

鱼类初加工装备关键技术研究进展

隗立昂, 李 璐, 马若飞, 白圣贺, 张爱国, 牛 康

(中国农业机械化科学研究院集团有限公司土壤植物机器系统技术国家重点实验室, 北京 100083)

摘 要: 预处理作为鱼类深加工的前序工序, 其效果直接影响鱼类机械化加工效率和产品品质。本文围绕去鳞、去头、去脏等鱼类初加工关键工序, 阐述各工序工作原理、技术特点及研究动态。基于归纳各项初加工技术, 对比分析国内外鱼类初加工技术与装备研究现状, 提出了鱼类预处理加工技术未来的发展方向。

关键词: 鱼; 初加工; 去鳞; 去头; 去脏

中图分类号: S985.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-2154 (2023) 01-0002-06

0 引言

我国是水产大国, 2021 年全国水产养殖产量为 5.39 亿 t, 其中鱼类占比超过 52%, 在水产品加工方面, 2021 年全国用于加工的水产品总量达 2.52 亿 t, 同比增长 1.84%^[1]。鱼类因其肉质鲜美、营养丰富深受人们喜爱, 但随着经济快速发展, 活鲜鱼已不能满足快节奏的生活习惯^[2-3]。近年来, 鱼类加工食品因营养全面、再加工方便等优势深得人们认可。目前, 我国鱼类养殖规模已居世界前列, 但鱼类加工食品的加工环节薄弱, 直接影响了鱼类加工的机械化、智能化发展。

预处理作为鱼类产品加工的前序工序, 其效果直接影响鱼类机械化加工的效率和加工后的产品品质。鱼类预处理过程主要包括去鳞、去头、去脏等关键工序^[4-5]。国内的鱼类初加工设备研究起步较晚, 上世纪 60 年代以前鱼类加工过程基本靠手工完成, 不但加工速度慢, 还无法满足卫生要求^[6]。80 年代我国涌现出一大批鱼类初加工机械装备, 包括鲜鱼去头机、去鳞机等, 尽管这些机械装备在原理和结构上与国外设备基本相似, 但机器本身性能较差, 且当时劳动力丰富, 未被经济市场使用^[7]。在我国大多数地区, 除少数环节应用自行研制的机械外, 其余环节仍以人工为主^[8]。

目前, 我国关于鱼类初加工机械的相关研究仍处于理论设计和试验阶段。我国鱼类初加工机械的速度、精度和智能化水平较发达国家仍有一定差距, 必须针对各项关键技术逐项突破。鱼类初加工是一个系统工程, 主要包括去鳞、去头、去脏 3 个环节^[9], 各环节紧密关联, 互相影响。要获得较高的初加工产品, 即好的加工成功率、较低的物料损失率和较高的鱼类产品感官评分值等, 必须追求每个环节的精密, 即提升每个环节的加工和检测水平。提高各工序装备机械水平和各工序间的联系配合是提高鱼类初加工机械化水平的主要途径。本文围绕鱼类初加工全过程, 综述去鳞、去头、去脏 3 个环节中加工和检测技术的国内外研究及应用现状, 总结差距, 指出国内鱼类加工技术未来的发展方向。

1 去鳞技术

去鳞是鱼类前处理加工中不可或缺的一部分, 同时也是保证后续鱼类产品口感与质量的重中之重。目前我国的鱼类初加工正处于发展阶段, 对于去鳞装备和技术的稳定性及效率等方面还存在很多不足。作为鱼体初加工中较复杂的一道工序, 根据鱼的种类和产品品质要求, 去鳞机的去鳞需求也不同, 通常鱼体中部和尾部等大面积鳞片被要求去除, 而鱼鳍覆盖区域的鳞片可视产品品质和机械状态选择性

收稿日期: 2022-09-30

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2019YFD0901801)

作者简介: 隗立昂 (1999—), 男, 助理工程师, 主要从事自动检测与控制研究。E-mail: 15901070314@163.com

通讯作者: 牛康 (1987—), 男, 高级工程师, 主要从事农业机械设计及应用研究。E-mail: niukag@163.com

去除。针对不同鱼类和同一鱼类的不同身体部位,去鳞的难易程度也有所不同。王玖玖等^[11]开展了影响鱼鳞生物结合力和去鳞效果各种因素的研究,该研究表明鱼鳞的生物结合力与鱼的品种、鱼的不同身体部位等因素有关,且最大结合力位于鱼腹、鱼尾和鱼头等处。吕飞等^[12]对去鳞加工时应着重注意的位置进行了探索。

目前国内外去鳞的方法主要是机械式去鳞,机械式去鳞方法又分为滚筒式、射流式、弹簧式等。目前国内比较常用的方法主要有滚筒式去鳞和基于搓擦原理的刷式去鳞。国外主要针对海鱼进行了去鳞设备的研制,包括德国 Baader 公司的 IS069 型高速去鳞机、丹麦 Kroma 公司的 SCALEMASTER 的 1 500 型去鳞机、比利时 Cretel 公司的 RS25 型手动去鳞机等。除此之外还有学者提出使用其他方法研究鱼鳞去除,如吕飞等^[10]提出了使用木瓜蛋白酶对鱼皮进行去鳞的方式,这种方式适合在鱼经过特殊工艺处理后得到带鳞鱼皮的情况下对鱼皮进行无损伤的去鳞。而针对于大多数应用场景,机械式去鳞仍是主要的去鳞方式。

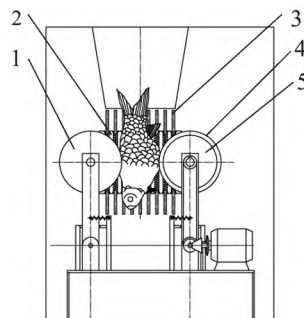
目前最简单的去鳞机械工具主要是手持式去鳞工具,去鳞过程中由特殊结构的金属部件快速旋转产生的去鳞力,在手持的过程中调整角度从鱼尾到鱼头逆着鳞片的方向向上刮去鳞片。张均波等^[13]对手动去鳞机理进行了分析,并开展了机械式去鳞技术的研究,针对滚筒式去鳞机械进行了原理分析和鱼在筒内的运动分析,有效确定了滚筒式去鳞机械的各项参数和去鳞率的关系,确定了滚筒式机械去鳞的有效性。而后郑晓伟等^[14]设计了一种多段滚筒去鳞装置,采用了 4 种不同的去鳞结构件,并对不同部件在相同工作条件下的鱼体损伤程度进行了比较,确定了多段滚筒去鳞机械的设备参数。

滚筒式去鳞机械是一种比较传统,自动化程度高的去鳞机械,国外的去鳞机械主要还是滚筒式去鳞,如图 1 所示,这种去鳞机主要是将去鳞结构件铆接或焊接在滚筒的内壁,通过鱼体与机构件的摩擦还有鱼体之间的摩擦起到去鳞的效果,通过调整滚筒的转速和倾角保证去鳞的效果^[15-17]。适合于鱼鳞结合力较小或鳞片较大、易去除鳞片的鱼,对于白鲢这种鳞片较小的鱼不太适用。



图 1 滚筒式去鳞机

针对去除鱼类小鳞片的问题,王玖玖等^[9]开展了一种以弹簧刷为主要去鳞结构的去鳞设备的研究,针对 3 种不同的鱼研究弹簧外径、去鳞刷直径等不同参数对去鳞效果和鱼体损伤的影响,最后确定了白鲢去鳞时弹簧外径、去鳞刷转速、去鳞刷直径的最优参数组合。在此之后程世俊等^[18]开展了连续式弹簧刷去鳞机的研制,首次将弹簧刷去鳞方式与连续式加工方式相结合,该机械具有对鱼体损伤效果小、去鱼鳞效果稳定等特点。但是存在辊式弹簧刷的去鳞缺陷,即鱼背和鱼腹部的鳞片不能完全去除。刘敬等^[19]设计了一种自动去鱼鳞内脏的一体机,该机器的去鳞机构设计采用柔性仿鱼形的去鳞辊,并且将去鳞辊与可滑动的滑块连接,通过压力弹簧感应鱼体提供的压力,从而调节去鳞辊的间距以适应不同的鱼体。解决了去鳞辊去鳞的死角。莫盛秋^[20]发明的整鱼去鳞开膛机可实现鱼类的去鳞和开膛工序,其结构简单、紧凑,适合小规模 and 单机使用,如图 2 所示。



1. 导向轮; 2. 滚筒; 3. 伸缩杆; 4. 开膛刀; 5. 护轮

图 2 整鱼去鳞开膛机结构示意图

尽管以上机械式去鳞机都具有很高的自动化和连续化水平,但是对鱼体的损伤较大,随着高压水

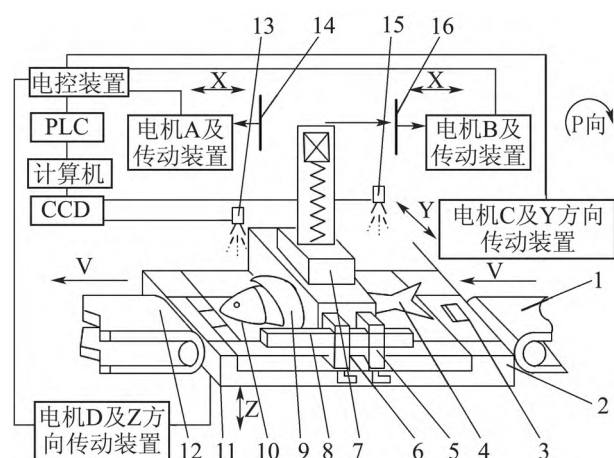
射清洗技术的快速发展,将附着在一种材料上的另一种材料通过高压射流技术将其清洗下来变得更加可控,这种方式具有高效率、无污染等特点,适合应用在去鳞领域。李仁杰等^[21]开展了基于水射流式去鳞技术的研究,该研究以鲫鱼为试验对象,得出了鲫鱼去鳞的最优工艺参数,试验设备采用了扇形喷嘴单点喷射的方式,该技术去鳞效果较好,去鳞率高达89.1%。密鑫宇等^[4]也针对罗非鱼开发了低损的高压水去鱼鳞设备,获得了针对罗非鱼的最佳工艺参数。目前去鳞设备存在的主要问题有去鳞效果与损伤率的矛盾,当需要好的去鳞效果的时候,设备工艺以及去鳞参数对损伤率的影响也会增大,保证损伤率较小的情况下,去鳞效果也会变的不理想。这就非常需要一种技术装备,可以在保证鱼的去鳞效果较好的情况下还能保持较小的损伤率,并且可以根据鱼种类的不同进行适当调整。目前的机械去鳞装备自动化水平基本可以满足市场需求,但是针对上述要求的设备仍需要保证一定的工业自动化以及智能化水平。

2 去头技术

去头作为鱼体初加工的主要工序之一,应在保证鱼头去除的情况下,尽量减少鱼体外表损伤和鱼肉损伤。上海阿仁科机械有限公司研制了鲢鱼的机械化加工生产线^[22]。其中去头机使用带槽的螺旋滚轮调节鱼体,确定鱼头砍落位置。该机对鱼尺寸的适应性较强,保证了一定尺寸范围内鱼体的去头精度。陈福礼等^[23]研制出一种新型的集去头、去脏为一体的淡水鱼加工装备,鲜鱼通过有插针的输送带输送至圆盘刀具,完成去头工序。陈庆宇等^[24]研制了针对典型海产小杂鱼的去头加工试验台。该机器以鱼身得率和切断面质量为评价指标,通过对3种低值海产小杂鱼的刀具构型、鱼体放置方式和刀具旋向等因素的研究,确定了3种小杂鱼的去头方法和参数,对后续的海产品加工有一定参考价值。李楷模等^[25]研究了一种淡水鱼自动去头尾系统关键技术,提出了一套基于机器视觉的鱼去头去尾方案,该方法能准确定位鱼头鱼尾,并引导淡水鱼自动化去头尾作业。刘良忠等^[26]研制了一种去除鱼头的前处理装置,装置采用圆盘刀切除鱼头尾,刀具分为

上、下切刀,上切刀切断头骨与脊骨的连接,下切刀切断鱼头与胸骨的连接,切断的鱼头带肉率较低。

国内学者提出了很多完整的初加工生产机械。常永胜等^[27]设计了鱼类初加工生产线,主要包括去鳞、去头去尾、去内脏、去黑膜和清洗等工序,提出了生产线的强度、刚度、卫生、安全等系列化要求,对初加工生产线进行了整体性论述,并给出了总体结构布局方案,包括输送装置、去鳞装置、鱼头鱼尾切除装置、鱼腹剖切装置、内脏和鱼体清洗装置,还对淡水鱼初加工的工作原理和加工流程进行了说明和演示,但在细节上描述较少。刘静等^[28]研制了一种白鲢气动式去头机,对不同结构刀具、工作气压、鱼体背部定位距离和头部定位距离进行正交试验,确定了气动式去头机鱼体最佳切割方案,提供了一种新的机械化去头加工方案。黄鹏飞^[29]对带式夹送淡水鱼剖鱼机进行了改进与试验研究,确定了不同规格草鱼、鳊鱼、鲤鱼的最优加工工艺参数,并确定了夹送皮带间距、剖切机构的刀盘高度的最佳参数组合。王成等^[30]将视觉技术用于鲢鱼的等重连续切段,并进行设备研发。武汉轻工大学的刘雅琪^[31]、李木根^[32]、黄文章^[33]等都依据机器视觉技术,进行了鱼头、鱼尾的定位和切除装置研究,如图3所示。桑明喆等^[34]在双向V型对卡压紧鱼头的切割



1. 传送带; 2. 工作台; 3. 接触传感器; 4. 淡水鱼; 5. 进气电控阀; 6. 排气电控阀; 7. 夹紧装置; 8. 控制去鱼头、尾刀具Y轴行程传感器; 9. 气囊; 10. 控制去鱼头、尾刀具Z轴行程传感器; 11. 接触传感器F; 12. 传送带; 13. 图像传感器M; 14. 去鱼头刀具; 15. 图像传感器N; 16. 去鱼尾刀具

图3 基于机器视觉的去头尾装置结构图

装置中提到了一种由2个侧压板组成的倒V型结构与V型待切槽为主体的鱼头分割装置，通过可调的V型刀具，可实现不同大小鱼头的切割。该装置操作方便但需要人工手动操作。

通过对现有国内研究状况的分析发现，我国在大宗淡水鱼初加工技术方面有一定的研究并开发了一些设备，但总体仍存在机械化水平偏低、专业设备匮乏、成套生产设备较少、产业化程度低，且针对淡水鱼品种的初加工技术装备的系列研究较少等问题。自动化程度不足的问题较为凸显，有些环节仍需人工承担一部分工作，在鱼体位置和方向的摆放上尤为明显。在对鱼头切割时的刀具切割力度自适应控制方面的研究较少，过大的切割力度会导致鱼骨飞溅，进入到鱼体部分，而过小的切割力度则不能完成鱼的去头。目前的刀具一般由气缸驱动，要实现气缸的力度精准控制，对电磁阀的要求很高，这势必会增加整套去头装置的成本。

3 去脏技术

淡水鱼捕捞离开水之后，内脏的存在会加速鱼体的腐烂，目前保证鱼肉品质的方法主要包括速冻鱼处理和在规定时间内进行初加工^[35]。淡水鱼去脏方法主要包括机械物理去除、高压水射流去除、低压气流吸除等。

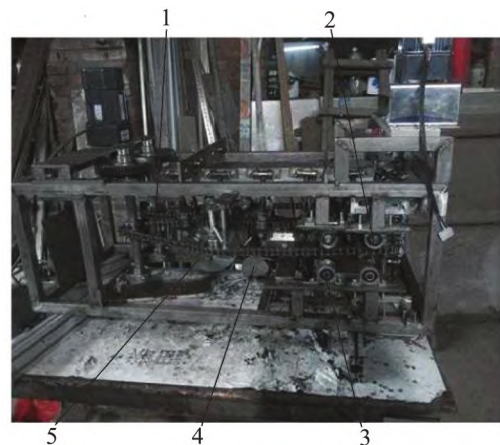
国外对去脏加工机械的研究较早。去脏方法上主要有剖切和不剖切鱼腹2种，比如德国的巴达465型设备，如图4所示，其采用2只纺锤形的辊轴将鱼头夹住进行翻转，可以直接将鱼内脏从体内拽出，去脏过程中不需要对鱼腹进行剖切。此种方法在鲜鱼直接去除内脏上有较好表现，但不适宜冷冻鱼化冻之后的加工。



图4 国外鱼类去脏装备

阿夫诺霍姆·皮雷兹等^[36]发明的可实现鱼鳞去除和内脏去除的装置，主要采用了高压水射流的方法。在处理过程中使鱼体竖直悬挂、腹部朝下，并使用高压水柱进行去鳞和去脏过程。

目前，国内去脏的过程基本上是先利用刀具将鱼腹剖切，再去除内脏。陈庆余等^[23]发明了小型鱼类的去脏加工方法，针对不同类型的鱼类，提供3种不同结构的除脏轮，其使用圆盘刀进行高速旋转实现逆向剖腹、使用仿形异构齿除脏轮低速旋转实现逆向去脏，该装置有针对性地提高了小杂鱼机械去脏加工的除净效果。李儒君等^[37]研发的针对黑鱼、草鱼、清江鱼的去鳞、去脏加工机，设计了针对鱼体不同部位的去鳞装置和包括小齿圆盘锯片、两侧“爪”式在内的去内脏刀具，该装置具有加工效率高、去除内脏干净等特点。黄红等^[38]发明的鱼类去脏机，先进行圆盘刀开肚，再依次进入金属去脏轮、橡胶去脏轮将内脏刮净。二者先后提出的复合开背刀具、复合去脏辊，提供了鱼类去脏加工装备新思路。雷树德等^[39]设计并制造了一种采用背部剖切的方式的新型链式剖鱼机，提出了由于鱼背较厚，相对于鱼腹来说更容易剖切的观点。彭三河等^[40]设计的鱼加工预处理机，采用齿带输送、毛刷去鳞、掏铲去内脏及擦盘去黑膜联合处理工艺，可完成去鳞、去脏、去黑膜、回收杂物等全部初加工过程，如图5所示。



1. 传送链送料装置；2. 阻尼装置；3. 脊背与腹部去鳞装置；4. 凸轮装置；5. 剖切装置

图5 鱼类去鳞去脏加工机

另外，学者们还针对去脏加工工序设计了特定

的夹持机构。张军文等^[41]设计的去脏用鱼体仿形料槽针对大黄鱼在去脏机械化加工过程中开背鱼体和内腔的定位,通过测量大黄鱼外形尺寸和胸腔关键等参数,利用 ProE 软件对仿形槽体进行曲面造型设计并制作了三维模型。该仿形定位装置基于人工测量,基本能实现大黄鱼的固定,但其依赖于人工测量,软件拟合也存在误差,定位准确率有待提高。

4 结论

近年来,鱼类预处理技术得到了快速的发展,在机械化的基础上开始逐步趋于智能化,在鱼类去鳞、去脏、切割等初加工方向的效率大大提升。高速、高精度、智能化成为鱼类水产品初加工的发展方向。目前,从国内外的发展现状来看,尚存在以下问题,在以后的研究中需要重点关注和解决。

1) 加工速度慢、检测精度低。市场上现有的加工装备存在加工速度和检测精度不能兼得的情况,大批量低品质生产和精细加工、效率低下情况均有发生。

2) 鱼类初加工机械适配性低。现有初加工机械不能满足现有鱼类多样性的需求,同时不能满足鱼产品在初加工中多样性的需求。

3) 现有工艺参数不明确,缺少机械性能和加工性能良好的实用型装备。同时,现有机械标准化程度较低,生产过程和初加工食品等安全问题没有明确的行业标准。

基于现有技术以及未来发展的方向,我国鱼类水产品加工装备技术将主要朝以下方向发展。

1) 加强自动喂料和定向喂料技术。物理去鳞和鱼头鱼尾切割都需要确定鱼头方向。而去内脏不仅要求鱼头的定向,还要求鱼体腹背的定位。因此,在自动化程度逐渐提高的前提下,自动喂料和定向喂料都是需要的。

2) 针对各工序特点,细化各工序参数。研究能自适应切割力度的刀具控制系统,精准控制刀具的切割力度可减少在切割鱼头的过程中鱼骨进入鱼体的问题。细化去脏、去鳞水射流压强、角度等参数。

3) 提高鱼类初加工机械智能化水平。合理利用图像识别等技术。为降低加工设备对人工的需求,

可以将图像识别技术进一步应用到鱼类加工设备中。通过摄像头和计算机对生产线上的鱼体位置 and 方向进行识别,并配备扶正机构来实现生产线全自动化作业,降低对人员的要求。利用图像识别技术更精确的判断切割位置,能进一步提高加工后的鱼肉质量。

4) 提高水产品加工机械标准化程度。大多水产品加工制造企业生产规模小,生产厂家分散,按照不同企业要求定制相应的加工机械,标准化程度滞后,直接影响了产品维修、更新换代和规模化发展,不利于我国总体水产品加工机械的进步。应加快制定相关加工机械的国家标准、行业标准,提高市场上水产品加工机械的标准化水平。

参考文献

- [1] 农业农村部渔业渔政管理局. 2021 中国渔业年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2021.
- [2] 冯桂榕. 深加工发展能否助推生鱼养殖模式的颠覆性革命[J]. 当代水产, 2020, 45(8): 52-53.
- [3] 徐皓, 张建华, 丁建乐, 等. 国内外渔业装备与工程技术研究进展综述[J]. 渔业现代化, 2010, 37(2): 1-8.
- [4] 李玲, 宗力, 王玖玖, 等. 大宗淡水鱼加工前处理技术和装备的研究现状及方向[J]. 渔业现代化, 2010, 37(5): 43-46, 71.
- [5] 黄剑彬, 成芳. 鱼类初加工装备与自动监控技术研究进展[J]. 食品与机械, 2019, 35(8): 204-208, 215.
- [6] 密鑫宇, 吴文锦, 弋景刚, 等. 一种高压水去鱼鳞设备的研制及其对罗非鱼肉组织结构的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(22): 210-213, 239.
- [7] 徐文达. 国内外水产品加工机械现状和发展[J]. 包装与食品机械, 1993(1): 24-29.
- [8] 屠定玉. 舟山市水产加工机械发展现状剖析[J]. 农业装备技术, 2015, 41(4): 9-10.
- [9] 黄剑彬, 成芳. 鱼类初加工装备与自动监控技术研究进展[J]. 食品与机械, 2019, 35(8): 204-208, 215.
- [10] 张军文, 郑晓伟, 陈庆余. 鱼体除鳞技术与除鳞装备研究综述[J]. 安徽农学通报, 2021, 27(1): 130-131.
- [11] 王玖玖, 宗力, 熊善柏. 淡水鱼的连续式鱼鳞去除方法[J]. 农业工程学报, 2011, 27(9): 339-343.
- [12] 吕飞, 沈军樑, 金炉俊, 等. 鱼皮酶法去鳞技术的研究[J]. 浙江农业科学, 2013(7): 872-874, 916.
- [13] 张均波. 淡水鱼机械除鳞技术研究[D]. 武汉: 华中

- 农业大学, 2004.
- [14] 郑晓伟, 陈庆余, 张军文. 多段滚筒式罗非鱼高效低损去鳞工艺 [J]. 水产学报, 2021, 45 (7): 1101-1110.
- [15] BRIGHT CLARENCE K. Fish scaling apparatus, US4876768[P]. 1989-10-31.
- [16] DAMP JAMES B. Fish scaling apparatus, US4839942[P]. 1989-6-20.
- [17] WISSBROECKER H A. Fish scaling apparatus, US4763386[P]. 1988-08-16.
- [18] 程世俊, 万鹏, 宗力, 等. 连续式弹簧刷去鳞机的研制与试验 [J]. 渔业现代化, 2012, 39 (3): 46-50.
- [19] 刘敬, 王占瑞, 曹建猛. 全自动鱼鳞内脏清理一体机的设计 [J]. 滨州学院学报, 2018, 34 (6): 80-83.
- [20] 莫盛秋. 一种鱼类去鳞开膛机的设计 [J]. 中国农机化学报, 2013, 34 (6): 236-238.
- [21] 李仁杰, 孟祥毅, 钟森森, 等. 基于水射流的典型淡水鱼类去鳞技术研究 [J]. 食品与机械, 2020, 36 (3): 101-104.
- [22] 赵正龙. 鲢鱼的机械化加工 [J]. 渔业现代化, 2005 (3): 36-37.
- [23] 陈福礼, 牟鹏顺. 鲜鱼加工装置: 辽宁, CN201252799 [P]. 2009-06-10.
- [24] 陈庆余, 沈建, 傅润泽, 等. 典型海产小杂鱼机械去头方法研究 [J]. 渔业现代化, 2012, 39 (5): 38-42.
- [25] 李楷模, 文跃兵. 视觉引导淡水鱼自动去头尾系统关键技术 [J]. 食品与机械, 2014, 30 (5): 141-143.
- [26] 刘良忠, 刘侃, 刘波. 一种去除鱼头的鱼前处理装置: 湖北, CN203827973U[P]. 2014-09-17.
- [27] 常永胜. 大宗淡水鱼前处理加工生产线的研发 [D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2015.
- [28] 刘静, 张帆, 万鹏, 等. 白鲢气动式机械去头方法研究 [J]. 食品与机械, 2017, 33 (1): 87-92.
- [29] 黄鹏飞. 带式夹送淡水鱼剖鱼机改进与试验研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2017.
- [30] 王成. 基于机器视觉的鱼类定制切段方法及设备设计 [D]. 大连: 大连工业大学, 2017.
- [31] 刘雅琪. 基于机器视觉的鱼头鱼尾定位技术的研究 [D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2021.
- [32] 李木银. 基于机器视觉的淡水鱼切头去尾装置及控制技术研究 [D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2021.
- [33] 黄文章. 基于机器视觉的鱼尾切除装置研究 [D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2021.
- [34] 桑明喆. 一种双向 V 型对卡压紧鱼头的切割装置: 江苏, CN109548849A[P]. 2019-04-02.
- [35] 范文教, 易宇文, 贾洪锋, 等. 淡水鱼产品保鲜技术研究现状 [J]. 河北渔业, 2010 (11): 49-51.
- [36] 阿夫诺霍姆·皮雷兹. 用于剥鱼鳞并去除其内脏器官的方法及其实施装置: 比利时, CN1413085 [P]. 2003-04-23.
- [37] 李儒君. 特定鱼类去鱼鳞及内脏加工机应用研究 [D]. 天津: 河北工业大学, 2015.
- [38] 黄红. 鱼类去脏机: 辽宁, CN205912782U[P]. 2017-02-01.
- [39] 雷树德. 小型剖鱼机的研制 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.
- [40] 彭三河, 周思柱, 冯进, 等. 鱼加工前处理技术装备研制 [J]. 长江大学学报(自科版), 2015, 12(27): 42-45, 4.
- [41] 张军文, 陈庆余, 沈建, 等. 开背大黄鱼去脏用鱼体仿形料槽设计研究 [J]. 中国农机化学报, 2019, 40 (7): 63-67.

Research Progress on Key Technologies of Fish Primary Processing Equipment

Wei Liang, Li Lu, Ma Ruofei, Bai Shenghe, Zhang Aiguo, Niu Kang

(State Key Laboratory of Soil-Plant-Machine System Technology, Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences Group Co., Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract: As the pre-processing process of fish products, pretreatment directly affects the efficiency of fish mechanization processing and product quality. In this paper, the working principle, technical characteristics and research trends of the key processes of fish primary processing, such as de-scaling, de-heading and de-fouling, are described. Based on the summary of the basic processing technology, the research status of fish processing technology and equipment at home and abroad was compared and analyzed, and the future development direction of fish pretreatment processing technology was proposed.

Key words: fish; preliminary processing; scaly removal; head removal; organ extraction