

花椒产业发展现状与筛选技术研究展望

胡戴丽 马海芳 贺志强 温智惠 祝金辉 夏卫海
湖州学院智能制造学院, 中国·浙江 湖州 313000

摘要: 论文从花椒产业的产销情况入手, 分析了花椒产业的研究现状, 尤其是花椒筛选的现状。目前, 花椒的产业研究主要集中在基因、遗传、检测等方面, 缺乏对花椒筛选技术的研究。现有的花椒筛选技术存在效率低、成本高、效果差等问题。针对这些问题, 分别概述青花椒风筛式筛选技术和螺旋分选技术的特点, 为青花椒筛选技术研究提供借鉴。

关键词: 花椒; 筛选技术; 风筛式; 螺旋分选

The Development Status of Zanthoxylum Bungeanum Industry and the Research Prospect of Screening Technology

Daili Hu Haifang Ma Zhiqiang He Zhihui Wen Jinhui Zhu Weihai Xia

School of Intelligent Manufacturing, Huzhou College, Huzhou, Zhejiang, 313000, China

Abstract: Starting from the production and marketing of Zanthoxylum bungeanum industry, this paper analyzes the research status of Zanthoxylum bungeanum industry, especially the current situation of Zanthoxylum bungeanum screening. At present, the industrial research of Zanthoxylum bungeanum mainly focuses on genes, heredity, testing, etc., and there is a lack of research on the screening technology of Zanthoxylum bungeanum. The existing screening technology of Zanthoxylum bungeanum has the problems of low efficiency, high cost and poor effect. In view of these problems, the characteristics of air sieve screening technology and spiral sorting technology of green pepper were summarized, so as to provide reference for the research of screening technology of green pepper.

Keywords: Zanthoxylum; screening techniques; air screen type; spiral sorting

0 前言

花椒, 作为芸香科花椒属的落叶小乔木, 多年生植物, 在中国西南地区尤为常见, 主要分布于四川、重庆、贵州、云南等地。花椒的栽种面积已达到约 69.2 万公顷, 近年来全国的种植面积突破了 100 万公顷, 尤其在陕西、四川和重庆等地, 花椒的种植和研究已取得了显著进展。然而, 当前的研究大多集中在花椒的检测和基因领域, 关于机械化生产及筛选技术的相关研究仍显薄弱。花椒果实含有丰富的挥发油、黄酮类化合物及芳香油等成分, 具备促进消化、缓解疼痛等多重功能。其中, 花椒挥发油不仅具有抑菌、杀虫、抗氧化和抗肿瘤等药用效果, 还在镇痛方面表现出显著的疗效。因此, 花椒不仅以其独特的风味广泛应用于烹饪中, 也因其卓越的药用价值, 尤其在消化、止痛和抗炎方面的效果, 备受推崇。

花椒因其市场需求大、经济潜力高、生态友好且在健康药用等领域有广泛应用而受到国内外研究学者的关注。烟台中科先进材料与绿色化工产业技术研究院对花椒精油成分分析及其对四种植物病原真菌的抗菌作用进行了研究, 四川农业大学对青花椒抗性基因 *ZaMBF1* 家族的生物信息学

分析和逆境响应开展研究, 复旦大学附属闵行医院对花椒天然成分花椒素 (WGX-50) 的保湿性能及对人体皮肤屏障功能的影响展开了研究, 宁洪良等人采用无溶剂微波萃取法提取花椒精油为植物精油的提取提供借鉴。研究结果为青花椒的产业发展现状、筛选技术研究提供了参考依据。

花椒作为一种具有广泛经济价值和药用价值的植物, 近年来受到了国内外学者的广泛关注。然而, 当前关于花椒的研究主要集中在其化学成分、基因研究、生物技术和现代加工技术等领域, 对其机械化生产和筛选技术的研究却较为薄弱。尤其在花椒的筛选过程中, 传统筛选装置存在着时间较长、效率低、操作复杂以及对花椒果实的损伤较大的问题, 这些不足严重影响了花椒的生产效率和产品质量。

目前市面上的花椒筛选装置普遍缺乏高效、精确、自动化的技术手段, 且大多数设备操作繁琐, 难以满足大规模生产的需求。因此, 针对花椒筛选装置的改进和优化, 探索更高效、更智能的机械化筛选技术, 显得尤为迫切。未来, 结合现代自动化技术和先进筛选理论, 开发出低损伤、高效、精准且易于操作的花椒筛选装置, 将有助于提升花椒产业的生产效率, 推动其产业化进程, 为市场提供更高质量的花椒产品。

1 花椒筛选现状及问题分析

花椒筛选装置是用来对花椒进行清洗、筛选、分级、去杂等处理的设备。花椒筛选装置的结构和参数直接影响筛选效果、生产效率以及运行成本等多个关键因素。筛选装置是实现作业对象筛选、保障产品质量的关键技术装备,其结构和参数直接影响筛选对象的含杂率、损失率和清洁度,进一步影响其商业价值。为此,有必要对筛选装置的结构和参数进行研究与探索,寻找适合特定筛选对象的最佳参数组合。

国内外学者的研究主要集中在振动筛的性能优化和仿真研究,通过离散元方法 DEM、CFD 和 CFD-DEM 耦合方法等对风筛式振动筛进行仿真,探讨振动频率筛网材料筛面角度颗粒性质振动筛曲柄转速等因素对筛分效果的影响。

目前花椒筛选作业中使用的机械装置多为风筛式筛选装置,针对性不强,且未能考虑花椒脱粒物的多样性,多采用振动筛、风力筛选等机械手段进行分选,设备在分选时无法做到精准分级,导致花椒与杂质的分离效果差,这些问题导致了筛选效率低、损失大、工人负担重等问题。花椒筛选装置在花椒产业中的应用至关重要,不仅能够提高筛选效率,还能够保障产品的质量。随着市场对高品质花椒需求的增加,传统的筛选方法已不能完全满足现代化生产的要求。风筛式筛选装置尽管在一定程度上解决了花椒筛选的问题,但其存在的局限性逐渐暴露出来,尤其是在处理花椒脱粒物多样性和精细分级方面的不足,导致了筛选效果不理想。特别是花椒与杂质分离的效果较差,影响了花椒的纯净度和商业价值。现有的风筛式筛选装置虽解决了急需,但未能满足花椒产业的实际需求。花椒筛选装置在花椒产业中的应用至关重要,不仅能够提高筛选效率,还能够保障产品的质量。为了克服这些问题,研究人员开始关注新型筛选技术的开发与应用。螺旋分选装置作为一种新的替代技术,通过旋转螺旋带的方式,将物料通过离心力实现分选,具有较高的分级精度。螺旋分选装置能够更好地应对花椒筛选过程中物料密度差异大的问题,减少花椒与杂质的混杂,提升筛选效率。此外,螺旋分选技术能够通过优化螺旋带的设计、调整旋转速度和角度,实现对花椒的精准分级,使花椒产业的生产效率和产品质量得到显著提升。随着螺旋分选技术的不断优化与发展,未来有望成为花椒筛选作业中的主流技术,推动整个花椒产业的现代化进程。

2 风筛式花椒筛选技术研究

风筛式花椒筛选技术是一种高效的花椒筛选方法,主要依赖气流的作用来实现花椒与杂质的分离。风筛式技术常用于花椒的初步筛选和精细筛选,能够有效地去除杂质,如尘土、叶片、小枝条等非花椒物料,提升花椒的质量和加工效率。风筛式花椒筛选技术主要通过调整气流的速度、压力和方向来实现花椒与杂质的分离。花椒本身较重,而杂质通

常较轻,通过风力的作用,轻质杂质会被气流吹走,而花椒则由于其重量较大,保持在筛网或筛选装置内。风筛式的设计研究侧重于提升分离效果,优化气流通道、风机配置以及筛网布局等。近年来,风筛技术在花椒筛选中得到了广泛应用,特别是在大规模生产和加工方面。随着智能化技术的发展,风筛设备的自动化智能化控制系统逐渐进入市场,能根据花椒品种和杂质的类型自动调整筛选参数,进一步提高分离效果。

目前花椒现有的筛选技术多采用多级风选系统或逐级调整风力,以便对不同类型的杂质进行分级处理。但是,风筛式装置受风力控制因素影响,处理物料的种类和颗粒范围有限。对于粒径相近或密度相似的颗粒,分离效果不如机械筛分好。尤其是当物料粒度较小或者颗粒之间的密度差异不大时,气流可能无法产生足够的分离效果。

随着智能化技术的发展,风筛式花椒筛选装置的控制系統逐步趋向自动化与智能化。研究人员正在探索如何将人工智能、大数据分析等技术应用于风筛系统,通过实时监控和调节参数,自动优化筛选过程,从而提高筛选效率和稳定性。

风筛式花椒筛选技术不仅能够有效去除轻质杂质,还能通过调整气流速度、压力和方向,实现对不同粒径和密度的花椒及杂质进行精细分离。这种技术特别适用于大规模生产,在提高花椒纯净度的同时,能够保持较高的生产效率。相较于传统的筛选方法,风筛具有更好的适应性,能够处理颗粒形态各异、混杂物较多的物料,从而提升花椒的质量,减少人工干预,优化整体生产流程。

随着智能化控制系统的逐步完善,风筛技术的自动化水平持续提升,这些系统能在生产过程中通过大数据分析优化气流控制,调整筛选参数,确保筛分效果的稳定性和一致性。此外,自动化的监控系统还能够实时反馈设备运行状况,预防故障,延长设备使用寿命。然而,风筛技术的高初期投入和对设备维护的要求依然是限制其推广的因素。随着相关技术的不断创新,未来风筛设备将更加智能、高效,逐步克服现有的局限,推动花椒行业的绿色、智能化发展。

3 螺旋分选的花椒筛选技术研究

螺旋分选是通过螺旋形状的分选装置对物料进行分离的过程。它基于物料在螺旋曲面上运动时的物理特性差异,利用离心力、摩擦力等因素的影响,实现不同物料或颗粒的分选。在螺旋分选过程中,物料沿着螺旋轨迹移动,并通过物料间的物理差异(如密度、形态、表面特征等)进行分离。螺旋分选装置的设计原理深刻依赖于颗粒物料在螺旋曲面上运动特性,特别是物料的摩擦系数、形状、表面粗糙度等因素对分选效果的影响。在农业颗粒物料的分选过程中,不同物料的物理特性差异为高效分选提供了基础。例如,小麦、大豆和花椒等物料中的杂质通常具备与主要物料不同的

形态和表面特征,这些差异直接影响其在螺旋分选装置中的运动速度和分离效果。螺旋分选装置通过充分利用这些物理特性差异,可以达到高效分选的目的,特别是在对形态差异显著的物料进行分离时,以花椒为例,花椒籽的表面较为光滑且呈球形,而杂质如枝条、叶片、刺等表面较粗糙且形状不规则。这些形态差异使得杂质颗粒在螺旋分选装置中的摩擦系数较大,导致其运动较慢,最终沿着内螺旋线被排出。相对而言,花椒籽由于表面光滑,摩擦系数较小,能够快速通过离心力作用沿外螺旋曲面排出。结合风筛式分选,螺旋分选能够进一步提高分选精度,精细化分离不同物料。

本研究团队在探索青花椒分选技术的过程中,深入分析了青花椒各组分(如果皮、刺、秆、叶和含籽椒)之间的摩擦特性和形态差异,成功设计并试制了螺旋分选装置,结构如图1所示。研究表明,由于青花椒不同部位的摩擦系数差异,螺旋分选装置能够利用物料在表面上的不同运动特性实现高效分离。经过烘干筛选后,青花椒的果皮、含籽椒由于表面光滑、摩擦系数较低,能迅速沿螺旋曲面排出,而枝条、叶片和刺等杂质则因表面粗糙、形态不规则,运动较慢,容易被剔除。该技术有效提高了青花椒的纯度,显著降低了人工筛选的成本。此项技术为低成本、高效的青花椒分选提供了新的解决方案,推动了农业物料分选领域的技术创新,对提高农业生产效率和优化物料分选工艺具有重要的参考价值。

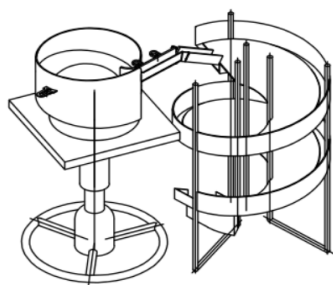


图1 试制的螺旋分选装置结构示意图

4 结语

论文通过对花椒产业的产销现状进行分析,详细探讨了当前花椒产业的研究进展,尤其是花椒筛选技术的发展现状。目前,花椒产业的研究重点主要集中在基因、遗传学以及检测技术等领域,而在花椒筛选技术方面的研究相对不足。现有的花椒筛选技术普遍面临着效率低、成本高和分选效果不理想等问题,这在一定程度上制约了花椒产业的进一步发展。为了解决这些技术瓶颈,论文详细介绍了青花椒风

筛式筛选技术和螺旋分选技术的基本原理和特点,重点阐述了这两种技术在提高筛选效率、降低分选成本方面的潜力。通过对比分析,为未来青花椒筛选技术的进一步研究与创新提供了重要参考,并为提高花椒筛选效率、优化生产流程、降低成本提供了切实可行的解决方案。这将有助于推动花椒产业技术的提升,并促进相关筛选技术在农业生产中的广泛应用。

参考文献:

- [1] 梅小飞,伏晴晴,徐富慧,等.花椒干制技术的研究进展[J].美食研究,2024,41(2):70-76.
- [2] 刘春秋,吕雪梅,邓涛.对中国花椒产区营销工作的几点思考——以中国花椒之乡江津花椒为例[J].山西农经,2023(18):173-175.
- [3] 吴振,李红,杨勇,等.基于无机元素的花椒产地溯源和品种聚类分析[J].食品科学,2019,40(16):213-219.
- [4] 中国产业研究院.2019—2025年中国花椒行业供需趋势及投资潜力研究报告[R].2019.
- [5] 邵利华,陈曙光,陈乐乐,等.花椒挥发油化学成分及药理作用研究进展[J].山东中医杂志,2024,43(2):197-205.
- [6] 李承钊,刘玉杰,王伟峰,等.花椒精油成分分析及其对四种植物病原真菌的抗菌作用[J].湖北农业科学,2024,63(12):62-66.
- [7] 王寒亭,张雨,李豪,等.青花椒抗性基因ZaMBF1家族的生物信息学分析和逆境响应研究[J].四川农业大学学报,2023,41(4):592-601.
- [8] 贺燕妮,李海洋,曾义斌,等.花椒天然成分花椒素(WGX-50)的保湿性能及对人体皮肤屏障功能的影响[J].中国美容医学,2024,33(12):6-10.
- [9] 宁洪良,郑福平,孙宝国,等.无溶剂微波萃取法提取花椒精油[J].食品与发酵工业,2008,34(5):6.
- [10] 毛广卿,罗琼.螺旋配麦器的研制与试验[J].粮食与饲料工业,2017(11):13-16.
- [11] 高瑞杰.深海采矿扬矿管内高速螺旋流的数值模拟与仿真[D].赣州:江西理工大学,2016.
- [12] 葛家君,江润平,张光伟,等.煤气化细渣残炭分选技术及其产物特性研究[J].中国煤炭,2024,50(12):204-212.
- [13] 王丽娟,王世兰,王伟,等.螺旋分选机在高炉灰分选系统中的应用[J].有色冶金设计与研究,2019,40(6):19-21+33.
- [14] 庞有智,李一帆.螺旋分选机分选工艺参数研究[J].机械管理开发,2023,38(2):45-46+52.

作者简介:胡戴丽,女,中国湖南衡南人,本科,从事机械设计制造及其理论研究。