

潍坊生姜产业发展困境与辐照脱毒技术的应用前景研究

李琳琳¹, 邢玉园¹, 王钊奇²

1. 潍坊职业学院, 山东 潍坊 261041

2. 中国人民解放军93540部队, 河南 南阳 474350

DOI: 10.61369/TACS.2026040019

摘 要 : 潍坊作为全国生姜核心主产区与出口重镇, 依托优越的自然禀赋和完善的产业基础, 已形成规模化种植、加工、流通一体化产业体系, 生姜种植面积、产量及出口量均居全国前列, 成为当地乡村振兴的特色支柱产业。然而, 生姜长期无性繁殖引发的种性退化、连作障碍等问题日益凸显, 叠加产业链附加值偏低、种业创新滞后等结构性短板, 严重制约产业高质量发展。辐照脱毒技术作为物理脱毒的重要手段, 凭借脱毒率高、无化学残留、操作可控等优势, 为破解潍坊生姜产业核心瓶颈提供了有效技术路径。本文结合潍坊生姜产业发展实际, 系统分析产业发展现状与核心困境, 基于辐照脱毒技术的研究成果与实践应用, 深入探讨该技术的应用价值与发展前景, 为推动潍坊生姜产业种业创新、实现全链条升级提供理论参考与实践支撑。

关 键 词 : 潍坊生姜; 产业发展; 种性退化; 辐照脱毒技术; 应用前景

Research on the Development Dilemma of Weifang Ginger Industry and the Application Prospect of Irradiation Detoxification Technology

Li Linlin¹, Xing Yuyuan¹, Wang Zhaoji²

1. Weifang Vocational College, Weifang, Shandong 261041

2. Unit 93540 of the Chinese People's Liberation Army, Nanyang, Henan 474350

Abstract : As a core ginger production area and key export hub in China, Weifang has leveraged its superior natural endowments and well-established industrial foundation to establish an integrated industrial system encompassing large-scale planting, processing, and distribution. Its ginger planting area, production, and export volume rank among the top in the country, making it a distinctive pillar industry for local rural revitalization. However, issues such as seed degeneration and continuous cropping obstacles caused by long-term asexual reproduction of ginger have become increasingly prominent. Coupled with structural shortcomings like low added value in the industrial chain and lagging seed industry innovation, these factors severely restrict the high-quality development of the industry. Irradiation virus elimination technology, as an important means of physical virus elimination, offers advantages such as high virus elimination rate, no chemical residues, and controllable operation, providing an effective technical path to address the core bottlenecks in the Weifang ginger industry. This paper, based on the actual development of the Weifang ginger industry, systematically analyzes the current status and core dilemmas of the industry. Drawing from research results and practical applications of irradiation virus elimination technology, it delves into the application value and development prospects of this technology, offering theoretical reference and practical support for promoting seed industry innovation and achieving full-chain upgrading in the Weifang ginger industry.

Keywords : Weifang ginger; industrial development; degeneration of seed quality; irradiation virus elimination technology; Application prospects

引言

潍坊地处山东半岛中部, 位于北纬36° 黄金农业带, 土壤肥沃、日照充沛、水资源优质, 为生姜种植提供了得天独厚的自然条件。历经多年发展, 潍坊生姜产业已形成区域化、规模化、外向化发展格局, 安丘、昌邑、峡山等主产区种植面积稳定, 其中安丘市是全国最大的生姜生产、流转和出口基地, 年出口量占全国总出口量的80%, 产品远销全球80多个国家和地区; 昌邑市生姜常年种植面积10万亩, 年产值达50余亿元, 成为当地第一产业支柱。2024年潍坊市出台《生姜产业全链条高质量发展意见》, 明确提出2030年全产业链总产值突破600亿元的发展目标, 为产业升级划定清晰方向。作为无性繁殖作物, 生姜产业长期面临种性退化、土传病害高发、连作障碍突出等行业共性问题, 潍坊产区表现尤为典型。传统种植模式下, 农药化肥滥用导致土壤退化、产品品质参差不齐, 加之深加工转化率低、品牌化程度不足, 产业发展陷入“产量高而附加值低、规模大而竞争力弱”的困境。为破解产业瓶颈, 潍坊市以种业创新为核

心，依托潍坊职业学院、潍坊市潍职大姜脱毒种苗研究院等科研机构，开展辐照脱毒姜苗培育技术研发，结合山东农业大学等院校的前期研究基础，形成了一系列具有实践价值的技术成果。本文基于潍坊生姜产业发展现状，结合辐照脱毒技术的研究与应用实践，剖析产业发展痛点，探索科技赋能下产业全链条升级的路径，为推动潍坊生姜产业高质量发展、助力乡村振兴提供参考。

一、潍坊生姜产业发展现状与产业优势

（一）种植规模全国领先，出口优势显著

潍坊生姜种植已形成区域化、规模化格局，安丘、昌邑、峡山等主产区种植面积稳定，截至2025年，全市生姜种植面积超30万亩，年产量超150万吨，规模化种植基地占比达60%以上，形成了以安丘为核心、昌邑和峡山为支撑的产业布局。依托便利的交通物流条件，潍坊建成多个生姜专业批发市场，成为北方地区生姜流通的核心枢纽，辐射全国20余个省市及日韩、欧盟、东南亚等国际市场。其中，安丘大姜创下全国生产、流转、出口三项“全国之最”，海外市场每10块中国姜就有8块产自安丘，出口优势稳居全国首位。

（二）政策体系不断完善，顶层设计清晰

潍坊市高度重视生姜产业发展，2024年出台《生姜产业全链条高质量发展意见》，构建“种植生态化、加工规范化、产品品牌化”发展格局，提出标准化体系建设、工厂化种苗繁育、绿色化种植等六大攻坚行动。政策明确支持建设3-4个生姜种苗繁育基地，打造年产超5000万株的育苗龙头企业，将生姜种植、加工设施设备纳入农机购置补贴，设立产业发展专项资金，形成“政府引导、市场主导、多方参与”的产业发展机制。各县市区也出台配套政策，昌邑市强化产学研融合，峡山区打造有机生姜融合创新产业园，形成上下联动的政策支撑体系。

（三）科技创新持续突破，技术应用初见成效

潍坊市以种业创新为核心，推动生姜种植技术迭代升级，形成多项具有自主知识产权的技术成果。潍坊职业学院联合潍坊市潍职大姜脱毒种苗研究院开展辐照脱毒姜苗培育项目，通过精准控制辐照参数，实现生姜脱毒率95%以上；峡山区有机生姜融合创新产业园研发“长白山松塔皮复合基质”栽培技术，实现生姜零农药种植，亩产较传统模式增产189%；昌邑市研发的“生姜连作提质增效栽培技术”入选山东省农业主推技术，亩均减少化肥农药投入600余元。

（四）产业融合逐步深化，品牌建设稳步推进

潍坊市加快推动生姜产业一二三产融合，延伸产业链、提升附加值。峡山区有机生姜融合创新产业园建成集“组培种苗-有机种植-精深加工”于一体的全产业链平台，开发姜脯、姜精油、鲜姜饮品等深加工产品，其中鲜姜饮品填补国际市场空白；安丘、昌邑等地引入生姜预制菜、姜黄素提取等深加工项目，推动产业从“鲜姜销售”向“产品加工”转型。品牌建设方面，“安丘大姜”成为国家地理标志产品，“禄牌”“峡兴”等企业品牌逐步打响，有机生姜进入盒马鲜生、山姆会员店等高端商超，售价达普通生姜的3-5倍，品牌溢价能力初步显现。

二、潍坊生姜产业发展面临的核心问题

（一）种苗带毒严重，种性退化制约产业根基

生姜无性繁殖的特性导致病毒病通过种姜代代传播，潍坊主产区传统姜种带毒率居高不下，生姜花叶病毒、黄瓜花叶病毒、烟草花叶病毒等多种病毒复合侵染，引发严重的种性退化。表现为植株矮化、叶片畸形、分枝减少，地下块茎发育不良、质地松软，不仅导致大田生姜减产30%-70%，部分重茬地块甚至绝收，还使姜辣素、姜黄素等核心品质指标下降，商品性大打折扣。传统种植模式下，姜农多沿用自留种，缺乏专业的病毒检测和脱毒处理环节，陷入“越种产量越低、越种品质越差”的恶性循环。

（二）连作障碍加剧，绿色种植转型难度大

潍坊生姜主产区多为常年连作地块，长期种植导致土壤中病原微生物累积、重金属富集，姜瘟病、根腐病等土传病害高发，连作障碍日益严重。为保障基本产量，部分姜农仍采用“高农药、高化肥”的粗放式种植模式，传统种植每亩需投入约200公斤化肥、30公斤农药，即便如此，产量仍以每年10%-15%的速度下降。过量的化学投入品不仅增加了姜农的生产成本，还导致土壤板结、地下水污染，部分地块存在农药残留超标问题，与绿色、有机消费需求脱节。虽然基质栽培、生物炭土壤改良等绿色技术已实现试点应用，但这类技术初期投入高，普通姜农难以承担。

（三）产业链条仍显薄弱，精深加工占比偏低

潍坊市生姜产业仍以鲜姜销售和初级加工为主，深加工转化率不足20%，产业链条短、附加值低的问题突出。全市大部分生姜加工企业以生产姜干、姜粉等初级产品为主，姜精油、姜黄素、生姜保健食品等高端精深加工产品占比不足5%，产品同质化严重，利润空间有限。产业上下游协同性不足，种植端分散的小农户与加工端龙头企业缺乏紧密的利益联结机制，企业难以获得稳定的优质原料，姜农也无法分享深加工环节的高附加值利润。

三、辐照脱毒技术的应用价值与研究基础

（一）技术核心原理与优势

辐照脱毒技术是以 $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线为核心辐照源的物理脱毒手段，其核心原理是利用射线的电离辐射作用，破坏生姜植株体内病毒的核酸结构（DNA或RNA），使病毒失去复制、转录和侵染能力，从而实现病毒灭活的脱毒目标。生姜茎尖分生组织细胞分裂速度快、再生能力强且病毒含量极低，是脱毒苗培育的最佳材料，通过精准控制辐照剂量和时间，既能有效灭活茎尖分生组织中的病毒，又能保证分生组织细胞的正常分裂和生长发育。山东农业大学的研究表明，刚收获不久的新鲜根茎（入窖一个月，生姜刚完成

圆头过程)比催芽后的根茎对⁶⁰Co-γ射线辐照敏感性更强,在同样辐照剂量下,前者的诱变效应远高于后者。15Gy-20Gy的辐照剂量是辐照新鲜根茎的适宜剂量,此时变异类型较多,并能达到一定的成苗率。该技术与传统脱毒技术相比,具有显著优势:

(二) 技术在潍坊的研究与实践进展

潍坊市联合潍坊市潍职大姜脱毒种苗研究院开展辐照脱毒姜苗培育研究,科研团队以当地主栽生姜品种为研究对象,经系统性攻关确定了适配的辐照技术参数:采用35-40Gy的⁶⁰Co-γ射线剂量辐照生姜茎尖分生组织,可实现95%以上的脱毒率,同时有效保留生姜植株的优良生长特性。

依托这一科研成果,潍坊已建成小型辐照脱毒姜苗试验培育基地,完成脱毒姜苗的实验室组培与小范围大田试种。试种区域集中在安丘、昌邑等核心产区,结果显示,辐照脱毒姜苗在当地土壤和气候条件下生态势良好,植株抗逆性、产量和品质均显著优于传统姜种,亩产较传统种植提升30%-40%,姜辣素含量提升20%左右,农药使用量减少35%以上。

(三) 技术对产业问题的解决路径

1. 破解种苗带毒难题,遏制种性退化

辐照脱毒技术通过精准辐照生姜茎尖分生组织,可有效灭活病毒,培育出无病毒的脱毒姜苗,从源头解决潍坊生姜种苗带毒问题。研究证实,⁶⁰Co-γ射线辐照能在生姜外部形态、细胞学特征、生理生化性状等方面产生显著诱变效应,经二代培育后的生姜生长势较初代明显恢复,可筛选出稳定遗传的优良变异株。潍坊的试种实践表明,脱毒姜苗种植后,植株生长势显著增强,株高、茎粗、分枝数均优于传统带毒苗,有效遏制了种性退化。当前文件内容过长,豆包只阅读了前82%。

2. 提升抗逆性,缓解连作障碍

采用辐照脱毒技术培育的脱毒姜苗,因去除了体内病毒,对姜瘟病、根腐病等土传病害的抗逆性大幅提升。试种数据显示,种植脱毒姜苗可减少农药使用量30%以上,既降低了姜农的农资投入成本,又减少了化学投入品对土壤的污染。脱毒姜苗能在连作地块正常生长,有效缓解长期连作引发的减产问题,打破潍坊生姜种植“连作-减产-滥用农药-土壤退化”的恶性循环。

3. 推动种业创新,助力产业链升级

辐照脱毒技术的研发与应用,弥补了潍坊生姜种业创新滞后的短板。通过建设标准化的辐照脱毒姜苗培育基地,可实现脱毒姜苗的工厂化、规模化培育,提高脱毒姜种的普及率。优质脱毒姜苗的规模化供应,能为潍坊生姜精深加工产业提供稳定、优质的原料,推动产业从“鲜姜销售”“初级加工”向“精深加工”“高端制造”转型。

四、辐照脱毒技术在潍坊生姜产业中的应用前景

(一) 技术研发持续深化,本地化适配能力提升

目前,适配潍坊当地生姜品种的最佳辐照剂量和处理材料已明确,未来将进一步优化技术参数,结合潍坊不同产区的土壤、气候条件,培育适配性更强的脱毒姜品种。随着科研攻关的持续

深化,将辐照脱毒技术与基因检测、分子育种等技术融合,可提高病毒检测精度和优良突变株筛选效率,推动脱毒姜苗培育向精准化、智能化方向发展。

(二) 培育体系逐步完善,规模化种苗供应能力增强

依托现有科研成果,潍坊正加快建设标准化的辐照脱毒姜苗培育基地,推动技术从实验室走向田间地头。未来将构建“科研院校+种苗研究院+种植基地”的育繁推一体化体系,以潍坊职业学院、潍坊市潍职大姜脱毒种苗研究院为技术核心,在安丘、昌邑、峡山等主产区建设二级繁育基地,实现脱毒姜苗的工厂化培育、规模化繁育。借助峡山区全国首个组培姜种产业化基地的经验,推动辐照脱毒姜苗与组培技术深度融合,降低培育成本,提高种苗供应能力。

(三) 产学研协同创新,技术融合应用趋势凸显

未来,潍坊将进一步深化“政产学研用”协同创新机制,推动辐照脱毒技术与其他现代农业技术深度融合。科研院校将与农业龙头企业、种植基地开展深度合作,将辐照脱毒技术与物联网智能环控、水肥一体化、区块链溯源等技术结合,构建生姜全产业链智慧种植体系;同时,将脱毒姜苗培育与基质栽培、生物质炭土壤改良等技术融合,形成“脱毒种苗+绿色种植”的综合解决方案。产学研协同创新将推动辐照脱毒技术在生姜精深加工领域的延伸应用,利用脱毒生姜的优质原料,开发更多高附加值的生姜产品,实现技术价值的最大化。

五、结论与展望

潍坊生姜产业凭借突出的种植优势、完善的产业布局及强劲的科技与政策支撑,已成为全国生姜产业标杆,但种苗带毒、种性退化、连作障碍等问题仍制约其高质量发展。辐照脱毒技术作为高效、绿色、可控的物理脱毒手段,能从源头破解核心瓶颈,在遏制种性退化、缓解连作障碍、提升产量品质等方面具有不可替代的价值。目前,该技术在潍坊已完成核心科研攻关,确定适配当地品种的技术参数并实现小范围试种,“智姜一号”等脱毒姜种的推广为姜农带来显著经济效益,获得市场广泛认可。未来,随着技术研发深化、培育体系完善、政策扶持加码及产学研协同推进,该技术将实现规模化、产业化应用,推动潍坊生姜产业向良种化、绿色化、标准化、品牌化转型,从“生姜大市”迈向“生姜强市”,为全国生姜产业发展提供示范,以产业升级带动乡村振兴,助力我国农业高质量发展。

参考文献

[1] 李淑敏. 济南市生姜产业发展现状与优化路径 [J]. 农业工程技术, 2025, 45(35): 118-120. DOI: 10.16815/j.cnki.11-5436/s.2025.35.054.

[2] 黄伟波, 杨瑶华, 翟家慧, 等. 昌邑生姜根腐病和茎基腐病影响因素及应对策略 [J]. 农技服务, 2025, 42(11): 87-92.

[3] 郑佳乐. 乡村振兴背景下莱芜生姜产业创新发展路径探索 [J]. 农村经济与科技, 2025, 36(06): 80-82.

[4] 黄世国, 彭玉珊, 孙兆奇. 莱芜生姜产业链品牌化建设存在问题及提升对策研究 [J]. 内蒙古科技与经济, 2025, (01): 95-98.

[5] 雷亚敏. 莱芜生姜全产业链价值增值机理与路径研究 [D]. 天津农学院, 2024. DOI: 10.27717/d.cnki.gtjnx.2024.000044.