

# 果蔬清洗加工技术和设备的研究进展

程江帆 李旭 涂建东 郭翔 杜铮

武汉市农业科学院农业机械化研究所,湖北武汉 430345

**摘要:**随着净菜行业的发展,果蔬清洗作为净菜产业加工中的关键一环,其技术的研究发展愈加受到重视。基于此,分析了常见果蔬清洗技术和设备的研究现状,提出对清洗过程中的工艺参数要精细化研究,以及对多种清洗技术的协同作用条件研究的建议;根据当前市场需求,介绍了果蔬无水清洗技术和果蔬清洗设备技术规范的研究现状,提出要加强果蔬无水清洗技术的研究,同时给出要对果蔬清洗设备的清洗性能检测及评价标准优先开展研究的建议。

**关键词:**果蔬清洗技术;无水清洗;标准化;现状;建议

**中图分类号:**TS255.3

**DOI:** 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.03.005

## 0 引言

在当前快节奏的生活和工作中,外卖是不少人解决一日三餐的首选。随着健康饮食理念的深入人心和对生活品质的追求,净菜、鲜切果蔬等可直接食用或烹饪的半成品具有新鲜营养、安全卫生、方便快捷等优点,满足了当前的消费新需求,形成市场新风尚。净菜相较于传统果蔬售卖形式,这种从田间地头直达餐桌的新业态,大大提高了果蔬的附加价值,延长了产业链,增加了经济效益。净菜行业的火热发展对新鲜优质果蔬的采摘、分级、清洗、整修、保鲜、运输等各环节也提出了更高要求。果蔬清洗是净菜产业加工中的关键一环,对果蔬清洗技术和设备的研究应用也要随市场的新需求进而“升级换代”。本文对果蔬清洗技术和设备的研究现状作了介绍并提出建议,探讨了当前在无水清洗技术和果蔬清洗设备技术规范方面研究不足情况,旨在为果蔬清洗技术在净菜产业中的应用和研究提供参考。

**基金项目:**湖北省农机装备补短板核心技术应用攻关项目(HBSNYT202218)

建立质量控制记录、定期设备维护、内部审核和改进、处理不合格品的措施,都有助于维护黄芪种子的质量和客户信任。全面的质量管理方法有助于改进生产过程,减少浪费和提高农业效益。

## 参考文献:

- [1] 王亚龙,马慧萍.黄芪种子播前处理技术优选试验[J].农业科技与信息,2023(1):69-71.
- [2] 胡梦媛,王家洋,杨慧,等.不同机械碾磨处理对草木樨状黄芪种子发芽特征的影响研究[J].草原与草业,2022,34(4):38-41.

## 1 常用果蔬清洗技术和设备的研究现状及建议

### 1.1 常用果蔬清洗技术和设备的研究现状

当前国内对果蔬清洗技术和设备的研发重心主要集中在:一是清洗目的主要是去除果蔬外表面上附着的泥土、虫卵、杂质、腐烂物等肉眼可见的污物,清洗功能和达到的效果较为单一;二是着力提高设备清洗效率,节能节水等性能,解决果蔬在清洗过程中遭到的机械损伤问题,但未重视果蔬自身生理生化特性改变对品质的影响;三是出于成本原因,强调设备的通用性,一套清洗设备所清洗加工的果蔬品类过多,但未重视清洗设备专用性对果蔬清洗效果的提升和对品质的影响等。此外不少果蔬加工企业、设备生产企业因规模和产值不大,更关注于优化生产线、提高设备自动化程度、完善清洗工艺等方面,对进一步提升清洗效果的自主研发意愿不强,资金投入力度不足,采用的技术和设备主要处于跟随发展状态。

目前市面上的设备采用的清洗技术,大多也较

- [3] 张松林,王晓宇,郭俊霞,等.不同温度和水分组合对川黄芪种子萌发和生理活性的影响[J].分子植物育种,2023,21(3):966-977.
- [4] 许世明.浅析黄芪生产中存在的问题及解决途径[J].农业开发与装备,2021(11):171-172.
- [5] 王慧杰,冯瑞云,梅超,等.野生抚育蒙古黄芪生长年限对植株性状与种子质量的影响研究[J].中药材,2021,44(10):2257-2261.

**作者简介:**常芳红,女,1988年生,农艺师。研究方向为农业生态与资源保护。

为传统常规,应用功能单一。其采用的清洗方式主要包括:滚筒式、毛刷式、高压喷淋式、气浴式、超声波空化式、淹没水射流式等。其原理是在水溶液中利用滚筒、毛刷、水流运动、产生气泡等不同方式,通过相互间的摩擦力、水流冲击、气蚀、气泡爆破等作用,来去除果蔬表面附着的污物,完成清洗要求。采用这些清洗方式的优点在于:清洗设备结构较简单、操作简易方便、适用性较强,对瓜果、茄果、块根块茎类、叶类等蔬菜都有较好的清洗效果,但也有果蔬会部分损伤、存在褶皱和凹坑清洗盲区、耗水耗能较大等方面的问题。

## 1.2 常用果蔬清洗技术和设备的研究建议

随着净菜、鲜切果蔬等行业迅猛发展,带来了新的消费需求。要提高市场竞争力,在果蔬产业深加工中,清洗概念就不能只停留在解决果蔬外观洁净问题上,对清洗技术的研发和应用就要以果蔬的品质和安全这些市场核心需求为导向。进一步的提升清洗效果,增加果蔬产品加工的附加价值,获取更大的经济效益。本文认为可在当前常用果蔬清洗技术和设备的基础上,从以下两个方面展开进一步的研究。

### 1.2.1 对清洗过程中的工艺参数要精细化研究

果蔬进行清洗处理后,其品质会受到影响,原因在于选用不同清洗工艺参数时,新鲜果蔬自身的生理生化特性会发生改变:呼吸率加快,细胞壁和叶绿素损坏,甜度酸度变化,生成色素,氧化褐变,水分和香味挥发物丢失等等,这些特性变化会造成新鲜果蔬软化干瘪、加速成熟衰老、营养成分损耗过大等问题。最终果蔬的品相和味道变差、品质降级、货架期缩短、经济效益变低。清洗过程中的工艺参数主要有:清洗时间、清洗温度、作用力的方式以及清洗溶液的pH值、硬度和矿物质含量等参数<sup>[1]</sup>。若在清洗过程中选择合理的工艺参数,将减小对果蔬生理生化特性变化的影响,最大程度的保证果蔬品质。

因此,对清洗技术和设备的研究应用可以选择当地的优势果蔬品种,针对该品种所具有的生理生化特性,不断试验探索,分析优化出一套最佳的清洗工艺参数,进而建立不同种类果蔬的清洗技术工艺参数数据库,为后续研发专用果蔬清洗设备提供数据支撑。目前关于优化果蔬清洗工艺参数这方面的研究应用较少:尹义蕾等<sup>[2]</sup>使用多槽自动输送式蔬菜清洗机确定了樱桃番茄的合理清洗工艺参数,为工业化生产中的樱桃番茄清洗杀菌工艺提供参考。沈慧敏<sup>[3]</sup>对荷兰芹的清洗杀菌工艺进行改进,确定了合适的清洗工艺参数,使荷兰芹外观口味俱佳、保存期更长,提升了清洗效果。Sheng Xiang Chen

等<sup>[4]</sup>通过测定清洗工艺前后水样,优化鲜茶叶的清洗工艺参数,改善茶叶的感官品质,显著降低茶叶中苦涩味物质的含量。

### 1.2.2 对多种清洗技术的协同作用条件研究

果蔬采摘后进入净菜加工清洗阶段时,影响其品质和safe的主要因素有:一是果蔬在种植和养护过程中,农药残留值超标现象时有发生,若不进行去除处置,将存在食品安全风险;二是果蔬表面本身就附着有大量微生物,不进行微生物抑制灭杀,果蔬易腐败变质,使得品质劣化,特别是某些有害生物滋生会对人体产生危害。三是果蔬为便于清洗,会对不符合规格要求的果蔬进行切割、分块等预处理操作。在清洗时切面接触到空气和水、被微生物侵染后,若不做针对性处理,不仅会造成营养成分损失,切面还会产生氧化变色、软化易腐烂等问题。因此,果蔬的清洗既要去除外表面的泥沙,杂质,保证外观洁净;又要去除农药残留,消毒杀菌,抑制微生物,从而保持果蔬品质。

为达到更好的洁净、杀菌、灭酶效果,对果蔬的清洗宜采用多种清洗技术协同使用。通常是在清洗液中添加化学杀菌剂,清洗与消毒同时进行,最后经过净水冲洗转到下道工序。常用化学方式主要包括:酸性电解水清洗、含氯杀菌剂、有机酸清洗、臭氧水清洗、钙盐溶液清洗等。这种在机械清洗过程中联合化学剂清洗的方式,优点是操作简单、快捷方便,能有效抑制灭活微生物,保持果蔬品质,但清洗过程中难免有化学物残留,有潜在的安全风险。可采用机械清洗联合物理处理的方式来避免该问题,主要包括:超声波清洗、热处理清洗、辐照、紫外光等。此外还有些高新技术,因设备要求高,价格昂贵、适用性低,故而实际应用较少,包括超高压杀菌技术、脉冲光技术、脉冲电场技术、冷等离子技术等。

果蔬清洗不论是采用哪种处理技术,在去除农药残留、抑制灭活微生物方面,都有其特定的作用效果和适用范围,若多种清洗技术协同使用,则能极大强化清洗效果。但不同的清洗技术对果蔬自身的生理生化特性也会造成不同影响,在保证清洗效果的同时也要考虑到对品质变化产生的影响。比如:联合热处理清洗,短时高温加热能有效抑制灭活微生物,但会流失营养成分、使色泽口感变差等;联合紫外线清洗,不仅能抑制微生物还能促进花青素等有益化合物合成,但果蔬易形成组织损伤,导致品质等级下降;联合二氧化氯清洗,利用强氧化性可以高效杀菌,但叶菜易发黄褪色,切口褐变等。因此,对清洗技术的研究应用,要以果蔬的生理生化特性为基础,来确定合适的清洗方式,合理的实施强度,优化

的清洗工艺参数,特别是多种清洗技术的协同作用条件及机制是重中之重,发挥不同技术的优势,降低负面作用,确保在完成清洗要求的基础上尽量减少对品质的影响。

### 1.3 工艺参数优化和清洗技术协同使用的应用

结合上述对清洗过程中的工艺参数优化和多种清洗技术的协同使用,武汉市农业科学院农业机械化研究所研制了一种专用莲藕清洗机,见图1。该莲藕清洗机采用高压喷淋联合化学杀菌剂的清洗方式,结合企业使用环境,分夏冬两季根据莲藕泥巴附着情况,设定对应的清洗工艺参数,实际应用结果表明能有效清洗莲藕外表面和抑制微生物,满足企业清洗加工需求。



图1 莲藕清洗机

## 2 果蔬无水清洗技术的研究现状

### 2.1 果蔬无水清洗技术的需求情况

随着净菜行业的持续火热,越来越多的果蔬品类被开发成净菜,而一些新品类果蔬因自身特性,产生了新的清洗需求,进而对清洗技术的研究应用也提出了新要求。就当前而言,果蔬的清洗通常是采用水洗联合其他方式进行,对无水清洗技术关注较少。但一些果蔬存在“不能水洗、没条件水洗、没必要水洗”的问题,主要有:

一是果蔬经过水洗,外表面自带的蜡质保护层被破坏后,就容易变质腐坏,不利于存贮、运输。有些果蔬在水洗过程中还会吸附一定水分,导致自身含水量增加,品质下降。

二是一些果蔬产地水资源匮乏,水清洗难以大规模机械化进行,无法满足大批量的清洗加工要求。

三是某些瓜果类是直接和田间地头完成转运,只需外表面清洁,能满足品质分级检测即可,若用水洗费时费力,经济效益不高,同时水清洗设备也多不适应田间作业。因此对果蔬无水清洗技术的研究确有必要。

### 2.2 果蔬无水清洗技术的研究进展

目前无水清洗技术多用于精密仪器清洗,适用于果蔬无水清洗这方面的研究应用较少,现采用的无水清洗原理主要有:非水溶液作清洗介质(乙醇、

高密度CO<sub>2</sub>、干冰颗粒等)、高速气流吹扫、毛刷接触清理、超声波清洗等方式。为保证清洗效果常采用多种清洗方式联合使用,智颢<sup>[5]</sup>分别采用乙醇—超声清洗和高密度CO<sub>2</sub>清洗2种无水清洗方式对葡萄干清洗,结果表明葡萄干的清洁度较高,外表皮破损小,清洗效果良好;褚宏奎<sup>[6]</sup>利用高压空气射流对鲜杏进行无水清洗,设计了系列喷嘴结构,优化工艺参数,从而提升清洗效果和工作效率;吴业北<sup>[7]</sup>设计制造了双螺旋式毛刷装置,优化刷丝直径和长度,外表面清洁度能满足机器视觉检测的要求,实现哈密瓜输送过程的无水清洗,见图2。李浩<sup>[8]</sup>研发了一种核桃喷砂清洗机,无需用水,不加任何添加剂,利用高速喷砂冲击能有效清洗核桃壳表面,不影响核桃果仁,见图3。



图2 双螺旋毛刷清洗机



图3 核桃喷砂清洗机

## 3 果蔬清洗设备技术规范的研究现状

### 3.1 果蔬清洗设备技术规范存在的问题

随着净菜的推广普及,各省市地方、国家部委相继发布净菜行业标准如:GB 31652—2021《食品安全国家标准 即食鲜切果蔬加工卫生规范》、JB/T 13260—2017《净菜加工设备》、NY/T 1987—2011《鲜切蔬菜加工技术规范》等系列标准规范。清洗作为净菜加工中的重要环节,涉及到清洗的现有规范标准尚有不足,尤其是果蔬清洗设备清洗性能方面。

市面上销售的果蔬清洗设备,品类繁多,采用的清洗技术也不尽相同,尽管各类清洗设备的研发生

产已初具规模,但是设备清洗性能要求,效果表现等方面并没有系统、科学、有效的评定标准和技术规范,标准体系尚不健全。通常是设备企业根据生产需要,自行制定的内部标准,经由第三方机构进行相应的洗净检测,出具设备性能报告。由于市面上各企业清洗设备的清洗性能要求、检测方法、样本选取等方面存在差异,使得各自的清洗检测报告互不认可,企业内部标准更无法通用,这对果蔬清洗设备行业的发展不利。同时相关标准的缺失使得果蔬加工企业,在选购清洗设备时缺少参考及依据,依赖于厂家宣传,对清洗性能评价及选取缺乏科学方法,易导致各加工企业的果蔬清洗加工水平参差不齐,产品品质良莠不齐,不利于果蔬加工产业的发展;最后,技术规范的缺失也不利于清洗设备的研发设计,标准不统一使得设计人员在设计产品时无法定量比较设备性能的优劣,做出的改进优化也缺乏可靠依据。

现有的标准数量和质量均不足,规范化程度不高,已发布的果蔬相关清洗标准主要有:GB/T 24691—2022《果蔬清洗剂》、SB/T 10938—2012《果蔬清洗机》、NY/T 2135—2012《蔬菜清洗机洗净度测试方法》等。上述标准明确了对清洗机的质量要求,电器、机械安全要求,卫生要求,外观要求,装配要求等技术要求,以及对清洗过程中添加的清洗剂作出相应规定。但已有标准对清洗设备的清洗性能未作出定量指标要求,在性能试验中,样本的选取与制备、测试条件的设置、测试方法的实施也过于简略,由此得到的测试结果并不能很好的区分评定不同清洗设备的清洗性能。此外,当前果蔬清洗这方面的研究多是碎片化,对果蔬清洗设备的清洗性能检测和评价标准的研究成果不足,可供参考较少。徐慧等<sup>[9]</sup>研究编制出家用果蔬净化清洗机洗净性能测试方法的标准,解决因洗净性能评价差异带来的设计问题;王莉等<sup>[10]</sup>研究给出蔬菜清洗耗水性能测试方法和数学模型,为清洗标准的制定提供了理论依据;金会生<sup>[11]</sup>分析了净菜产业标准建设发展,提出了行业标准化建设范围及对策建议等。

### 3.2 果蔬清洗设备技术规范的研究建议

果蔬清洗加工技术和设备的发展不单单需要研发设计上的创新突破,标准规范的引领亦不可或缺。而果蔬清洗环节中设备的清洗性能是清洗加工结果的直接体现,且具有较多可定量评价的指标(农药残留去除率、清洗后品质等级、营养成分损失等)。因此对相关标准规范的研究,可从果蔬清洗设备的清洗性能检测及评价标准处优先开展研究,针对以下5方面展开:适用范围、清洗性能指标、样本的选取

与制备、性能检测条件和方法、结果检验等,以期尽快取得一定成果,为行业的快速发展保驾护航。

## 4 结语

随着净菜、鲜切果蔬产业的快速发展,对果蔬的品质和安全要求愈加高。清洗作为产业加工中的重要一环,需要进一步加强对清洗技术和设备的研究应用。一是清洗方式要多样化,清洗宜采用多种清洗手段联合使用,以加强清洗、杀菌、去农残留效果。同时提高清洗设备的专用性,针对不同类型的果蔬,根据自身的生理生化特性,优化工艺参数,以满足更高清洗要求;二是针对果蔬的无水清洗技术和设备研究应用较少,可结合特定市场需求,进一步探索新型清洗方式;三是清洗设备不论是研发设计,还是加工企业实际使用,都不能缺少相应的规范标准来引领,需加快对果蔬清洗设备清洗性能检测及评价标准的研究。

### 参考文献:

- [1] 王莉. 淹没水射流清洗机清洗蔬菜的作用原理与运动分析[J]. 农业工程学报, 2007(6):130-135.
- [2] 尹义蕾. 樱桃番茄清洗杀菌工艺优化[J]. 农业工程学报, 2012, 28(18):275-280.
- [3] 沈慧敏. 荷兰芹清洗消毒工艺改进[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(1):118-121.
- [4] Chen Shengxiang, Luo Jinlong, Li Pinwu, et al. Study on the effect of cleaning technology of fresh tea leaves on the quality of green tea[J]. Materials Science Forum, 2020(15):160-167.
- [5] 智颀. 无核白葡萄干无水清洗工艺的研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2018.
- [6] 褚宏奎. 鲜杏无水清洗喷嘴的研究设计[D]. 石河子:石河子大学, 2017.
- [7] 吴业北. 双螺旋式哈密瓜全表面无水清洗装置设计研究[D]. 石河子:石河子大学, 2017.
- [8] 李浩. 核桃喷砂清洗机的研制[D]. 云南:昆明理工大学, 2018.
- [9] 徐慧, 亓新, 蒋卓华, 等. 家用果蔬净化清洗机洗净性能测试方法的标准研究[J]. 中国标准化, 2019(1):144-148.
- [10] 王莉, 尹义蕾, 吴政文, 等. 蔬菜清洗机耗水性能测试方法[J]. 农机化研究, 2014, 36(5):173-179.
- [11] 金会生. 净菜产业标准化建设发展分析[J]. 中国质量与标准导报, 2023(2):33-36.

作者简介:程江帆,男,1991年生,硕士,工程师。研究方向为蔬菜机械化生产技术与装备。杜锋(通讯作者),男,1981年生,硕士,高级工程师。研究方向为蔬菜机械化生产技术与装备。