有较高的推广性和应用价值。试验地点土壤肥力较为均衡, 气候条件适宜, 具有一定的代表性。试验共设置了不同的种植密度处理, 包括低密度、中密度和高密度三个组别, 密度分

【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。

别为每公顷 20000 株、25000 株和 30000 株。这些密度区间代表了不同的种植管理模式，能够全面考察种植密度对春玉米生长发育、产量及抗倒伏性等方面的影响。

为了确保试验数据的可靠性和科学性，每个处理组设置三次重复，重复区的面积为 10 平方米。三次重复区间的设置不仅能消除个别试验结果的偶然性，还能够有效评估环境因素和管理措施对玉米生长的综合影响。试验采用了随机区组设计，每个处理组的随机分布有助于避免环境因素对结果的干扰，保证不同处理组的比较更加公平和准确。在整个试验过程中，所有处理组的玉米都采用相同的栽培技术，施用相同种类的肥料和农药，确保生长环境的统一性，从而避免因其他变量引起的偏差。

在试验过程中，特别注意了水分、肥料和病虫害的管理，确保各处理组之间的生长条件尽可能相同。研究人员严格按照标准化流程对各项指标进行测量，记录玉米的生长情况，包括株高、叶面积、茎秆强度等指标，确保每一项数据都能反映真实的生长状态。在试验周期内，定期检查并记录植物的生长状态、产量、倒伏率等关键数据，同时对每个处理组的根系发育、茎秆强度等抗倒伏性相关指标进行详细测量，全面评估不同密度对玉米生长和抗倒伏性的影响。

2.2 试验数据的采集与分析

在试验结束后，采用标准的田间收获方法，按行割取每个重复区的玉米。首先，收获的玉米样本被仔细分离并称重，计算每个处理组的玉米粒重。接着，通过测定单株产量和总产量，评估不同种植密度对玉米产量的影响。单株产量的计算依据每株玉米的果穗粒重，而总产量则根据试验区面积和单株产量数据进行推算，以反映不同种植密度下的产量水平。此过程的数据采集确保了产量数据的精确性和代表性，能够有效反映不同种植密度对春玉米产量的真实影响。

倒伏率的测定通过目测评估每个处理组的倒伏情况，采用倒伏株数与总株数的比例来计算倒伏率，公式为：倒伏率 = (倒伏株数 / 总株数) × 100%。倒伏的评估不仅考虑外部气候因素，还包括植株的根系稳固性、茎秆强度以及植株间的竞争情况。目测倒伏率具有较高的实用性和操作性，但需严格执行统一的评估标准，避免主观判断引入偏差。

抗倒伏性指标的测定主要包括玉米株高、茎秆直径、根系质量等生理指标。通过测量这些指标，可以全面了解玉米的生长情况及抗倒伏性能。例如，株高较高的玉米可能受到风力的影响较大，而较粗的茎秆有助于增强抗倒伏能力；根系的发育状况直接关系到玉米对外界环境的适应性及稳定性。通过对这些抗倒伏性指标的测量，可以准确评估不同种植密度对玉米的抗倒伏性影响，为优化玉米种植密度提供科学依据。

所有试验数据均采用 SPSS 统计软件进行分析。通过方差分析，检验不同种植密度之间的显著性差异，确保数据的可靠性与科学性。此外，通过相关分析进一步探讨种植密度

与玉米产量、倒伏率之间的关系，找出两者的内在联系，为后续的农业实践提供理论支持。

2.3 气象数据

试验期间的气象数据由当地气象站提供，数据涵盖了温度、降水量、风速等关键信息，这些气象因素对玉米的生长、产量及倒伏情况有着重要影响。特别是在春玉米的生长关键期（如抽穗、灌浆期），温度和降水量对玉米的生长发育起着决定性作用。试验区域的气温较为稳定，降水量适中，但局部地区在生长过程中出现过强风和暴雨天气，这些极端天气对玉米的倒伏率和产量产生了较大的影响。

3 结果与讨论

3.1 不同种植密度对春玉米产量的影响

试验结果表明，不同种植密度对春玉米的产量具有显著影响。在低密度处理（每公顷 20000 株）组，玉米单株产量较大，但由于植株之间的间距过大，光合作用效率较低，导致总体产量较低。低密度种植虽然每株植物获得较多的阳光和营养，但由于植株过于稀疏，植株之间的相互遮挡较少，光合作用效率无法得到最佳发挥，导致每单位土地面积的产量并未达到最大化。此外，较大的株距还可能导致土壤水分的分布不均，影响玉米的水分吸收效率，进而影响产量的提高。此结果表明，在低密度下，光合效率和养分吸收无法得到最优平衡，产量未能充分发挥。

在中密度处理组（每公顷 25000 株），玉米的单株产量适中，且通过合理的空间布局，光合作用和养分吸收得到了较好的优化，最终的产量表现较高。适中的株距使得玉米能够在保证每株植物获得足够光照的同时，避免了资源浪费，并促进了根系的深入生长，有利于养分的吸收和积累，从而提高了玉米的产量。中密度处理组的产量较高，且在保证每单位面积产量的同时，还能充分利用土地资源。

高密度处理组（每公顷 30000 株）虽能提高土地利用效率，但由于过于密集，植株间竞争加剧，导致单株产量降低。尽管总产量有所提高，但整体产量与中密度处理组相比差距不大。这主要是由于高密度种植使得玉米植株之间的竞争加剧，尤其在水分、养分、光照等方面的竞争加大，导致单株玉米的生长受到抑制，尽管单位面积上植株数量较多，最终产量的提升空间有限。因此，过高的密度不仅导致单株生长不良，还可能增加病虫害发生的风险，最终影响玉米的整体生长和产量。

综上所述，春玉米的产量与种植密度之间存在最佳匹配密度。过高或过低的密度都会影响玉米的产量，而最佳密度一般为每公顷 25000 株。该结果与国内外相关研究一致，证明适宜的种植密度能够充分发挥玉米的生产潜力。未来的玉米种植应根据具体的土壤质量、气候条件和农田管理水平来选择最优密度，以实现产量的最大化。

3.2 不同种植密度对抗倒伏性的影响

在不同种植密度的试验组中，倒伏率与种植密度呈显

著负相关。低密度组的倒伏率较高,主要由于植株间距过大,风力和其他外部因素易导致倒伏。较低密度的种植导致玉米植株较为分散,在强风、暴雨等自然灾害发生时,玉米的根系和茎秆承受的压力较小,容易出现倒伏现象。这是由于相对较松散的根系和茎秆无法抵御外部的压力,尤其在生长高峰期,植株较高,导致抗风能力较差。此外,低密度的栽培方式还可能造成茎秆生长过于单薄,增加了倒伏的风险。

而高密度组尽管株距较小,根系相对较强,但由于群体生长密集,茎秆和根系承受的负荷较大,因此在大风天气下容易发生倒伏。虽然高密度种植可以使得每单位面积的植株数量增加,增加了根系的稳定性,但过于密集的植株群体导致了相互之间的遮挡和竞争,根系与茎秆无法完全发挥应有的抗性。因此,虽然根系的生长增强,但整体抗倒伏能力仍然较弱,且密集种植时,病虫害的传播也可能影响植株的健康,使其更容易受到风雨等极端天气的影响。

中密度组的倒伏率最低,表明适宜的密度有助于提高玉米的抗倒伏能力。适中的株距使得玉米能够充分发挥其根系与茎秆的抗倒伏性,既避免了低密度组的倒伏问题,又避免了高密度组植株间竞争加剧的缺点。中密度下的玉米植株茎秆较为粗壮,根系发育良好,可以有效应对外部气候变化,减少倒伏发生的可能性。通过对茎秆直径、根系质量等抗倒伏性相关指标的分析,发现中密度组的根系重量和茎秆直径均高于其他处理组,进一步验证了适宜密度对玉米抗倒伏性的促进作用。

3.3 气象因素对不同密度下玉米抗倒伏性的影响

气象因素,尤其是风速和降水量,对玉米的倒伏情况产生了重要影响。在高风速和暴雨的天气条件下,低密度和高密度组的倒伏率均显著提高,而中密度组则表现出较强的抗倒伏能力。气象条件的变化进一步验证了适宜的种植密度能够提升玉米的抗倒伏性。这表明,在极端气候条件下,合理的种植密度不仅有助于提高玉米的产量,还能显著增强其抗倒伏性,减少灾害天气对产量的影响。

通过本研究的结果可见,种植密度不仅影响玉米的生长发育,还在很大程度上决定了其抗倒伏能力。气象条件的极端变化往往使玉米面临较大的生长压力,合理的密度可以

有效缓解这种压力,保证玉米在不利环境下仍能保持较好的生产水平。气象因素的影响提示我们,在种植春玉米时,除了考虑种植密度对产量的影响外,还应充分考虑当地的气候特点和可能的气候变化,选择适宜的种植密度以提高玉米的抗灾能力。

4 结语

本研究通过田间试验,探讨了不同种植密度对春玉米产量及抗倒伏性的影响。结果表明,适宜的种植密度能够有效提高春玉米的产量,并增强其抗倒伏能力。具体而言,每公顷 25000 株的种植密度在提高产量的同时,能最大限度地增强玉米的抗倒伏性,减少灾害天气对产量的影响。相较之下,低密度和高密度的种植密度虽然在某些方面有所优势,但未能达到最佳的生产效果,尤其在抗倒伏性上存在明显不足。

因此,建议在春玉米种植过程中,合理选择种植密度,以提高作物的生产效益和抗灾能力。适宜的种植密度能够平衡土地资源的使用、产量的提升以及抗灾能力的增强。未来的研究可进一步探讨不同土壤类型、气候条件下种植密度的优化,结合现代农业技术手段,为不同地区的玉米种植提供更加精确的管理方案。此外,玉米种植还应考虑气候变化和极端天气的影响,动态调整种植管理策略,以确保玉米的高效生产。

参考文献

- [1] 刘海,孔融,陆海玲,等.河西灌区浅埋滴灌对春玉米生长发育及产量的影响[J].寒旱农业科学,2025,4(07):623-627.
- [2] 曹健,王志龙,张建明,等.种植密度对酒泉地区青贮玉米产量及营养品质的影响[J].畜牧兽医杂志,2025,44(03):26-30.
- [3] 张新平.生长调节剂对大豆—玉米间作模式中玉米产量和抗倒伏性的影响[J].青海农技推广,2025,(01):21-25.
- [4] 刘昕.种植密度对玉米抗倒特性和产量的影响[J].河北农机,2025,(03):106-108.
- [5] 李树岩,杨光仙,余卫东,等.夏玉米不同阶段及类型倒伏对籽粒灌浆及产量的影响[J].中国生态农业学报(中英文),2025,33(04):723-736.

Exploring the high-quality development path of characteristic camellia oil industry in Dingcheng District under rural industrial revitalization strategy

Ting Li

Hunan Institute of Applied Technology, Changde, Hunan, 415100, China

Abstract

Industrial revitalization constitutes a pivotal component of China's rural revitalization strategy, crucial for driving economic prosperity and enhancing residents' quality of life in rural communities. Dingcheng District of Changde City, Hunan Province has strategically capitalized on this initiative by establishing specialty camellia oil production as its flagship industry, achieving remarkable economic growth. As a distinctive local specialty, camellia oil boasts exceptional nutritional value and immense economic potential. To ensure sustainable development of this industry, it is essential to first fully understand its strategic significance, then conduct a thorough analysis of existing challenges, and ultimately formulate tailored high-quality development strategies that align with the district's unique conditions.

Keywords

rural industrial revitalization; Dingcheng District; characteristic camellia oil industry; high-quality development

乡村产业振兴战略下鼎城区特色油茶产业高质量发展路径探索

李婷

湖南应用技术学院, 中国 · 湖南 常德 415100

摘要

产业振兴是乡村振兴战略中的非常关键的一部分, 关系着乡村地区的经济繁荣发展和乡村居民的生活质量提高。我国湖南省常德市鼎城区紧紧抓住乡村振兴战略的发展机遇, 以特色油茶产业为突破口, 推动了当地的经济高质量发展。油茶是鼎城区的特色产业, 营养价值丰富, 经济潜力巨大。为了进一步推进鼎城区特色油茶产业的可持续发展, 需要在准确把握鼎城区特色油茶产业发展意义的基础上, 对鼎城区特色油茶产业发展过程中存在的问题进行深入的剖析, 并探索出一条适合鼎城区实际情况的特色油茶产业高质量发展策略。

关键词

乡村产业振兴; 鼎城区; 特色油茶产业; 高质量发展

1 引言

在过去的几年中, 鼎城区政府部门与当地居民积极探索特色油茶产业的发展策略, 在积累了丰富产业发展经验的同时, 也暴露出了一些特色油茶产业发展问题, 如规模发展受制约、油茶种类混杂、市场开拓难度大等。只有对这些问题进行系统性解决, 才能实现油茶产业的规模化、品牌化发展, 进而提升市场竞争力, 推动乡村振兴战略的深入实施。

【项目名称】《乡村产业振兴战略下鼎城区特色油茶产业发展研究》(项目编号: 2024HYQN154)。

【作者简介】李婷(1997-), 女, 中国湖南耒阳人, 硕士, 从事乡村振兴、产业振兴研究。

2 鼎城区特色油茶产业发展对乡村产业振兴的影响

2.1 促进鼎城区的经济发展, 提高居民收入水平

推动特色油茶产业发展可以更好地发挥鼎城区的区位优势。近几年来鼎城区特色油茶产业的发展规模不断扩大, 带动了地方经济发展。同时, 在油茶种植、加工、销售等各个环节也因规模的扩张增加了很多就业岗位, 提高了居民的生活水平。而随着特色油茶产业链的不断完善, 食品加工、物流运输等相应产业因此受益, 产业的规模同样在不断扩大, 为实现乡村振兴战略发展目标提供了更多的助力和保障。随着时间的推移, 各种现代化管理理念和种植技术以及机械设备的融入, 让特色油茶产量与生产质量大幅提升, 生产效益较之前也有了很大的提高。在此基础上, 与当地

的科研机构、企业建立稳定的合作关系,加强油茶种植技术的创新与升级,也能够从技术层面为鼎城区居民提高种植能力和管理能力提供保证,改善居民的生活条件。此外,为了更好地保障油茶产业的高质量发展,带动地方经济的整体发展,在推动特色油茶产业发展的过程中还需要做好产业聚合和延伸。例如,通过种植业发展带动旅游业发展。开发新的旅游景区,宣传特色文化的同时还可以对外来游客与投资者产生吸引,进而为鼎城区的未来发展带来更多的机遇和活力。

2.2 加强鼎城区居民技能培训,促进社会扶贫

对鼎城区居民进行技能培训,关系着其后期的就业创业能力提高,经济收入来源增加和生活水平改善。社会扶贫政策的实施,可以更好更快的缓解鼎城区居民贫困现状,减少鼎城区贫困人口数量,促进鼎城区的可持续发展。对鼎城区居民进行技能培训,提高鼎城区居民的技能,也有利于特色油茶产业的进一步发展。例如,面向鼎城区居民开展技术培训和知识普及活动,可以让鼎城区居民学到更多更先进的先进技术与经验,例如油茶种植技术、油茶管理技术和油茶加工技术等,使鼎城区居民的技能水平与生产能力得到提高。另外,根据鼎城区的实际情况,制定并落实社会扶贫政策,还可以为鼎城区居民的未来发展提供有力保证。例如,对鼎城区的实际情况进行分析,并在此基础上,针对特色油茶产业发展制定出针对性的财政补贴政策、利息贴息政策和税收减免政策,还可以为鼎城区特色油茶产业的进一步发展提供有力的支持。再例如,在鼎城区建立居民合作社、农业产业化龙头企业,还可以通过合作社,将鼎城区居民组织在一起,进行统一的特色油茶生产与销售,提高鼎城区居民的议价能力与市场竞争力。

2.3 加强鼎城区的生态保护,促进鼎城区的可持续发展

鼎城区特色油茶产业的发展,既依赖于当地良好的生态环境,又可以反过来促进当地生态环境的可持续发展。首先,必须关注咱鼎城区特色油茶产业发展过程中的环境保护问题,为产业的可持续发展打下坚实的环境基础,而在这个过程中需尤为引起关注和重视的则是对耕作方式作出适当调节,还需要对当地的土壤资源和水资源进行合理的利用,以免出现资源开发不合理的问题。在特色油茶种植过程中,还需要做好农药和化肥的管理,此外还需要充分考量到农肥农药施加不当所带来的环境污染问题。同时,还要对当地的生态资源进行有效的保护,加强特色油茶生态系统完整性的保护^[1]。其次,鼎城区特色油茶产业的发展,还有利于鼎城区的可持续发展。在鼎城区特色油茶产业的发展过程中,当地的政府部门会对特色油茶产业的发展予以重点规划和管理,并根据实际情况制定出针对性的法律法规和扶持政策,对特色油茶产业的发展方向与发展目标予以明确。同时,当地政府部门还会对特色油茶企业的生产与发展予以重点监

管,引导这些企业引进绿色生产技术,以降低特色油茶加工过程中的环境污染风险,确保鼎城区生态环境与经济协调发展。此外,在鼎城区重点推广生态种植模式,提升鼎城区居民的环保意识,并形成良性循环,还可以进一步增强鼎城区的生态优势,为鼎城区特色油茶产业的可持续发展提供助力。

3 乡村产业振兴战略下鼎城区特色油茶产业发展问题

在乡村产业振兴战略下,鼎城区特色产业的发展过程中,还存在着一些几方面的问题。首先,规模化发展受到制约。鼎城区的特色油茶产业采用的是粗放式经营管理模式,绝大多数的特色油茶林权分散在当地居民手中,并没有采用集中化的管理模式。而这,就会对特色油茶产业的规模化发展产生制约,使鼎城区无法实现规模化的特色油茶产业。其次,鼎城区的油茶品种混杂,质量参差不齐。某些油茶长枝不结果,某写油茶产量非常低。这些问题的存在,不仅会对油茶企业和居民的参与积极性造成打击,还会损坏油茶产品的市场口碑,降低油茶产品的销售业绩。最后,市场开拓难度大。鼎城区的油茶小众品牌非常多,油茶加工企业也比较多。但是,油茶加工能力却高于茶籽产能,所以鼎城区油茶品牌的推广成本相对较高,效益却不甚理想。

4 乡村产业振兴战略下鼎城区特色油茶产业高质量发展路径

4.1 加强特色油茶种植管理技术的创新

在乡村产业振兴战略下,鼎城区要想实现特色油茶产业的高质量发展,就必须要加强特色油茶种植管理技术的创新与运用。首先,加强科研机构与当地油茶企业之间的合作,借助科研机构与油茶企业的力量,加强油茶品种的改良、加强油茶种植过程中病虫害问题的防治,加强先进油茶种植技术的推广与应用,提升油茶产量与质量。而且,科研机构可以为特色油茶产业的高质量发展提供专业技术支持,油茶企业则能够为特色油茶产业的高质量发展提供市场导向,为科技成果的转化与应用提供保证^[2]。其次,当地的政府部门应对科研机构的技术研发予以大力的支持,鼓励科研机构在油茶种植与管理技术的创新与升级方面提供更多的科技支持,以提高特色油茶产业在鼎城区的发展质量。再次,加大先进油茶种植技术、油茶加工技术与油茶管理技术的推广与应用,借助技术培训、示范基地建设等昂视,将与时俱进的油茶种植技术传授给鼎城区居民和油茶企业,确保其能够掌握相应的油茶种植过程中各项生产技术。同时也需要通过加大资源投入力度的方式引进更多高新设备,通过推广先进技术、先进设备为油茶产品生产加工提供物质支持和技术支持。最后,需通过加强管理、推进品牌建设、规范市场营销等多种方式提高油茶产业的市场竞争力。另外,还要在鼎城区建立特色油茶产业信息共享平台,然后再利用这一平台,

对鼎城区的特色油茶产业信息进行整合,为居民、企业以及科研机构更好的查询信息、技术交流和经验分享提供便利。

4.2 推进鼎城区特色油茶产业的融合发展

鼎城区应积极推动油茶产业与第一、第二产业融合。首先,探寻油茶产业与地方养殖业融合发展路径,紧抓飞鸡、蜜蜂等相应产业,配合药材种植,在恢复地方生态平衡、保障生物多样性的同时也促进油茶产业的发展。其次,寻找油茶产业与第二产业的融合发展路径,开发更多终端产品,做好油茶加工。在提高附加价值的同时通过加工工艺的开发与优化延长。保存周期。最后,促进油茶产业与第三产业的融合发展,即在鼎城区构建专门的特色油茶研发中心、特色油茶电商交易中心、特色油茶物流仓储中心、特色油茶博物馆、特色油茶主题公园等,并趁机宣传推广鼎城区特色油茶产品的文化内涵与健康价值,提高特色油茶产业的附加值。图1为鼎城区茶油采摘实拍图。



图1 鼎城区茶油采摘实拍图

4.3 加强低产油茶林的改造

在鼎城区政府部门的带头下,将林业、农业与科技等部门组织在一起,在因地制宜原则的指导下,制定出专门的低产油茶林改造方案。首先,构建鼎城区高产林分、高质量油茶籽与茶油标准体系,促进鼎城区特色油茶产业的高质量发展。其次,构建特色油茶产业标准化生产经营模式,从原料、生产、加工、产品包装、产品销售等环节提高鼎城区特色油茶产业的标准化水平^[1]。再次,加强鼎城区特色油茶林基地标准化示范建设,推广科学种植技术,提升油茶及相关副产品的产量与品质。

4.4 加强鼎城区特色油茶品牌建设

在促进鼎城区特色油茶产业高质量发展方面,还需要

加强特色品牌建设。首先,利用茶油“东方橄榄油”“软黄金”的美称,提高鼎城区茶油品牌的影响力。其次,紧抓地方特色,以及经济发展与环境保护并重的发展理念将茶油作为地方特色产业,形成区域公共品牌,配合宣传工作的有效落实,突出“鼎城区茶油”的生态环保价值与健康养生功能进行重点宣传。最后,对鼎城区茶油营销模式进行创新,借助线上营销与线下营销模式的联合,扩大鼎城区茶油的市场覆盖面,提升品牌知名度。图2为鼎城区油茶水肥一体化项目示范基地。



图 油茶水肥一体化项目示范基地

5 结语

综上所述,在乡村产业振兴战略下,鼎城区特色油茶产业的高质量发展具有十分重要的意义。结合鼎城区特色油茶产业发展过程中存在的问题,只有加强特色油茶种植管理技术的创新、推进油茶产业与三大产业的融合发展、加强低产油茶林的改造、加强鼎城区特色油茶品牌建设,才能够从整体上提高鼎城区特色油茶产业的发展质量。

参考文献

- [1] 李富宁,韦璐,张洁玉,等. 乡村振兴背景下恭城油茶品牌发展战略的探究[J]. 安徽农业科学,2024,52(19):248-250,255.
- [2] 唐果香. 乡村振兴背景下宿松县油茶产业发展现状问题及对策[J]. 南方农业,2025,19(9):208-211.
- [3] 魏秋桂. 浅谈乡村振兴背景下油茶产业发展——以福建省大田县华兴镇为例[J]. 广东蚕业,2023,57(3):141-143.

Study on the mechanism and comprehensive prevention and control technology of calcium deficiency in laying hens

Peng Wang¹ Yong Zhang^{1*} Tian Nie¹ Yuhua Yang² Yonggang Ou¹

1. Xiangxi Autonomous Prefecture Animal Husbandry and Aquatic Products Affairs Center, Jishou, Hunan, 416000, China

2. Luxi County Animal Husbandry and Aquatic Products Affairs Center, Luxi, Hunan, 416100, China

Abstract

Calcium is the most abundant mineral element in the body of laying hens, involved in multiple physiological functions such as bone calcification, enzyme activation, and neuromuscular regulation. Calcium deficiency is a high incidence nutritional and metabolic disease in egg laying chicken farming, which is more likely to occur under intensive confinement mode. It often leads to a decline in eggshell quality, a sudden decrease in egg production rate, and in severe cases, can cause limping, fractures, paralysis, and even sudden death, resulting in significant economic losses. This article combines the diagnosis and treatment cases of 53 laying hens to analyze the causes, clinical characteristics, and pathological mechanisms of the disease, and proposes a comprehensive prevention and treatment plan of “nutritional regulation+feeding mode optimization+dynamic monitoring”. Empirical research shows that scientific supplementation of calcium and vitamin D3, optimization of calcium phosphorus ratio, and adoption of stocking mode can significantly reduce the incidence rate, which has important guiding significance for improving the quality and efficiency of layer breeding [1].

Keywords

laying hens; calcium deficiency; nutritional metabolism; comprehensive prevention and control

蛋鸡钙缺乏症的发生机制与综合防治技术研究

王鹏¹ 张勇^{1*} 聂甜¹ 杨玉华² 欧勇刚¹

1. 湘西州畜牧水产事务中心, 中国·湖南 吉首 416000

2. 泸溪县畜牧水产事务中心, 中国·湖南 泸溪 416100

摘 要

钙是蛋鸡体内含量最丰富的矿物元素, 参与骨骼钙化、酶激活、神经肌肉调节等多项生理功能。钙缺乏症是蛋鸡养殖高发营养代谢病, 集约化圈养模式下更易发生, 常导致蛋壳质量下降、产蛋率骤减, 严重时引发跛行、骨折、瘫痪甚至猝死, 造成重大经济损失。本文结合 53 只蛋鸡群诊治案例, 分析该病发生原因、临床特征与病理机制, 提出“营养调控+饲养模式优化+动态监测”综合防治方案。实证研究表明, 科学补充钙与维生素D3、优化钙磷比例、采用放养模式, 可显著降低发病率, 对蛋鸡养殖提质增效具有重要指导意义^[1]。

关键词

蛋鸡; 钙缺乏症; 营养代谢; 综合防治

1 引言

我国蛋鸡存栏量常年 12 亿~13 亿只, 鸡蛋人均消费量为世界平均水平 1.7 倍, 蛋鸡养殖业是畜牧产业重要支柱。但规模化、集约化养殖中, 营养失衡引发的代谢病突出, 钙缺乏症因高发病率、隐蔽性和危害性, 成为制约蛋鸡

生产性能的关键因素。我国中小型蛋鸡养殖场该病发病率约 15%~30%, 高发地区超 40%, 导致产蛋周期缩短 3~5 个月、死淘率增加 10%~20%。该病由生理特性、营养供给、饲养管理、环境应激等多因素共同引发, 本文通过典型病例研究, 剖析发病机制、构建防治体系, 为养殖业健康发展提供技术支撑。

2 病例基本情况

2023 年初, 某养殖户购入 53 只海兰褐雏鸡, 采用 15 m² 室内圈养 (密度 3.5 只/m²), 无自然光照、每日照明 8~10 小时, 通风差且氨气浓度超标 (0.08%); 雏鸡 1 月龄

【作者简介】王鹏 (1986-), 男, 中国湖南张家界人, 硕士, 畜牧师, 从事畜牧兽医研究。

【通信作者】张勇 (1973-), 男, 中国湖南吉首人, 本科, 畜牧师, 从事畜牧兽医研究。

后改喂自配日粮(玉米60%+麦麸25%+豆粕10%+杂粕5%),未添加矿物质及多维预混料。鸡群8月龄开产(初始产蛋率35%后升至60%),开产2周后出现精神萎靡、产蛋率停滞,1个月后薄壳蛋、软壳蛋增多(破蛋率12%),后续蛋鸡跛行、瘫痪,经抗生素等治疗无效,最终存活5只、死亡48只(发病率100%、病死率90.57%)。排除传染性疾病后,确诊为严重钙缺乏症(日粮钙仅0.8%、缺维生素D3、环境应激)。采取综合干预:日粮添加2%颗粒贝壳粉+1%石粉+200万IU/t维生素D3(连喂2周),转移至500 m²户外放养(每日光照≥12小时),优化鸡舍环境(密度降至2只/m²)。干预1周后软壳蛋比例降至3%,2周后跛行消失、产蛋率回升至45%,1个月后稳定在65%;同期全程放养的40只第二批蛋鸡未发病,产蛋率超75%,验证了方案有效性^[2]。

3 临床症状与病理变化

蛋鸡钙缺乏症发病呈渐进性,分三阶段且不同年龄段症状有别,同时伴随特征性病理变化:临床症状上,早期(营养储备耗竭期)症状隐蔽,表现为精神、食欲略降,产蛋率停滞,蛋壳厚度<0.3mm、破蛋率超3%,部分蛋鸡易惊,持续1~2周;中期(钙代谢紊乱期)血钙降至正常(2.5~3.0mmol/L)70%以下,产蛋率降幅超30%,软壳蛋/无壳蛋比例超20%,蛋鸡跛行、喙趾变软,胃肠功能紊乱;后期(器官功能衰竭期)骨质疏松易骨折,蛋鸡瘫痪、食欲废绝、产蛋停止,病死率超80%;雏鸡钙缺乏引发佝偻病,生长缓慢、腿骨弯曲,育成鸡骨骼发育不良、开产延迟,产蛋初期即有蛋壳质量问题。病理变化方面,骨骼系统可见胸骨呈“S”状弯曲,肋骨与肋软骨交界处形成串珠状结节,股骨、胫骨质地脆弱易折断,骨髓腔扩大、骨密质变薄,骨骼断面干燥无光泽且易变形;内脏器官表现为心脏扩张、心肌变薄、心外膜有出血点,肝脏肿大发黄、质地变脆,肾脏肿大且表面有白色尿酸盐沉积、肾小管扩张可见钙盐结晶,输卵管黏膜充血水肿、壳腺部萎缩;其他变化包括血液黏稠度降低,血清钙含量显著下降(实测值1.6mmol/L)、磷含量正常或偏高、钙磷比例失衡(1.5:1),骨骼中钙含量降至18%以下(正常28%~32%)。

4 发病原因分析

4.1 生理特性因素

蛋鸡独特的生理特性是导致钙缺乏症高发的根本原因。蛋鸡体内总钙量约20~23g,其中99%以上以羟基磷灰石形式存在于骨骼中,构成钙储备库;1%以混溶钙池形式存在于细胞外液和软组织中,参与生理代谢^[1]。产蛋期蛋鸡每日需向蛋壳输送2.2~2.4g钙,相当于每日更换体内10%的钙储备^[2],若钙摄入不足,机体将快速动用骨钙,长期下去导致骨骼脱钙、骨质疏松。不同产蛋阶段蛋鸡钙需求存在差异:产蛋率低于70%时,日粮钙需求为3.2%~3.5%^[3];产蛋率70%~85%时,钙需求增至3.5%~3.8%;产蛋率高于85%时,钙需求达3.8%~4.0%^[3]。该养殖户日粮钙含量仅0.8%,

远低于最低需求标准,必然导致钙缺乏症爆发。

4.2 日粮营养因素

蛋鸡钙缺乏症由营养供给、饲养管理及应激多因素综合诱发。营养层面,日粮钙供给不足是直接诱因,部分养殖户采用钙含量仅0.1%~0.3%的单一谷实类饲料,或选择吸收效率低的细粉状石粉,导致钙摄入不足;钙磷比例失衡(如病例中1.3:1,远低于理想的4:1~6:1)会使磷过量与钙结合,钙吸收效率下降40%以上,还加重肾脏负担;维生素D3缺乏(室内圈养缺光照、日粮未添加)阻碍钙吸收,维生素A、E、蛋白质(病例仅12%,需求16%~18%)及锌锰等微量元素不足,进一步加剧症状。饲养管理上,笼养/室内圈养限制活动,使骨密度下降、钙储备减弱(较放养鸡低15%~20%)且缺自然光照;光照时间(病例8~10小时,需求14~16小时)、强度(不足20lux,需求30~50lux)不足及光谱单一,影响维生素D3合成;饮水问题也会干扰钙的运输吸收。应激因素方面,环境、营养、生理应激叠加导致皮质醇升高,抑制钙吸收、加速排泄,夏季高温等其他应激则降低采食量,增加发病风险。

5 病理机制

蛋鸡钙缺乏症的病理机制核心是钙代谢紊乱引发多系统损伤,具体如下:

钙代谢受甲状旁腺激素(PTH)、降钙素(CT)和维生素D3调控,正常时血钙用于蛋壳形成与代谢,剩余沉积为骨钙。钙摄入不足会导致血钙下降,PTH分泌增加,动员骨钙释放并促进肾脏重吸收钙以维持平衡。长期缺钙则PTH持续高分泌,骨骼长期脱钙引发骨质疏松,肾脏超负荷重吸收易导致尿酸盐沉积、肾功能损伤;骨钙储备耗尽后血钙急剧下降,引发神经肌肉兴奋性异常、瘫痪甚至心脏骤停。蛋壳形成依赖血钙中钙离子在维生素D3作用下,经输卵管壳腺部钙通道进入壳腺腔,与碳酸根结合形成碳酸钙结晶。钙缺乏时血钙不足,壳腺部钙转运障碍,碳酸钙沉积减少,导致蛋壳薄软;维生素D3缺乏会加剧这一问题,而钙磷比例失衡还会影响蛋壳基质蛋白合成,引发畸形蛋、粗糙蛋。蛋鸡松质骨是主要钙储备场所,产蛋期需持续动员骨钙。长期缺钙会导致骨骼重塑失衡,破骨细胞活性增强、成骨细胞活性减弱,羟基磷灰石结晶减少,骨基质钙化不足,骨骼质地脆弱易骨折,扁平骨变形还会影响胸腔脏器功能,严重时蛋鸡无法站立采食。此外,钙缺乏会引发多系统损伤:神经系统因神经冲动传导受阻出现易惊、抽搐;肌肉系统因肌肉收缩异常导致无力、痉挛、跛行;消化系统因肠道菌群失衡引发胃肠疾病;免疫系统因肺巨噬细胞功能下降,机体抵抗力减弱,易诱发呼吸道疾病。

6 诊断与鉴别诊断

6.1 临床诊断

根据饲养管理情况、临床症状和病理变化可进行初步诊断:①饲养管理:存在日粮单一、钙源不足、缺乏光照等

问题;②临床症状:出现薄壳蛋、软壳蛋,产蛋率下降,跛行、瘫痪等症状;③病理变化:骨骼脆弱、骨质疏松,血清钙含量低于 2.0mmol/L^[5]。

6.2 实验室诊断

蛋鸡钙缺乏症的诊断需结合血清生化检测、饲料营养分析和骨骼钙含量测定:采集静脉血检测显示,病鸡血清钙< 2.0mmol/L(正常 2.5~3.0mmol/L)、磷> 0.5%(正常 0.3%~0.4%)、钙磷比例< 2:1,碱性磷酸酶活性显著升高(正常 100~300U/L),这与骨骼脱钙激活成骨细胞释放该酶相关;检测日粮发现钙< 3.0%、磷> 0.5%、钙磷比例< 3:1,或每吨饲料维生素 D3< 100 万 IU,结合临床症状可辅助确诊;采集股骨或胫骨测定,钙含量< 25%(正常 28%~32%)可进一步确认。同时需与其他疾病鉴别:减蛋综合征由腺病毒引起,产蛋率骤降且有软壳蛋、畸形蛋,但无骨骼症状,血清腺病毒抗体阳性,抗生素治疗无效;传染性支气管炎会导致蛋壳质量下降,同时伴随咳嗽、啰音等呼吸道症状,传播快、发病率高,血清冠状病毒抗体阳性;痛风因蛋白质代谢异常或钙磷比例失衡引发,关节肿胀、肾脏尿酸盐沉积,无蛋壳质量问题,血清尿酸显著升高(正常< 400 μmol/L);寄生虫病会导致蛋鸡消瘦、产蛋率下降,但无骨骼症状,粪便检查可见虫卵,驱虫治疗有效。

7 综合防治技术

7.1 营养调控:筑牢钙代谢核心防线

营养调控是防治蛋鸡钙缺乏症的根本,需围绕钙源选择、比例优化、营养素搭配构建科学方案。钙源优选颗粒贝壳粉(粒径 2~4mm)与 80 目筛石粉 7:3 混合使用,贝壳粉释放缓慢可持续供钙,石粉吸收快速能及时提升血钙,必要时可搭配 5%~10% 骨粉补充磷元素,且需严格检测重金属残留。钙含量需按产蛋率动态调整:产蛋率< 70% 时为 3.2%~3.5%,70%~85% 时为 3.5%~3.8%,> 85% 时为 3.8%~4.0%,每周统计产蛋率,波动超 5% 立即调整。采用“基础补钙+额外补充”模式,下午 2~4 点每 100 只鸡额外投放 1kg 颗粒贝壳粉,此时吸收效率较早上高 27%,可满足夜间蛋壳形成需求。钙磷比例按产蛋阶段优化为高峰期 6:1、中期 5:1、后期 4:1,日粮磷含量控制在 0.3%~0.4%,避免磷过量抑制钙吸收。同时,每吨饲料添加 200 万~250 万 IU 维生素 D3(高温或光照不足时增至 300 万 IU),搭配 50 万 IU 维生素 A、500g 维生素 E 及 50g 锌、80g 锰,保证日粮蛋白质 16%~18%、能量 11.5~12.0MJ/kg,夏季饮水中添加 0.1% 碳酸氢钠,全方位提升钙吸收效率^[4]。

7.2 饲养模式优化:营造适宜生长环境

饲养模式直接影响钙代谢效率,需根据养殖条件灵活选择。有条件的养殖户应推广放养模式,按每只鸡 10~15 m² 规划开阔向阳场地,设置砂砾堆和清洁饮水槽,蛋鸡可通过觅食昆虫、牧草补充天然钙源和微量元素,自然光照还能促进皮肤合成维生素 D3。圈养模式需重点优化环境:光照管理采用“渐增式”方案,每日保证 14~16 小时、30~50lux

光照,每周用紫外线灯照射 2~3 次(每次 30 分钟);养殖密度控制在 2~2.5 只/m²,避免拥挤应激;安装通风设备,维持舍内氨气浓度< 0.02%、二氧化碳浓度< 0.15%,夏季通过湿帘降温将舍温控制在 25℃以下,防止采食量下降影响钙摄入。

7.3 疾病治疗方案:精准干预缓解病情

发病后需区分群体与个体实施针对性治疗。群体紧急补钙可在日粮中添加 3% 贝壳粉+1.5% 石粉,每吨饲料添加 300 万 IU 维生素 D3,连续饲喂 2 周;若磷含量过高,减少麸皮、豆粕等高磷饲料比例,将钙磷比例调整至 5:1;饮水中添加 500g/t 维生素 C 和电解质,连续饮用 1 周缓解应激。个体治疗针对瘫痪、严重跛行蛋鸡,单独饲养并口服碳酸钙片(每只每日 0.5g,连用 5~7 天),肌肉注射维生素 D3 注射液(每只 1000IU,每周 1 次,连用 2 次),提供易消化的高蛋白饲料和清洁饮水,辅助其站立活动,促进骨骼恢复。

7.4 日常监测与预警:防范于未然

建立全周期监测体系是早发现、早干预的关键。生产性能监测需每周统计产蛋率、破蛋率、软壳蛋比例,当破蛋率超 3%、软壳蛋比例超 5% 时,及时排查钙代谢问题;蛋壳质量监测每 10 天随机抽取 20 枚鸡蛋,测定蛋壳厚度(正常 0.33~0.38mm)和强度(正常 3.5~4.5kg/cm²),指标持续下降则调整日粮;每日观察蛋鸡精神状态和行走姿势,出现易惊、跛行等症状及时检测血清钙含量。当出现连续 3 天破蛋率上升超 2%、蛋壳厚度< 0.3mm、蛋鸡易惊或呼吸道疾病反复等预警信号时,立即采取增加钙含量、补充维生素 D3、改善环境等干预措施,避免病情扩散。

8 结语

蛋鸡钙缺乏症由生理需求、营养供给、饲养管理等多因素引发,核心是日粮钙不足(如病例中仅 0.8%)与钙磷比例失衡(1.3:1),室内圈养、缺光照及应激因素加剧病情。研究表明,放养模式可通过自然觅食和光照补充钙与维生素 D3,有效预防该病。防治需以营养调控为核心,优选混合钙源、动态调钙量、优化钙磷比例并补维生素 D3,分时段补钙;以饲养模式优化为保障,放养优于圈养,圈养需加强光照与环境控制;以动态监测为前提。综上,通过综合措施可有效防控,本研究技术方案对提升养殖效益意义重大,未来可聚焦高效钙源添加剂等方向深入研究。

参考文献

- [1] 杨涛铭.育成期蛋鸡钙、磷动态营养需要研究进展[J].畜牧与兽医,2025,57(11):120-125.
- [2] 王艳.蛋鸡缺钙的临床特征与防治措施[J].中国家禽,2022,44(11):89-92.
- [3] 李建军.产蛋高峰期蛋鸡日粮钙添加比例的动态调整技术[J].家禽科学,2025,37(5):34-38.
- [4] 刘芳.笼养蛋鸡钙缺乏症的预防与治疗[J].河北畜牧兽医,2025,41(2):45-47.

Promotion Pathways and Practical Optimization of Specialized Silage Corn in the Saline-Alkali Land of the Yellow River Delta

Xiaoji Liu¹ Wenjian Ma² Xiaoning Shang³ Shijin Guo² Xin Li^{2*}

1. Binzhou Guoxing Ecological Agriculture Development Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256606, China

2. Binzhou Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Binzhou, Shandong, 256600, China

3. The People's Government of Yangliuxue Town Bincheng District, Binzhou, Shandong, 256655, China

Abstract

To develop saline-alkali land resources and promote sustainable agricultural development in the Yellow River Delta, a study was conducted using the "germplasm screening-technical system construction-smart management application" approach to analyze the feasibility and technical pathways of specialized silage corn cultivation. The results show that in saline-alkali land with water-soluble salt content $\leq 0.4\%$, by establishing a three-tier system of "germplasm resource bank-breeding research center-experimental demonstration base," selecting salt-tolerant varieties such as Lusi No.1, combining soil improvement, precision cultivation, and intelligent water-fertilizer integration management, silage corn yield per mu can reach 4,000-4,500 kg, significantly improving economic benefits. This indicates that the technology promotion model centered on "crop-land matching" can achieve high-quality agricultural development in saline-alkali land, providing an effective pathway for regional ecological restoration and resource utilization.

Keywords

Saline-alkali land; Silage corn; Promotion pathways; Practical optimization; Yellow River Delta; Water-fertilizer integration

青贮专用玉米在黄河三角洲盐碱地的推广路径与实践优化

刘晓吉¹ 马文健² 尚小宁³ 郭时金² 李新^{2*}

1. 滨州市国兴生态农业开发有限公司, 中国·山东 滨州 256606

2. 山东省滨州畜牧兽医研究院, 中国·山东 滨州 256600

3. 滨城区杨柳雪镇人民政府, 中国·山东 滨州 256655

摘 要

为了开发黄河三角洲盐碱地资源、推动农业可持续发展, 试验采用“种质资源筛选—技术体系构建—智能管理应用”方法对青贮专用玉米的种植可行性与技术路径进行了研究。结果表明: 在水溶性盐含量 $\leq 0.4\%$ 的盐碱地, 通过构建“种质资源库—育种研发中心—试验示范基地”三级体系, 筛选鲁饲1号等耐盐碱品种, 结合土壤改良、精准栽培与水肥一体化智能管理, 青贮玉米亩产可达4000-4500 kg, 经济效益显著提升。说明“以种适地”为核心的技术推广模式可实现盐碱地农业高质量发展, 为区域生态修复与资源利用提供有效路径。

关键词

盐碱地; 青贮玉米; 推广路径; 实践优化; 黄河三角洲; 水肥一体化

【基金项目】2026 年度滨州市社会科学规划课题 (26-

SKGH-068) 山东省牧草产业技术体系滨州综合试验站

(SDAIT-23-10); 山东省牛产业技术体系滨州综合试验站

(SDAIT-09-12); 山东省科技特派员滨州市牛产业服务团。

【作者简介】刘晓吉 (1982-), 男, 中国江苏连云港人, 本科, 助理农艺师, 从事现代农业研究。

【通讯作者】李新 (1980-), 女, 中国山东高唐人, 本科, 畜牧师, 从事畜牧经济, 乡村振兴项目管理咨询研究。

1 引言

黄河三角洲盐碱地面积达 1500 万亩, 占山东省盐碱地总面积一半以上, 土壤盐渍化严重制约传统作物种植效益。青贮玉米作为高产优质饲草作物, 其耐盐碱特性与短生育期优势使其成为盐碱地农业开发的重要方向。然而, 现有研究多聚焦单一技术环节, 缺乏系统性推广模式与全链条优化方案。本研究通过整合种质资源创新、栽培技术研发与智能管理手段, 提出“以种适地”的推广路径, 旨在破解盐碱地种植瓶颈, 为区域农业绿色转型提供理论支撑与实践参考^[1-3]。

2 材料与方法

2.1 试验地概况

选择滨州市黄河三角洲典型盐碱地，其主要成因包括：地下水位高导致盐分上升、蒸发量大加速地表积盐、不合理的灌溉方式（如大水漫灌）引发次生盐渍化。土壤含盐量普遍在 0.4%-0.6%，pH 值 8.0-8.5，有机质含量≤1.2%，地下水位 1.2-1.5 m。试验地设 3 个重复区，每区面积 5 亩，开展为期 3 年的对比试验。

2.2 改良目标与原则

改良目标：降低土壤盐分，改善物理结构，提升肥力，实现作物稳产高产。

改良原则：因地制宜，工程与生物措施结合，短期改良与长期培肥并重，生态与经济效益协同。

2.3 青贮玉米复种饲用燕麦技术规程

2.3.1 播前准备

品种选择。通过田间耐盐性鉴定与分子标记辅助育种，筛选适宜盐碱地种植的青贮玉米品种，推荐鲁饲 1 号或峰单 17 等高抗盐碱、生物产量高的品种^[4-5]。

燕麦：选用国审或省审耐盐碱品种冀饲燕麦 1 号，种子质量符合 GB/T 6142 标准，要求纯度≥95%，发芽率≥85%。

土壤改良。深耕与平整：播种前深耕 20-30cm，粉碎土块，确保地表平整，减少盐分表聚。

基肥施用：施入磷酸二铵 20-30kg/ 亩，配合商品有机肥（如腐熟牛羊粪 300kg/ 亩），肥料使用符合 NY/T 496 标准，深耕翻入土层。

灌溉压盐。播前进行冬灌或春灌，灌水量控制在 80-100m³/ 亩，利用淡水淋洗土壤盐分，通过排水沟排出。

2.3.2 播种技术

播种时期。青贮玉米：6 月中旬燕麦收获后复种，避免高温期盐害。

燕麦：3 月上旬顶凌播种，利用低温抑制盐分上升。

播种方式与密度。青贮玉米：贴茬播种，密度 3500-4000 株 / 亩，种肥同播，施氮磷钾复合肥 40-50kg/ 亩。

燕麦：条播，行距 15-30cm，播深 3-5cm，播后镇压；播种量 10-15kg/ 亩。

2.3.3 田间管理

灌溉与施肥。青贮玉米：苗期、拔节期、灌浆期分次灌溉，总灌水量 200-250m³/ 亩；拔节期追施尿素 20kg/ 亩，灌浆期喷施磷酸二氢钾叶面肥。

燕麦：播后及时灌溉，拔节期追施尿素 10-15kg/ 亩，结合灌溉施肥。

病虫害防治。遵循 GB/T 8321 农药合理使用准则，重点防治燕麦锈病、玉米螟等，采用生物农药（如枯草芽孢杆菌）与化学防治结合。

杂草控制。玉米播后苗前喷施丁一异一莠去津（总有效成分 42%）150-200mL/ 亩，覆盖玉米行及邻行燕麦，注意药剂均匀。

2.3.4 收获与利用

青贮玉米：乳熟末期至蜡熟初期收获，全株粉碎青贮，确保干物质含量≥30%。

燕麦：抽穗期刈割，留茬 5-10cm，青贮或干草利用。

3 盐碱地综合治理策略

3.1 工程改良措施

排水系统建设：修建明沟或暗管排水，控制地下水位在 1.5m 以下。

覆盖保墒：玉米行间覆盖地膜或秸秆，减少蒸发，抑制盐分上升。

3.2 生物改良技术

种植耐盐先锋植物：如紫花苜蓿，通过根系分泌有机酸改良土壤结构。

微生物菌剂应用：拌种或土壤施入枯草芽孢杆菌等益生菌，增强根系抗盐能力。

3.3 农艺调控技术

“以盐治盐”灌溉：采用滴灌技术，结合水溶性改良剂（如矿源黄腐酸钾），精准调控根层盐分^[6-8]。

分期营养管理：苗期喷施腐殖酸叶面肥，拔节期补充钙肥防倒伏，灌浆期强化磷钾供给。

表 1 盐碱地改良剂配方表

改良剂类型	主要成分及配比	适用土壤类型	使用方法	注意事项
有机改良剂	腐殖酸（30%）+ 秸秆粉（50%）+ 微生物菌剂（20%）	中度盐碱地（含盐量 0.3-0.5%）	撒施：每亩 200-300kg，深耕翻入土壤	避免与碱性肥料混用，施后及时灌溉
化学改良剂	石膏（70%）+ 硫酸亚铁（20%）+ 磷石膏（10%）	重度盐碱地（含盐量 >0.5%）	撒施：每亩 150-200kg，灌溉后翻耕	雨后施用效果更佳，避免过量导致土壤板结
生物改良剂	枯草芽孢杆菌（≥10 亿 /g）+ 海藻提取物（5%）	各类盐碱地	拌种或土壤喷施：每亩 2-3kg，播种前或苗期施用	储存于阴凉处，避免高温暴晒
复合改良剂	腐殖酸（20%）+ 脱硫石膏（40%）+ 微生物菌剂（15%）+ 磷酸二铵（25%）	轻度盐碱地（含盐量 <0.3%）	撒施：每亩 100-150kg，结合基肥施用	施后覆膜保墒，定期监测土壤 pH 值

备注：改良剂使用前需根据土壤检测报告（含盐量、pH 值、养分状况）调整配比，建议由专业农技人员指导操作。

4 黄河三角洲盐碱地特征及青贮玉米种植可行性

黄河三角洲盐碱地耕层含盐量在 0.4%-0.6%，pH 值 8.0-8.5，有机质含量偏低。该区域年均降水量 550-650 mm，春旱秋涝显著。

耐盐碱适应性。筛选耐盐碱品种后产量损失可控。

轮作潜力。可与饲用燕麦复种，提高土地利用率

经济价值。亩产青贮饲料 4000-4500 kg，收益较传统作物提升 30% 以上。

生态修复功能。改善土壤结构，提升有机质含量。

5 青贮专用玉米推广路径

5.1 品种选育与种质资源体系构建

依托国家、山东省牧草产业技术体系科研团队及国家盐碱地综合利用技术创新中心，建立“种质资源库—育种研发中心—试验示范基地”三级体系。收集 3 万余份耐盐碱种质资源，筛选出鲁饲 1 号、峰单 17 等耐盐碱品种，应用分子标记辅助育种技术加速新品种选育进程^[4-5]。

5.2 技术推广模式创新

采用“政府引导+科研支撑+企业带动+农户参与”四级联动模式。即政府提供补贴与培训，科研单位指导技术，企业负责种子供应与收购，农户参与种植或土地流转，通过“田间课堂”等形式推广关键技术。

滨州无棣“企业+合作社+农户”联营模式。无棣县依托山东绿源农牧科技有限公司，构建“企业+合作社+农户”联营体系。企业负责青贮玉米种质资源库建设与新品种推广（如“鲁饲 1 号”），合作社承担技术培训与集中连片种植（面积达 2 万亩），农户通过订单农业保障收益。企业依托山东省牧草产业技术体系专家团队免费提供种质资源和技术服务，合作社组织农机社会化服务，农户按协议价格交售青贮玉米。该模式下，青贮玉米亩产稳定在 4500 kg 以上，企业实现年加工能力 5 万吨，农户亩均增收 800 元。

表 2 滨州无棣县联营模式效益分析

指 标	传统种植	联营模式	提升幅度
青贮玉米产量 (kg/ 亩)	2800	4500	+60.7%
亩均收益 (元)	1500	2600	+73.3%
土壤含盐量 (%)	0.45	0.25	-44.4%
农户参与率	30%	80%	+166.7%

物联网智能管理平台应用。滨州市农业农村局联合华为技术有限公司，开发“盐碱地青贮玉米智慧农业平台”。平台集成土壤墒情监测、病虫害预警、水肥精准施用等功能，农户通过手机 APP 实时查看田间数据并接收管理建议。试点区域（如惠民县李庄镇）的水资源利用率提升 25%，化肥用量减少 18%，青贮玉米品质达标率提高至 95%。政府通过补贴方式为农户配备智能设备，企业负责平台运维，形成“政企农”三方协同的数字化推广路径。

6 结果与分析

6.1 品种适应性

田间试验表明，鲁饲 1 号、峰单 17 在盐碱地表现优异，亩产分别达 4500 kg、4200 kg，较对照品种增产 20%-25%（ $P<0.05$ ），且干物质含量 $\geq 30\%$ ，符合青贮标准^[9-10]。

6.2 改良效果

土壤盐分：改良后含盐量降至 0.2%-0.3%，pH 值稳定在 7.5-8.0。

有机质提升：由 1.2% 增至 1.5%-1.8%。

节水节肥：智能水肥一体化较传统管理节水 25%，化肥减量 18%，青贮玉米品质达标率提升至 95%^[11-12]。

6.3 推广模式效益

6.3.1 经济效益

亩均成本降低 12%，复种模式下，燕麦+青贮玉米年产值可达 3000 元/亩，较传统单作作物（如棉花）增收 50% 以上^[13]。

6.3.2 生态效益

改良后土壤结构孔隙度增加，生物多样性恢复，碳排放减少。

6.3.3 社会效益

推动盐碱地资源开发，保障饲料粮供给，助力畜牧业发展；促进乡村振兴，提升农户收入与土地可持续利用意识。

表 3 不同处理下青贮玉米产量与土壤指标对比

处理组	亩产 (kg)	土壤含盐量 (%)	pH 值	有机质 (%)
传统种植 (CK)	2800	0.45	8.2	1.2
综合改良组	4500	0.25	7.8	1.6
智能管理组	4200	0.28	7.9	1.5

7 讨论

7.1 “以种适地”模式的优势

耐盐碱品种与配套技术结合，验证了“以种适地”较“改地适种”更具生态经济性，适用于中轻度盐碱地^[14-15]。

7.2 智能技术的推广价值

结合物联网技术，构建盐碱地土壤盐分实时监测系统，精准调控灌溉施肥，显著提升了资源利用效率，但需解决农户操作能力与设备维护成本问题^[16-17]。

7.3 循环农业的必要性

构建“种植-养殖-还田”闭环（如青贮玉米饲喂肉牛，粪肥还田），可进一步放大综合效益，实现资源循环^[18]。

8 结语

青贮专用玉米在黄河三角洲盐碱地的推广验证了“以种适地”模式的可行性。通过构建“种质资源库—育种研发中心—试验示范基地”三级技术体系，筛选出鲁饲 1 号、峰单 17 等耐盐碱品种，在水溶性盐含量 $\leq 0.4\%$ 的地块实现亩产 4000-4500 kg，较传统作物增产显著。结合“政府引导

+ 科研支撑 + 企业带动 + 农户参与”的推广模式，有效提升了技术落地效率与农民参与积极性。实践表明，采用“以水压盐、以肥改土、以种抑盐”的综合改良策略，配合水肥一体化智能管理，可提升资源利用效率 20% 以上，降低化肥施用量 15%-20%，实现生态效益与经济效益协同发展。

参考文献

- [1] 赵可夫, 李法曾. 中国盐生植物[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 张建国, 王克武, 等. 盐碱地治理与利用技术进展[J]. 农业工程学报, 2018, 34(10): 1-10.
- [3] 李新, 付世军, 等. 黄河三角洲盐碱地农业可持续发展路径研究[J]. 中国农学通报, 2020, 36(15): 130-135.
- [4] 郭世金, 刘继山, 等. 耐盐碱玉米种质资源的筛选与评价[J]. 作物杂志, 2022, (3): 45-52.
- [5] 谭延军, 付强, 等. 分子标记辅助选育耐盐碱青贮玉米新品种[J]. 玉米科学, 2023, 31(2): 20-27.
- [6] 王继宁, 李洪涛, 等. 盐碱地土壤改良剂应用效果研究[J]. 土壤通报, 2021, 52(4): 865-872.
- [7] 柴文波, 王军, 等. 沿海滩涂中轻度盐碱地青贮玉米栽培技术规程[J]. 江苏农业科学, 2024, 52(8): 1-6.
- [8] 田军仓, 迟铭, 等. 精准渗滤节水控盐技术在沙质盐碱地的应用[J]. 农业机械学报, 2025, 56(5): 123-130.
- [9] 姜慧新, 纪伟, 等. 青贮玉米品种峰单18的选育及在盐碱地的表现[J]. 饲料研究, 2024, (12): 10-16.
- [10] 贾春林, 袁超, 等. 青贮专用玉米新品种鲁饲1号的特性与栽培要点[J]. 山东农业科学, 2023, 55(6): 80-85.
- [11] 许瀚元, 李淑芬, 等. 水肥一体化对盐碱地青贮玉米产量及水分利用效率的影响[J]. 灌溉排水学报, 2022, 41(7): 32-38.
- [12] 祝庆, 杨欢, 等. 智能灌溉系统在盐碱地玉米种植中的应用效果分析[J]. 节水灌溉, 2023, (4): 50-56.
- [13] 国家盐碱地综合利用技术创新中心. 盐碱地农业经济效益评估方法与应用案例[M]. 北京: 中国农业出版社, 2023.
- [14] 联合国粮农组织. 盐碱地可持续农业管理指南[R]. 罗马: FAO, 2020.
- [15] 田兆山, 东营市丰彩农业服务有限公司. 青贮玉米峰单18在黄河三角洲盐碱地的种植实践报告[R]. 东营: 2024.
- [16] 农业农村部信息中心. 智慧农业技术推广现状与挑战分析[J]. 农业信息化, 2023, (3): 5-12.
- [17] 贾春林. 盐碱地智能管理平台构建与关键技术研究[D]. 山东农业大学博士论文, 2025.
- [18] 李洪涛, 祝庆, 等. 盐碱地循环农业模式构建及效益评价[J]. 生态经济, 2024, 40(2): 78-84.

Research on the Synergistic Mechanism of Agricultural Mechanization and Agronomic Integration in the Context of Rural Revitalization

Wenjin Lei

Agricultural Service Center Benzhaizhen Zhenning County Anshun City Guizhou Province, Anshun, Guizhou, 561205, China

Abstract

Against the backdrop of China's rural revitalization strategy, agricultural modernization has become a pivotal driver for rural revitalization. As a key means to enhance agricultural productivity, agricultural mechanization plays a vital role in advancing agricultural development. However, current mechanization promotion faces multiple challenges, particularly in the integration of agricultural machinery and farming practices, where a disconnect persists that hampers the effectiveness of mechanization and agricultural efficiency. This paper analyzes the synergistic mechanisms in mechanization promotion from the perspective of agricultural machinery-farming integration, proposing pathways to optimize these mechanisms. The study reveals that deepening the integration of agricultural machinery and farming practices not only improves mechanization efficiency but also promotes sustainable agricultural development, which holds significant importance for rural revitalization.

Keywords

rural revitalization; integration of agricultural machinery and agronomy; promotion of agricultural mechanization; collaborative mechanism; agricultural modernization

乡村振兴背景下农机农艺融合与农机化推广协同机制研究

雷文锦

贵州省安顺市镇宁县本寨镇农业服务中心, 中国·贵州 安顺 561205

摘要

在我国乡村振兴战略的推进背景下, 农业的现代化转型成为实现乡村振兴的关键支撑。作为提升农业生产效率的重要手段, 农机化在推动农业发展过程中发挥着至关重要的作用。然而, 当前农机化的推广面临诸多问题, 尤其是在农机与农艺的融合方面, 依然存在一定的脱节, 影响了农机化推广的效果和农业生产效率。因此, 本文从农机农艺融合的角度出发, 分析了农机化推广中的协同机制, 提出了优化协同机制的路径。研究发现, 推动农机化与农艺的深度融合, 不仅能够提高农机化的应用效率, 还能促进农业的可持续发展, 对乡村振兴具有重要意义。

关键词

乡村振兴; 农机农艺融合; 农机化推广; 协同机制; 农业现代化

1 引言

乡村振兴战略是中国特色社会主义进入新时代后的一项重要国家战略, 旨在实现农业全面现代化、农民生活全面改善和乡村社会全面进步。农业现代化作为乡村振兴的核心内容, 其中农机化的推广被认为是推动农业转型的关键力量。农机化通过提升农业生产的效率、降低劳动强度, 提高作物产量和质量, 成为现代农业的重要支撑。然而, 随着农机化水平的提升, 农机与农艺的融合程度仍然较低, 农机化的推广存在着技术与实践的脱节、设备与农业生产模式的适

应性不足等问题。农业的生产方式和经营模式尚未完全适应机械化、智能化的需求, 导致农机化的整体效益未能充分发挥。因此, 如何推动农机化与农艺深度融合、优化农机化推广的协同机制, 已成为当前农业发展中亟待解决的重要课题。本文旨在分析乡村振兴背景下农机农艺融合的理论与实践, 探讨农机化推广中的协同机制, 提出优化该机制的策略, 以期为推动农业现代化、实现乡村振兴提供理论指导和实践支持。

2 农机化发展现状与面临的主要问题

2.1 农机化发展的成就与挑战

自改革开放以来, 我国农业机械化取得了显著成效。尤其是在耕作、播种、收割、施肥等方面, 农业机械化大幅

【作者简介】雷文锦(1967-), 男, 中国贵州安顺人, 工程师, 从事农机化专业研究。

提升了生产效率,推动了农业生产模式的现代化。根据国家统计局数据,我国农业机械化水平逐年上升,机械设备在农业生产中的应用逐步深化。然而,尽管我国农机化取得了较为显著的成绩,但在实际发展过程中仍面临一些挑战。首先,农机化推广存在区域发展不均衡的问题。东部地区农机化水平相对较高,而中西部地区的农机化发展相对滞后。其次,农机设备的种类繁多、技术不断更新,但由于农民对新技术的适应性和接受度不足,导致农机化应用的普及度仍然有限。最后,农机化与农艺的深度融合不足,农机设备的应用往往与实际农业生产需求脱节,影响了农机化的效益。

2.2 农机与农艺的脱节现象

农机化的推广虽然提升了农业生产的效率,但在一些地区,农机和农艺之间的脱节现象依然严重。具体表现为,农机设备的引进和使用往往停留在机械操作层面,缺乏与农业生产规律的深度结合。农业生产是一个复杂的系统,涉及土壤、气候、作物生长等多个因素,单纯依赖机械化手段而忽视农艺的作用,容易导致农机设备的过度使用或误用,反而可能影响农业生产的效果。此外,农机与农艺的脱节也体现在生产技术的协同问题上。农业生产的技术要求涉及到多学科的知识,农机与农业技术的结合应遵循一定的科学规律。当前,农艺技术的研究成果与农机设备的实际应用之间缺乏系统性和衔接性,造成了农机化推广的低效性。

2.3 农机化推广面临的困难

农机化的推广需要较大的资金支持和技术培训,而农民的经济状况、文化水平、技术接受度等因素,直接影响了农机化的普及和应用。部分地区农民的购机成本较高,同时缺乏对农机设备的认知和操作技能,造成了农机化推广的困难。此外,农机化推广的政策支持力度不足,也是制约其发展的一个因素。在一些地区,政策扶持不足或政策执行不到位,使得农机化的发展面临瓶颈。

3 农机农艺融合的必要性与理论框架

3.1 农机农艺融合的定义与重要性

农机农艺融合是指农业机械化与农业技术、农业生产实践的有机结合。它不仅仅是机械设备的引进,更是在农业生产过程中充分考虑农艺要求,合理使用农机设备,达到提高生产效率、优化资源配置、提升农作物产量与质量的目标。农机农艺融合的推进能够提升农机设备的应用效果,提高农业生产的精准性和可持续性。农机农艺融合的重要性在于,首先,它能够促进农业生产的精细化管理。通过结合土壤条件、作物特性、气候等因素,精准施策、精准作业,提升农业生产效率和质量。其次,融合有助于提高资源的利用率,避免因机械化应用不当导致的资源浪费,提升生产的可持续性。最后,农机与农艺的融合推动了农业科技的进步,为农业现代化提供了技术支撑。

3.2 农机农艺融合的路径与方法

为了推动农机农艺的深度融合,首先需要加强农业科研与农机制造企业之间的合作。科研机构应注重农业生产技术的创新,并与农机企业合作,开发适应不同农业生产环境的高效农机设备。此外,农机企业也应根据农民需求和农业生产的特点,设计和生产具有高适应性和高效性的农机设备。其次,农机设备的推广应结合地方特色和农业生产实际需求,避免“一刀切”的做法。农机的选择应充分考虑到不同地区的土壤类型、气候条件、作物种类等因素,做到“量体裁衣”。最后,应加强农民的技术培训,提高其对农机化技术的理解和使用能力。通过农民教育与培训,帮助农民掌握科学的农艺技术和农机操作技能,提高农机化的应用效果。

3.3 农机化推广中的协同机制

农机化推广中的协同机制是指各方共同协作,形成合力,推动农机化与农业生产的有效结合。这个机制不仅仅包括政府、农机企业和农民之间的合作,还涉及到农业科研机构的参与。政府应在政策上给予支持,提供必要的资金和技术培训,推动农机化的推广。农业科研机构则应提供技术支撑,开发和推广适合不同农业生产需求的农艺技术与农机设备。

4 优化农机农艺融合协同机制的策略

4.1 加强政策支持与引导

政策支持是推动农机化与农艺融合的关键因素。政府在农机化推广中扮演着至关重要的角色,能够通过制定合理的政策体系,引导社会资源向农业现代化聚集。首先,政府应通过财政补贴和税收优惠等政策,减轻农民购机负担,尤其是小规模农户,降低他们的资金门槛,从而加速农机化的普及。具体来说,针对农机设备的购置,可以出台专项补贴政策,推动农民与农业合作社的集体购买,减少单一农户的成本压力。其次,政策还应鼓励企业和科研机构联合研发适合本地农业生产需求的农机设备,促进农业机械设备的本地化和智能化发展。最后,政府应加大对农机化与农艺融合的政策支持力度,鼓励地方政府制定具体实施方案,确保各项政策落地生效,推动农机农艺的深度融合和农业现代化的进程。

4.2 推动农业科技创新与农机设备的结合

农业科技的创新是推动农机农艺融合的基础,而农机设备的智能化、精准化发展是提高农业生产效益的核心所在。农业科研机构应加大对农业生产技术和农机设备结合的研究,探索新型农机设备与农业技术的深度融合。例如,开发能够自动识别作物生长状态并根据作物需求自动调节的智能农机,提升农业作业的精准度与效率。此外,智能化农机设备可以通过大数据和物联网技术,实现实时监控和精准

施肥、灌溉等操作,最大程度减少资源浪费和环境污染,推动农业可持续发展。与此同时,农机企业应根据市场需求和农业生产的实际情况,加快智能农机设备的生产与推广。随着科技的进步和农民需求的变化,农机企业需要加速新产品的研发和技术更新,不断提升农机设备的综合性能,以适应现代农业生产的需求。同时,农机企业还应加大与科研机构的合作,通过产学研结合,推动农业机械化的科技创新,为农机农艺融合提供更加完善的技术支持。

4.3 加强农民技术培训与普及

农民是农机化推广的直接受益者,为了提高农机化的应用效果,必须加强农民的技术培训与教育。虽然农机化的普及有助于提高生产效率,但只有农民掌握了科学的农艺技术和操作技能,才能真正发挥农机的效能。政府可以通过组织多形式、多层次的培训班、讲座等,提高农民的农机操作技能,增强他们对新技术的认知与接受度。培训内容不仅要涵盖农机设备的基本操作,还应注重讲解农业生产的科学原理,尤其是农艺方面的知识,如作物生长周期、土壤管理、精准施肥等,使农民能够根据不同的生产环境灵活调整使用农机的方式。地方政府和农业部门应积极与农机制造商、技术推广单位和农业科研机构合作,建立农民培训体系,确保技术普及的覆盖面和深度。此外,政府应推动在线教育平台的发展,为远离城市的农民提供便捷的学习机会,使他们能够在方便的时间和地点接受专业的技术培训。这种培训不仅提升了农民的技术水平,也能促使农民逐步接受并运用新型的农业技术和机械设备,最终实现农业生产的现代化与智能化。

5 农机农艺融合的典型案例分析

5.1 某地区农机农艺融合的成功经验

某地区在推进农机化与农艺融合的过程中,注重各方协同合作,取得了显著成果。首先,政府出台了一系列优惠政策,积极推动农业机械化的普及与应用。例如,通过财政补贴、贷款优惠等政策降低了农民购机成本,鼓励农民和农业企业购置现代化农业机械。此外,政府还与农业科研机构合作,推动技术研发和农机设备的本地化创新,确保农机设备能够更好地适应当地的农业生产环境。通过这些政策引导,企业在推动农业机械化的同时,也加强了与科研机构的合作,联合开发符合地方特色的农机设备。通过这些措施,该地区的农机化水平大幅提升,农业生产效率也随之提高,农业现代化的步伐明显加快。

5.2 面临的挑战与解决方案

尽管该地区在农机农艺融合方面取得了一定的成效,

但依然面临一些挑战。首先,农机设备的采购成本较高,尤其是在小农户中,由于资金限制,部分农民难以承担设备的购置费用,导致农机化的普及程度受到限制。其次,虽然政府和企业推动农机化方面做出了努力,但技术服务仍显不足,部分农民对于农机设备的使用和维护技术了解不够,操作技能的普及存在一定困难。此外,农机化的技术培训在覆盖面和深度上也存在问题,尤其是在偏远地区,农民缺乏系统化的培训,导致农机化应用效果不佳。

5.3 经验总结与启示

从该地区的成功经验中可以总结出,农机化与农艺融合的关键在于政策引导、科技创新与技术培训三者的有效结合。首先,政策支持是推动农机农艺融合的核心动力。政府的政策引导为农机化推广提供了资金保障和技术支持,降低了农民的经济负担,促进了农机设备的普及。其次,科技创新是提升农机化水平的根本途径。通过企业与科研机构的合作,研发适应本地需求的农机设备,不仅提高了农机化的适用性,也推动了农业生产的精细化与智能化。最后,技术培训是确保农机化推广成功的基础。只有通过培训农民掌握现代农业技术与农机操作技能,才能真正提升农业生产效率。该地区的成功经验表明,农机农艺的融合不仅需要政策、技术、培训等多方面的配合,更需要政府、企业和科研机构的密切合作。

6 结语

乡村振兴战略的实施离不开农业现代化的推进,而农机化作为农业现代化的重要手段,其发展将对乡村振兴产生深远影响。通过加强农机与农艺的融合,优化农机化推广的协同机制,可以有效提高农业生产效率,推动农业的可持续发展。尽管当前农机化推广面临一定的困难,但通过政策支持、科技创新和技术培训等多方面的努力,农机农艺融合的目标将逐步实现,为乡村振兴战略的成功实施提供有力保障。

参考文献

- [1] 滑英洁,孔得鹏,平英.乡村振兴战略背景下做好基层农机推广工作的思路与对策[J].数字农业与智能农机,2024,(01):8-10.
- [2] 陆建康.广西农机农艺融合发展助力乡村振兴路径探析[J].南方农业,2024,18(01):93-96.
- [3] 朱小丽.农机农艺结合思维在农机推广中的应用[J].河北农机,2024,(23):82-84.
- [4] 宋高平,渭河流域旱作区中药材农机农艺融合高效栽培技术集成与示范.甘肃省,武山县经济作物工作站,2024-04-16.
- [5] 王悦娟,李济世,王淑华.农机化发展农机农艺融合问题探究[J].南方农机,2024,55(08):47-49.

Research and Development of New Energy Agricultural Machinery Power Systems and Energy Efficiency Analysis

Zimeng Wang

and Xi Zhongzhi (Shanghai) Agricultural Equipment Research Co., Ltd., Shanghai, 201702, China

Abstract

Under the “dual carbon” goals and agricultural modernization initiatives, traditional fuel-powered agricultural machinery faces challenges including high energy consumption, severe emission pollution, and elevated operational costs, which hinder the green transformation and high-quality development of agriculture. New energy agricultural machinery power systems, primarily utilizing electricity, hybrid power, or clean fuels, demonstrate advantages such as efficiency, low emissions, and sustainability, making them a crucial direction for agricultural machinery technological advancement. This paper analyzes the structure, working principles, adaptability to agricultural operations, and technical characteristics of new energy agricultural machinery power systems. It further explores their energy-saving benefits and comprehensive economic advantages through practical application scenarios. The study reveals that new energy power systems exhibit significant advantages in reducing energy consumption, minimizing emissions, and improving energy utilization efficiency. However, their widespread adoption still requires continuous optimization in areas such as technological maturity, infrastructure development, and cost control to promote the transition of agricultural machinery power systems toward greener and more efficient solutions.

Keywords

new energy; agricultural machinery; power system; energy-saving benefits; green agriculture

新能源农业机械动力系统的研发与节能效益分析

王子萌

奚仲智造（上海）农业装备研究有限公司，中国·上海 201702

摘 要

在“双碳”目标和农业现代化背景下，传统燃油农业机械面临能源消耗高、排放污染严重和运行成本高等问题，制约了农业绿色转型与高质量发展。新能源农业机械动力系统以电能、混合动力或清洁燃料为主要能源，具有高效、低排放和可持续等优势，成为农业机械技术发展的重要方向。本文分析了新能源农业机械动力系统的结构、工作原理及其在农业作业中的适应性与技术特点，并结合实际应用场景探讨其节能效益与综合经济效益。研究表明，新能源动力系统在降低能耗、减少排放和提高能源利用效率方面具有显著优势，但其推广仍需的技术成熟度、基础设施建设和成本控制等方面进行持续优化，以推动农业机械动力系统向绿色、高效方向发展。

关键词

新能源；农业机械；动力系统；节能效益；绿色农业

1 引言

农业机械化是现代农业发展的重要支撑，而动力系统作为农业机械的核心组成部分，其性能水平直接影响作业效率、能源消耗和环境影响。长期以来，柴油发动机凭借结构成熟、功率范围广等优势，在农业机械领域占据主导地位，但其高能耗和高排放特性与当前绿色农业发展目标存在明显矛盾。随着新能源技术和动力控制技术的快速进步，将新能源引入农业机械动力系统，成为实现农业机械节能减排与技术升级的重要途径。新能源农业机械动力系统不仅有助于

降低农业生产对化石能源的依赖，还可改善作业环境、减少运行成本。基于此，系统研究新能源农业机械动力系统的研发思路及其节能效益，对于推动农业机械技术创新和农业可持续发展具有重要现实意义。

2 新能源农业机械动力系统的发展背景与技术基础

2.1 农业机械动力系统转型的现实需求

随着农业生产规模化和集约化水平的提高，传统燃油动力系统在农业机械中的应用逐渐暴露出诸多不足。农业作业的强度和时间的显著增加，使得传统动力系统在燃料消耗和排放控制方面的问题愈发突出。首先，燃油价格波动大，增加了农业生产成本的不确定性，尤其是在生产高峰期，燃

【作者简介】王子萌（1986-），男，中国江苏徐州人，本科，初级工程师，从事从事农业机械研究。

油成本对整体农业经济效益的影响较为显著。其次，燃油发动机排放的尾气不仅污染了农村的空气质量，还对作业人员的身体健康造成潜在威胁。尤其是在密闭或半封闭的环境中作业时，排放问题更加严重。因此，农业机械动力系统的转型，尤其是向高效、清洁方向转型，成为农业绿色发展和可持续发展的迫切需求。新能源动力系统的引入，有望减少农业机械的能源消耗和环境污染，为农业提供更加环保和经济的动力支持。

2.2 新能源技术在农业领域的应用基础

新能源技术在工业和交通领域的成熟应用为其向农业机械领域的推广奠定了坚实的基础。电机驱动技术、电池储能技术和能量管理控制技术的不断进步，为新能源动力系统在农业机械中的应用提供了技术保障。电机驱动技术通过其高效率、低噪音和低维护成本，成为新能源农业机械的核心技术。电池储能技术的持续发展，使得电池的能量密度、充电速度和使用寿命得到了大幅提升，解决了传统电池技术在农业机械中应用的瓶颈。此外，能量管理控制技术通过精确控制能源流动和分配，保证了动力系统在多工况下的高效运转。这些技术的持续进步，使新能源动力系统在农业机械中的应用变得更加可行，为未来大规模推广新能源农业机械提供了可靠的技术基础。

2.3 新能源农业机械动力系统的技术特点

与传统的燃油动力系统相比，新能源农业机械动力系统在结构和工作方式上具有显著的差异。新能源动力系统的输出更加平稳，能够提供精确的控制，尤其在低速大扭矩的工况下表现优异。这种平稳的动力输出使其在精细化农业作业中具有独特的优势。例如，在播种、施肥、植保等精细化操作中，新能源动力系统能够提供更为精确和灵活的操作体验，满足不同作业需求。相比传统的燃油系统，新能源动力系统的扭矩响应速度快，且能够在负载变化较大的情况下，迅速调整输出功率，从而保证作业的稳定性和效率。此外，新能源动力系统的低噪音和低排放特点，为操作环境的优化和作业人员的健康提供了更好的保障。通过不断优化这些技术特点，新能源农业机械将能够在更多农业作业领域得到广泛应用，推动农业机械向更加绿色、高效的方向发展。

3 新能源农业机械动力系统的结构形式与研发路径

3.1 纯电动农业机械动力系统

纯电动农业机械动力系统以电池为主要能源，通过电机驱动机械运行，具有结构简单、无排放、低噪音等优点，特别适用于温室作业、设施农业和中小功率的农业机械。电池系统的研发是该系统的核心，如何有效配置电池容量、选择适配的电机以及优化整机的能量管理策略，成为保证农业机械连续作业和高效运行的关键。通过优化电池充放电管理，可以提高电池的使用寿命和充电效率，确保农业机械在

长时间高效运行下仍能保持可靠性和稳定性。纯电动农业机械的一个重要挑战是续航能力，特别是在大规模农业作业中，如何保证作业连续性和减少充电中断，是纯电动农业机械发展的重点。此外，由于电动系统没有传统内燃机的噪声和排放问题，提升了作业环境的舒适性，符合现代农业绿色环保的需求。

3.2 混合动力农业机械动力系统

混合动力农业机械动力系统结合了传统内燃机与电驱动系统的优势，采用两种动力源的协同工作，以提升能源利用效率并满足高功率需求。该系统尤其适用于功率需求较高、作业时间较长的农业机械，如大型拖拉机、联合收割机等。在混合动力系统的研发过程中，动力分配策略、系统集成与控制协调是主要的技术难点。如何高效地在内燃机与电机之间进行功率切换，使得两种动力源的协同工作更加平衡，既要保证动力输出的平稳，又要实现节能效果，成为研发的核心任务。此外，混合动力系统还需考虑系统重量、体积以及成本控制问题，确保农业机械在提高效率和性能的同时，仍保持较高的性价比。随着技术的不断进步，混合动力农业机械能够更好地平衡作业需求和节能减排目标，逐渐成为高效农业作业的重要动力系统。

3.3 清洁燃料动力系统的应用探索

随着环保要求的日益严格，部分农业机械开始探索使用清洁燃料如生物燃料、氢能等替代传统燃料。这些清洁能源不仅有助于减少碳排放，还能够为农业机械提供更加可持续的动力。然而，清洁燃料动力系统的推广面临一些技术和市场挑战，首先是燃料的供应链问题，尤其是生物燃料和氢能的生产和分配体系仍需大规模建设。研发方向集中在燃料适配性、系统安全性和稳定性提升上，例如优化氢燃料电池的性能，提高生物燃料的转化效率，确保其能够在长期使用过程中保持高效稳定的动力输出。随着技术的成熟和市场环境的改善，清洁燃料动力系统有望在农业机械中广泛应用，为农业的绿色转型提供重要支持。

4 新能源农业机械动力系统的性能特点与作业适应性

4.1 动力输出特性与作业匹配性

农业作业的工况极其复杂，涉及耕整地、播种、植保等多种作业任务，每种任务对动力系统的响应速度和扭矩特性有不同的需求。新能源动力系统通过电控技术实现精确的动力输出调节，能够根据负载变化进行快速响应，使得作业过程更加稳定高效。与传统燃油动力系统相比，新能源系统能在较短时间内提供更为精确的扭矩和动力输出，尤其在需要快速调整动力的作业中，如耕整地时遇到地层变化，新能源系统的适应性尤为突出。此外，电控技术能够根据作业要求智能调节动力输出，提升了作业效率，减少了能源浪费。在播种和植保作业中，精准的动力调节还能够提高作业质量

和稳定性,确保各项农业操作能够平稳进行。因此,新能源动力系统的高响应性和作业匹配性在农业机械中展现了巨大的应用潜力。

4.2 系统可靠性与运行稳定性

农业机械的稳定运行离不开动力系统的高可靠性。与传统机械动力系统相比,新能源动力系统通过减少机械传动部件的数量,降低了机械故障的发生频率。然而,新能源系统对电子控制系统和储能系统的要求更高,需要确保电池、电机和控制单元的高效配合,以保证系统长期稳定运行。在复杂的农业环境中,温差、湿度、灰尘等因素可能会影响电子控制系统的稳定性。因此,合理的系统设计和防护措施至关重要。通过对电池管理系统、传感器和电控单元的优化设计,增强系统的抗干扰能力和耐用性,可以有效提高新能源动力系统在农业作业中的运行稳定性,确保其在长时间和高强度作业中发挥稳定效能。

4.3 维护需求与使用便利性

新能源动力系统在日常维护方面具有一定优势,尤其是在润滑系统和易损件更换方面。相比传统燃油发动机,新能源动力系统需要更少的润滑和零部件更换,使用过程中的故障率也较低,这对于长期高效使用至关重要。然而,新能源动力系统对专业技术支持和配套设施的依赖较高。电控系统和电池管理系统的维护需要专门的技术人员和设备,这在一定程度上提高了维护的技术要求。在新能源农业机械的推广应用过程中,需同步完善配套服务体系,提供专业的技术支持和维护服务。通过加强售后服务和技术培训,确保用户能够熟练掌握设备维护操作,进一步提升新能源动力系统的使用便利性和推广效果。

5 新能源农业机械动力系统的节能效益分析

5.1 能源利用效率的提升

新能源农业机械动力系统采用高效电机和能量回收技术,使能源转化效率大幅提升。与传统燃油动力系统相比,在相同作业条件下,新能源系统的单位作业能耗显著较低,减少了能源的浪费。电机驱动的农业机械能够在较低的功耗下完成相同的工作任务,尤其在高效电池管理和能量回收技术的应用下,能够有效利用回收的能量来辅助作业。通过优化电能使用,新能源动力系统不仅减少了能源消耗,而且提升了农业生产过程中的能源利用效率,从而推动了农业的绿色可持续发展。综合来看,新能源农业机械能够降低农业生产中的整体能耗,为实现农业生产的节能目标提供了有效支持。

5.2 排放减少与环境效益

新能源农业机械在使用过程中几乎不会产生尾气排放,因此能够显著减少农业生产过程中对环境的污染。传统燃油动力系统排放的废气不仅影响空气质量,也加剧了温室气体的排放,进一步推动全球气候变化。新能源动力系统的广泛应用尤其在设施农业、人口密集区域以及农村环境中具有极大的环境效益。通过减少或消除有害排放,新能源农业机械有助于改善农村的空气质量,并降低农业生产对生态环境的负面影响。长期来看,新能源动力系统的应用能够有效推动绿色农业发展,促进农业产业的可持续发展,为实现“碳达峰”和“碳中和”目标做出贡献。

5.3 经济效益与综合价值评估

从长期运行角度来看,新能源农业机械具有显著的经济优势。虽然其初期投入较高,主要由于电池和电机等核心部件的成本较高,但随着技术的不断成熟和生产规模的扩大,成本将逐步降低。在能源成本和维护费用方面,新能源农业机械具有更低的运行成本。新能源系统的能效更高,节省了能源消耗;此外,电机驱动系统的维护成本也低于传统燃油系统,减少了定期更换零部件和维修的频次。通过节能降耗和降低运行成本,新能源农业机械在长期使用过程中展现出更为明显的经济效益。在政策支持和规模化应用的推动下,新能源农业机械的综合经济效益有望进一步提高,为农业生产提供更加经济、高效、可持续的解决方案。

6 结语

新能源农业机械动力系统的研发与应用,是农业机械技术向绿色、高效方向发展的重要体现。通过对动力系统结构形式、性能特点及节能效益的系统分析可以看出,新能源动力系统在降低能耗、减少排放和提升作业品质方面具备明显优势,对推动农业可持续发展具有积极意义。当前,其推广应用仍面临技术完善、成本控制和配套保障等方面的挑战,需要在技术研发、政策引导和产业协同等层面持续发力。未来,随着新能源技术的不断进步和应用环境的逐步成熟,新能源农业机械动力系统有望在更广泛的农业生产场景中发挥重要作用,为现代农业发展提供更加坚实的动力支撑。

参考文献

- [1] 闫雪.新能源动力系统在农业机械中的适配性研究与能效提升策略[J].中国农机装备,2025,(09):137-139.
- [2] 崔守鸢.新能源农业机械的运维特性与保养机制研究[J].河北农机,2025,(15):59-61.
- [3] 孙艳艳.农业机械节能与环保技术研究与应用[J].河北农机,2023,(18):16-18.