

江西米粉工艺设备创新及其标准化

刘成梅, 钟成鹏, 叶江平, 胡秀婷, 朱春燕, 罗舜菁*
(南昌大学食品学院 南昌 330029)

摘要 江西米粉作为南方特色食品之一,具有低蛋白、低过敏性的特点。不仅在中国广为人所熟知与喜爱,而且远销韩国、日本、欧洲、菲律宾等国家,具有广阔的市场前景。本文概述米粉品质改良的研究现状及江西米粉的行业现状,探讨江西米粉的生产工艺和设备的技术创新,为提高设备连续化程度,缩短生产周期,提高成品率,减少劳动力消耗提供参考。同时总结现有米粉标准和规范存在的问题,提出制定江西米粉标准的几点建议,以促进行业的健康发展,保障人民食品安全与健康。

关键词 米粉; 江西米粉; 工艺; 设备创新; 标准

文章编号 1009-7848(2022)08-0427-13 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2022.08.044

米粉最早可追溯于秦朝,迄今已流传 2 000 多年。米粉是大米粉经清洗、浸泡、粉碎或磨浆、糊化、老化、梳条、干燥或不干燥、切割、包装等全部或部分工艺得到的形状规则的一种食品。我国各区域对米粉称呼略有不同,米粉一般是江西、湖南、湖北、广西和福建的称呼,云、贵、川三省和江苏等地称作米线;在上海和浙江区域称为米面;在广东一带则称为河粉^[1]。我国有各式各样的米粉,根据有无添加其它辅料可分为调制米粉和非调制米粉;根据原料不同可分为糙米粉和精米粉;根据形状外观可以分为直条米粉、排米粉、方块米粉、波纹米粉、银丝米粉、扁粉、圆粉等;根据米粉加工工艺可分为切粉和榨粉两种;根据含水量可以分为鲜湿米粉和干米粉,鲜湿米粉水分含量可以达到 60% 以上,干米粉水分含量一般低于 14%;根据产地不同又可分为桂林米粉、柳州螺蛳粉、南宁老友粉、常德米粉、会昌米粉、抚州米粉、兴华米粉、安义米粉等;也有学者将米粉分为一般米粉和方便米粉^[2]。

1 江西米粉工艺设备现状及发展

1.1 江西米粉概述

江西米粉为米粉中颇具代表性的一种,其独

特的工艺——二次糊化和二次时效,使成品因口感爽滑、蒸煮损失小和断条率低而闻名。江西米粉的工艺流程一般是将早晚籼米按照一定比例配米,清洗后浸泡一段时间使大米吸水膨胀,然后进行脱水和粉碎处理,混合均匀后置于特定环境中进行一次熟化,紧接着一次老化、复蒸、二次老化处理,人工或机器梳条,最后干燥、切割得到成品。近年来,江西米粉作为南方特色食品,很快被北方消费者接受,米粉的销售中心也正在从中国华南地区辐射到北方,销量日益增加。从国外市场来看,江西米粉具有不含过敏源的产品特点,低廉的价格优势和差异化的市场空间,正受到国外消费者的关注,产品销往欧美、菲律宾等 20 多个国家和地区,出口量约占 30%。同时,为迎合不同消费需求,江西米粉不断创新,米粉原料也从大米扩展至薯类、全谷类、魔芋、葛根等^[3]。随着食品工业化水平的提高,江西米粉品质的研究日益深入。

1.2 江西米粉品质改良研究

江西米粉的品质包括食用品质、感官品质、储藏品质、蒸煮品质、功能品质等,是消费者考察的重要指标,与江西米粉行业的发展息息相关。针对米粉品质改良的影响因素,国内外学者从原辅料性质、改性处理、工艺参数等方面进行广泛的探索,如营养强化^[4]、原料复配^[5]、二次挤压工艺^[6]、碾米工艺^[7]、磨粉工艺^[8]、酸浸工艺^[9]、杀菌工艺^[10]、物性修饰^[11]、韧化处理^[12]、酸湿热处理^[13]、微波处理^[14]等。从原辅料性质来看,不仅大米本身含有的淀

收稿日期: 2021-08-01

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(31772005)

作者简介: 刘成梅(1963—),男,博士,教授

通信作者: 罗舜菁 E-mail: luoshunjing@aliyun.com

粉、蛋白质、脂质以及组分间的相互作用决定了米粉的品质,而且各种辅料对米粉品质也有所提高。通过添加各种辅料来开发方便、营养、健康的米粉,成为目前研究的主要领域^[15-17]。前人研究表明,添加适量荞麦粉、发芽鹰嘴豆粉、豆渣、米糠不溶性膳食纤维、羧甲基纤维素、黄原胶和瓜尔胶可以降低米粉体外消化率,为制作低血糖指数米粉提供潜在的原料^[18-22]。各种改性处理对米粉品质的改善也有一定的作用,退火对淀粉的相对结晶度和米粉的凝胶结构以及流变学性质的影响,显著提高了米粉品质^[23]。纤维素酶处理制备的糙米粉增加了其中的营养成分,降低了血糖指数^[24]。在影响米粉品质的众多因素中,往往工艺决定米粉的品质。最新研究表明,对现有关键工艺进行改良,可提高米粉的品质,如发酵处理、陈化处理、糊化工艺、老化工艺、干燥工艺等。目前这些研究主要集中在米粉品质影响因素和工艺的优化上,缺乏系统性阐述米粉品质改良的各种工艺及其机理,因此有必要总结米粉改良工艺。表1列出从米粉主要工艺角度探讨江西米粉品质改良的方向和内在机理。

1.3 江西米粉主要生产设备创新和技术突破

江西米粉步入机械化生产的时间较晚,与同为中国传统主食的面条产业相比生产规模较小。据统计,2018年挂面总产量812万t,销售额400多亿元;2018年干米粉的产量在86万t左右,出口总额7884.5万美元^[71]。不论是年产量还是销售额,米粉产业都有着潜在的上升空间。作为同类产品的面条产业已实现连续化、智能化生产^[72-73],而国内米粉产业全自动化生产线较少见,且自动化常表现在操控和人机交互方面,缺少在米粉质量、生产速度、米粉粗细的智能化控制,设备的改革创新刻不容缓。江西米粉加工工艺较为复杂,所需机械设备较多,除了泵和运输机械等辅助性设施外,主要包括洗米机械、磨粉机械、榨粉机械、复蒸机械、烘干机械等。

1.3.1 洗米设备 上世纪80年代以来,洗米工序的设备可分为冲击式洗槽、离心式洗米机和超声洗米机^[74]。冲击式洗槽又分为自来水冲击和机械冲击两种,工作原理都是借水的冲击,增加水与大米,大米与大米之间的摩擦而去除杂质,不同的是

前者具有运输大米的功能。离心式洗米机是水和米粒一起搅动,利用密度的不同将大米分离出来。而超声洗米机是通过吸入空气,使气泡破碎产生的超声波来增加清洗效果。这些设备随着米粉工业的进步和发展逐渐有了新的拓展。

近年来,现代化江西米粉工厂一般使用不锈钢射流洗米机,其通过缩小出水孔径形成低压的射流冲洗米粒,从而达到清洗目的,同时起到运输大米的作用,不仅减小了大米破损率,而且保证了大米的安全卫生。另一种水压式洗米机市面上较为常见,在不同水压作用下,杂质从不同的分离器中除去,有处理量大的优点。

随着科技的进步,洗米设备逐渐呈现连续化、智能化的发展趋势。例如,包清彬^[75]研究出用水量少的新型连续式洗米机,促进了米粉行业的发展。陈万钧^[76]研发了一种智能淘米机,通过控制面板调节洗米,更加智能、方便。洗米设备的改革创新,将加快米粉工业化、连续化、自动化生产的进程。

1.3.2 磨粉浆设备 磨粉浆设备主要有粉碎机 and 磨浆机。磨粉浆设备的选择与米粉制备的工艺有关,米粉制作有湿法和干法两种。干法工艺制备米粉时常采用锤片式粉碎机,大米在高速旋转的锤片和齿板之间碰撞摩擦,使颗粒变细。湿法工艺制备米粉时,常选用砂轮或钢碟磨浆机,工作机制是米在离心力的作用下与砂轮发生挤压、摩擦,从而完成磨浆。

目前比较先进的大米粉碎机包括涡轮式大米粉碎机、螺旋输送式大米粉碎机、啮合式大米旋转粉碎机等。而普通磨粉浆设备存在3个问题:①湿法磨浆粉碎由于大米经过浸泡容易堵住筛网,将湿法粉碎设备设计为风机式无筛板的结构,由负压输送物料至除尘卸料器分离,可解决该问题。②磨浆设备存在噪音大、耐磨性能差的缺点,如能使大米与水分别流入工作室,由轧辊进行粗磨,然后通过高速旋转的机械刀齿快速剪切形成细小微粒,就可以克服钢磨片带来的噪音大等缺点,取代以往传统的砂轮磨浆机。③近些年磨浆设备密封性不好,造成浆液泄漏问题,这要求磨浆机在密封性上取得较大突破。

1.3.3 榨粉设备 榨粉是米浆通过榨粉设备得到成型米粉的过程。传统手工米粉通常采用蒸粉达

表 1 米粉工艺改良研究

改良工艺		对米粉品质的影响		相关机理		优化参数		参考文献	
工艺	具体方向	影响	机理	影响	机理	参数	文献	影响	文献
发酵工艺	自然发酵	口感虽比未发酵米粉更筋道、爽滑,但品质不稳定	通过改变大米淀粉、蛋白质和脂质等成分的含量及理化性质,改善米粉的食用品质、蒸煮品质及质地	酵母不仅降解大米的淀粉而且参与香味成分醛缩缩	酵母不仅降解大米的淀粉而且参与香味成分醛缩缩	30 °C 自然发酵 48 h	[25]-[28]		
	酵母发酵	使米粉产生柔和的酒香,对凝胶品质的改善不显著	酵母不仅降解大米的淀粉而且参与香味成分醛缩缩	醇类、含硫化合物的合成	酵母不仅降解大米的淀粉而且参与香味成分醛缩缩	纯酵母发酵对米粉品质的改善有限	[29]-[32]		
陈化处理	乳酸菌发酵	增强米粉的韧性,降低硬度,黏性和重金属偏的含量,提高白度,使其筋道爽滑,具有特殊的发酵风味	大米淀粉中的直链淀粉平均聚合度增加,使米粉弹性提高;大米支链淀粉的平均聚合度和平均链长的减小,使米粉的硬度降低;同时乳酸和乙酸的产生,促进风味形成	整粒大米发酵,温度 30 °C,时间 12 h,每克大米接种 2×10 ⁶ 个乳酸菌	整粒大米发酵,温度 30 °C,时间 12 h,每克大米接种 2×10 ⁶ 个乳酸菌	[27], [33]-[35]			
	非发酵米粉	使米粉的感官品质、食味品质、蒸煮品质得到最大的改善	乳酸菌属和葡萄糖酸菌属是产生风味化合物的主要菌属,发酵时乳酸的产生促进蛋白质的溶出,提高淀粉分子的水合能力,有利于维持凝胶网络结构;另外,产生的酯类物质与米粉品质改善存在一定联系	接种比例(乳酸菌与酵母菌质量比)3:1,接种量 2%,温度 25 °C,时间 5.5 d	接种比例(乳酸菌与酵母菌质量比)3:1,接种量 2%,温度 25 °C,时间 5.5 d	[25], [28], [36]-[38]			
糊化工艺	发酵米粉	大米陈化使非发酵米粉的感官品质和质地得到大幅改善,提高米粉咀嚼性和弹性,降低米粉黏度和表面粗糙度	陈化后大米的亚微晶相对结晶度、晶相对结晶度和精细结构的改变,可能是影响米粉品质的重要因素	室温陈化 1 年时生产鲜湿米粉极为有利,现普遍将脂肪酸含量作为衡量陈化度的指标,在脂肪酸值为 229 mg KOH / kg 时,米粉品质最佳	室温陈化 1 年时生产鲜湿米粉极为有利,现普遍将脂肪酸含量作为衡量陈化度的指标,在脂肪酸值为 229 mg KOH / kg 时,米粉品质最佳	[39]-[41]			
	传统水热/蒸粉工艺	显著提高发酵湿米粉的蒸煮品质和质地特性	①陈化阶段,米粉的蛋白质发生氧化,二级结构稳定性下降 ②陈化使大米的淀粉和直链淀粉含量升高,新形成的淀粉-蛋白质相互作用对米粉品质起到重要影响	①陈化阶段,米粉的蛋白质发生氧化,二级结构稳定性下降 ②陈化使大米的淀粉和直链淀粉含量升高,新形成的淀粉-蛋白质相互作用对米粉品质起到重要影响	①陈化阶段,米粉的蛋白质发生氧化,二级结构稳定性下降 ②陈化使大米的淀粉和直链淀粉含量升高,新形成的淀粉-蛋白质相互作用对米粉品质起到重要影响	[42]-[44]			
单螺杆挤压工艺	传统水热/蒸粉工艺	传统米粉的糊化是将大米放入热水或通入蒸汽进行加热熟化,其断条率和吐浆率低,食用品质良好	达到糊化温度后氢键断裂,直链淀粉从微晶束内溶出,微晶束解体,形成米糊,便于成型	沸腾水中蒸煮 3~5 min	沸腾水中蒸煮 3~5 min	[45]-[47]			
	单螺杆挤压工艺	不仅操作简单、高效,而且米粉的蒸煮品质和质地特性都有所提升,营养损失减少	挤压后支链淀粉发生降解,分子尺寸减小,直链淀粉少量降解,导致支链和直链淀粉发生相互作用,从而影响米粉凝胶性质和糊化性质	①波紋米粉;出丝板孔径在 0.8~1.2 mm,水分小于 45% ②加入少量食盐、色拉油,可提 高米粉蒸煮品质	①波紋米粉;出丝板孔径在 0.8~1.2 mm,水分小于 45% ②加入少量食盐、色拉油,可提 高米粉蒸煮品质	[46], [48]-[51]			

(续表 1)

改良工艺	具体方向	对米粉品质的影响	相关机理	优化参数	参考文献
干燥工艺	双螺杆挤压工艺	使物料充分混合, 螺杆之间的啮合也避免了米粉堵塞、焦化, 米粉品质更高		①鲜湿米粉:物料含水量 35%, 时间 87 s, 温度 90 °C ②干米粉:物料水分含量 39%、螺杆转速 90 r/min、预蒸粉时间 13 min、出口温度 80 °C	[52]-[55]
老化工艺	老化环境(温度、湿度)	低温、高湿的老化环境, 有利于降低米粉的断条率和蒸煮损失, 而室温高湿和室温风干的老化工艺得到的米粉品质欠佳	较高的温度有利于淀粉分子的迁移和交联, 较低的温度使直链淀粉形成双螺旋网状结构, 支链淀粉表现为一次成核	原料直链淀粉含量高于 23%、料坯总含水量 48%、时间 4.5 h、温度 4 °C	[56], [57]
	原料性质	回生值较高且直链淀粉含量大于 20%的大米原料制成的米粉糊汤率低, 老化快	直链淀粉与米粉的短期老化直接相关, 米粉糊化后, 无序的直链淀粉分子迅速定向迁移形成三维网络结构	选择原料时, 应考虑具有高直链淀粉和高回生值的大米	[58]
	加工精度	加工精度越高, 米粉的老化越迅速	普遍认为加工精度低的米粉原料中含有较多的脂肪、蛋白质与淀粉结合, 抑制了淀粉的老化	选择加工精度 60 目以上的大米, 有利于米粉老化	[59]
	外源成分	淀粉酶、谷氨酰胺转氨酶、脂肪酶、变性淀粉、乳化剂、食品级磷酸盐、单甘油脂等外源添加剂可以改善米粉的储藏品质	长期老化影响米粉外观品质和货架期, 添加外源物质主要通过水解淀粉或与淀粉结合或控制水分流动抑制淀粉重排, 从而降低长期老化的速率, 改善米粉的储藏品质	早籼米 81.1%、糯米粉 15%、瓜儿豆胶 0.4%、水溶性大豆多糖 3.5%	[11], [60], [61]
干燥工艺	自然晾晒	自然晾晒导致吐浆率和断条率低, 且生产出的米粉白度高, 但老化严重, 复水时间长	利用太阳辐射能使米粉温度升高, 水分逐渐向空气中蒸发, 在空气对流的驱动下, 米粉的含水量与空气温湿度达到平衡	通过风扇加速米粉干燥的方式, 米粉的蒸煮品质和食用品质均优于自然晾晒	[51], [62], [63]
	热风干燥	米线有碎裂现象, 断条率高且复水时间长, 复水后米粉的硬度较好, 不黏牙	采用“低温预热、中温脱水、高温收水、中温定型、低温还原”的干燥机理	烘房吊篮运行速度为 1.28 m/min, 温度在 45~60 °C	[62], [64]
	微波干燥	处理后方便复水性较好; 气泡过多, 复水后易掉渣, 感官效果较差	微波干燥时水分迅速蒸发, 使米粉内部成多孔性, 提高了其复水性, 干燥时米粉内部温度高, 首先烘干, 避免了因形成坚硬外壳而水分难以迁移的点	宜采用中温微波干燥, 如 140 W 干燥 13 min	[65], [66]

(续表1)

改良工艺	具体方向	对米粉品质的影响	相关机理	优化参数	参考文献
微波热风干燥	微波热风干燥	微波结合热风干燥的方法制备米粉,其复水性和感官评价较好	微波加热使水分由内向外渗出,热风干燥将米粉表面水分迅速除去,达到均匀干燥的目的	先以385 W微波功率干燥7 min,再进行热风干燥,热风温度40℃,时间90 min	[65]
快速微膨化三段式干燥法	快速微膨化三段式干燥法	可提方便米粉的复水性以及配料的渗透速度	使水分迁移至米粉表面时微膨化,形成细孔,提高了米粉的复水性	60℃干燥至米粉表面形成硬质薄层,75℃干燥至米线表面形成微孔,最后在40℃使内外水分平衡	[67]
冷冻干燥	冷冻干燥	冷冻干燥降低米粉的老化程度,提高米粉的复水性	冷冻干燥在预冻时使米粉中的水处于结晶态,在真空干燥时水分子直接升华汽化,不易与淀粉发生脱水聚合,降低了米粉的相对结晶度	预冻后,冷冻干燥机真空干燥20 h	[68]
高温高温干燥	高温高温干燥	保持较高的湿度和温度(糊化温度以上),可以降低最终水分含量,并且保持良好的复水性和感官品质	高温、高湿的环境降低了米粉内部的水分梯度,减少了米粉的收缩和表面硬化	在温度80℃、相对湿度40%干燥20 min后降温干燥10~20 min	[69]
红外干燥	红外干燥	远红外干燥得到的米粉表面光滑,干燥时间大大缩短且含菌率远低于其它干燥方式	红外光可与米粉内部的分子发生共振吸收,升高米粉内部的温度,使水分往表面迁移,快速蒸发米粉的红外干燥报道较少,多与其它干燥技术联用	速食面条以1673 W红外干燥	[63], [70]

到足够的糊化度,然后压榨成型。随着米粉工业化进程的加快,榨粉设备一般采用螺杆挤压机。目前市面上的挤压机主要分为单螺杆挤压机和双螺杆挤压机。前者应用更加广泛,有价格低廉,操作简单的优点;后者价格稍贵,然而,能耗低,水分和原料适应范围大。

榨粉设备这些年的发展方向有3个:①加工量扩大;②熟化程度控制;③生产线的连续化。产量是关乎生产效益的关键问题,市面上的设备产量最高达800 kg/h,适用于中小企业设备的更新换代。新式改进自熟式工艺,能自动完成熟化和挤丝成型两个工艺过程,挤出的粉丝表面光滑、熟化适当^[7]。通过蒸汽对物料的加热以及螺杆对物料的挤压摩擦作用带来二次熟化,也可用于避免粉条熟化不均的情况^[8]。

此外,配备自动喂料器的榨粉设备更加符合现代化米粉工业连续生产的要求,是江西米粉榨粉设备的发展主流。江西米粉生产中,双螺杆挤压技术的采用攻克了榨粉工艺产量低、能耗高、维修困难等问题,应用愈加广泛,可能成为榨粉设备的重点发展领域。

1.3.4 复蒸设备 复蒸设备在江西米粉的生产中较为常见,江西米粉在一次老化后需要复蒸提高米粉的糊化度,降低吐浆率。复蒸柜和高压消毒罐是传统复蒸用设备,区别在于复蒸压力的不同。这两种设备都是间歇式生产,由人工上料和卸料,劳动效率低,也易带来污染。

为实现江西米粉的连续性生产,如今大型工厂都采用连续性复蒸设备。连续复蒸机是江西米粉工业自动化生产关键的一环,老化冷却

后的米粉被送入复蒸机时,只需设定好参数,无需接触米粉。然而,目前存在设备占地面积多,蒸汽耗量大的问题。市面上存在的一种米粉连续式复蒸装置提供了解决方案,其通过减小对流传热面积和提高热转换效率节省了蒸汽量和设备空间^[79]。此外,一种新型直条米粉连续式复蒸装置被用于解决米粉复蒸时稳固性较差的问题,该装置在米粉放置盒上方设置了多孔盖将米粉压紧固定,防止转动过程中米粉的脱落^[80]。

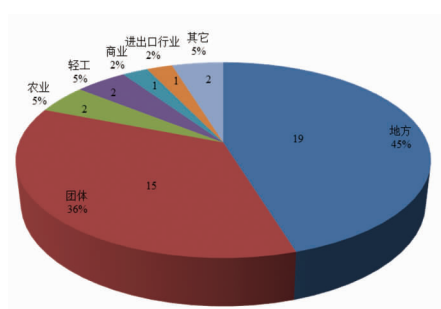
除此之外,有学者提出连续化时效复蒸一体设施的概念,这是类似于“n”字形的时效处理保温隧道,两次时效处理和复蒸在隧道内完成,极大地提高了江西米粉的自动化连续化程度^[81],为不同种类、不同功能复蒸设备的发展方向提供了新的思路,未来有可能极大地降低米粉设备的冗杂程度。

1.3.5 烘干设备 目前热风干燥是米粉工厂最常采用的干燥技术,其原理在于通过电、蒸汽或远红外热源等加热空气,由风机推动热风在烘房内循环干燥。市场上的热风干燥设备包括隧道式烘房、索道式烘房、恒温恒湿干燥系统和热泵烘干设备^[82]。其中,热泵干燥设备因成本低廉而应用较广泛。热风干燥时,米粉种类和工艺的改变都可能导致干燥设备参数的变化。不过,目前普遍认为温度和湿度适宜时可减少米粉干裂的现象,如超高温、高湿快速干燥设备^[83]。分段式干燥也是很多烘干设备采用的方法,如吊篮式低温分段烘干设备^[84],通过烘干温度、时间、速率的程序控制,降低了工人的劳动强度,促进了传统米粉的机械化、自动化生产。

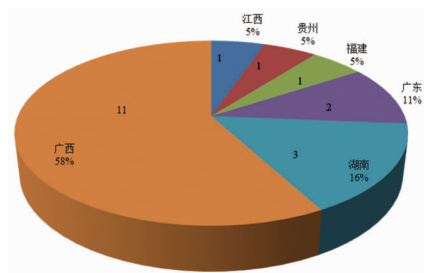
除了热风干燥外,红外干燥和微波干燥技术也逐渐兴起并应用于米粉干燥设备。用微波干燥设备干燥的米粉通常不会开裂变色,且干燥速度远快于热风干燥。有学者采用冷冻干燥与远红外加热交替循环3次的方法,解决了米粉易碎的问题^[85]。冷冻干燥在江西米粉加工中能明显提高复水性和外观品质,然而价格高昂,尚未见工业化应用的报道。今后多种干燥手段联合干燥的低能耗、低成本、高效率的干燥技术是米粉干燥的新趋势。

2 江西米粉生产规范与标准化

目前全国与米粉有关的标准一共有42项(企业标准除外),其中19项地方标准,15项团体标准,2项农业标准,2项轻工标准,2项其它标准,1项商业标准,1项进出口行业标准,如图1a所示。从各省的标准制定来看:江西、贵州、福建有1项地方标准,广东有2项地方标准,湖南有3项地方标准且制定了米粉专用米的标准。拥有地方标准最多的省是广西省,共有11项地方标准,如图1b所示。农业部关于米粉的标准有两项,一项是NY/T1512-2014《绿色食品 生面食、米粉制品》,规定了米粉的要求和检验规则;另一项是NY/T2964-2016《鲜湿发酵米粉加工技术规范》,规定了加工技术要求,它们都存在适用范围的限制。其它团体标准多带有地方特色,没有普遍适用性。进出口行业标准SN/T0395-2018《出口米粉检验规程》,可以作为出口米粉的检验依据。商业标准SB/T10652-2012《米饭、米粥、米粉制品》只适用于片状的米粉。



(a) 米粉标准大类分布图



(b) 各省米粉标准分布图

图1 米粉标准分布图

Fig.1 Standard distribution of rice noodles

作为米粉主要产地之一的江西省,只有一个鲜湿米粉生产卫生规范,规定了江西米粉生产过程中的技术、人员和工厂的要求,而干米粉、半干米粉、方便米粉和糙米粉都缺乏相关的卫生标准和生产规范。标准的缺失使得米粉市场生产混乱,消费者更注重价格和外观。成本较低的小作坊生产的米粉往往更加有销量,然而,卫生安全难以保障,一旦出现食品安全问题,监管和整治较为困难。综合全国各地米粉的标准来看,江西米粉标准的制订可以由以下几个方面着手:

1) 目前米粉尚无一項国家标准,应尽快制定米粉相关的国家标准,规范米粉的感官指标、微生物指标和理化性质。

2) 江西米粉标准几乎处于空白,需要补充干米粉、发酵米粉、糙米粉、方便米粉等的卫生标准与规范。另外,江西米粉标准的制定应考虑工艺、原料、辅料、水分、地区、保藏期等在不同种类江西米粉中的异同,对原辅料要求、感官要求、理化指标、卫生要求、贮藏要求等方面进行合理的规定。

3) 许多企业选择大米的依据主要是成本和运输距离,对于选择合适种类的早籼米并没有要求,这种盲目性的选择可能成为超量或违法使用添加剂改善口感的诱因。应制定关于江西米粉专用稻米的标准,为米粉加工提供技术指导,以促进行业的发展。

4) 可效仿广西对于米粉标准的制定,起草米粉店建设和服务规范以及对米粉店的评级,打造行业品牌,促进行业的良性竞争。

3 江西米粉行业现状及存在的问题

江西米粉从工业化以来,生产工艺和设备都有长足的进步。20世纪90年代后,江西米粉行业采用浸泡罐代替了浸泡池,输送带和管路取代了人工搬运,螺杆挤压机完成传统工艺中的蒸粉,在优化的温度和湿度下完成米粉的干燥等,实现了米粉生产历史上的跨越^[86],然而,江西米粉产业仍存在许多不足之处。

1) 市面上的米粉品质良莠不齐,根本原因在于原料选择、加工工艺和生产设备的差别以及理论指导和品质监管的缺失。另外,江西米粉的生产效率有待提高,出口较多的米排粉消耗的劳动力

是方便面的2倍以上,同时各种庞大高能耗的设备也制约了米粉产业的发展^[83]。

2) 江西米粉产业整体发展不平衡,产业规模有待扩大,缺乏有实力的品牌企业和对应的科技人才。

3) 现阶段存在一些工艺问题亟需解决,如鲜湿米粉因水分较多,断条率高,且容易氧化酸败;保藏期间,米粉条会老化和黏连;传统的鲜湿米粉没有杀菌过程,或是采用有机酸浸泡结合热杀菌,容易造成微生物超标和蒸煮后口感缺少韧性等问题。

4) 米粉贮藏过程中微生物污染的情况常有报道,湿米粉在销售点储藏3h后,大肠菌群数增加了400倍,菌落总数繁殖高达10万倍^[87]。如何保证鲜湿米粉保藏期的卫生安全问题也是江西米粉产业面临的难题。

5) 米粉种类丰富,不同地区对米粉的要求不同,建立米粉标准和评价体系困难,导致米粉市场准入门槛过低。一些商家非法使用添加剂或使用劣质原料扰乱市场,使部分消费者对江西米粉的接受性较差,阻碍了米粉的工业化进程^[88]。

4 展望

江西米粉行业发展现阶段处于瓶颈期,归咎于其工艺较为繁琐,一些改进工艺尚不成熟;部分设备占地面积大、非标准件多、能耗高、质量检测标准不明;企业和监管部门无标准可依,江西米粉行业乱象丛生,无序化的市场经营导致企业无法投入资金和精力进行开发创新。尽管如此,江西米粉行业的前景仍然向好。20世纪90年代以来,江西米粉消费群体不断扩大,产业不断升级调整。国家出台《粮食行业“十三五”发展规划》等相关政策,大力扶持米粉产业的建设,使江西米粉迎来发展转型的契机。随着生活水平的提高,食物的多元化、高端化成为人们新的追求,江西米粉具有深厚的饮食文化传统,让江西米粉从路边摊搬到连锁店乃至互联网,是供给侧改革下的必然趋势。米粉的出口在东南亚、澳洲、加拿大等华人聚集地呈增长趋势,江西米粉有可能在海外寻找到新的增长点。

参 考 文 献

- [1] 胡健. 半干江西米粉的制备及其保鲜储藏研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2018.
HU J. Study on preparation and storage of semi-dried Jiangxi rice noodles[D]. Nanchang: Nanchang University, 2018.
- [2] 刘百合. 米粉加工工艺及其设备[J]. 粮油加工与食品机械, 1985, 16(9): 30-32.
LIU B H. Processing technology and equipment of rice noodles[J]. Cereals and Oils Processing, 1985, 16(9): 30-32.
- [3] 许广基, 叶银枝. 米粉生产技术发展趋势[J]. 商业科技开发, 1997, 7(1): 21-23.
XU G J, YE Y Z. Development trend of rice noodle production technology [J]. Business Technology Development, 1997, 7(1): 21-23.
- [4] JANVE M, SINGHAL R S. Fortification of puffed rice extrudates and rice noodles with different calcium salts: Physicochemical properties and calcium bioaccessibility[J]. LWT-Food Science and Technology, 2018, 97: 67-75.
- [5] FU M X, SUN X Y, WU D, et al. Effect of partial substitution of buckwheat on cooking characteristics, nutritional composition, and *in vitro* starch digestibility of extruded gluten-free rice noodles[J]. LWT- Food Science and Technology, 2020, 126: 109332.
- [6] 杨健, 白菊红, 张星灿, 等. 新型鲜湿方便米粉二级挤压工艺的研究[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(4): 134-141.
YANG J, BAI J H, ZHANG X C, et al. Study on new secondary extrusion process of fresh and wet instant rice noodle[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2020, 35(4): 134-141.
- [7] 邱琛. 碾米工艺对米粉品质的影响[D]. 上海: 上海交通大学, 2019.
QIU C. Effect of rice milling process on quality of rice noodles[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2019.
- [8] 陈洁, 李琳, 蔡永艳, 等. 磨粉工艺对大米粉品质特性影响[J]. 食品工业, 2019, 40(1): 105-107.
CHEN J, LI L, CAI Y Y, et al. Effect of grinding process on quality characteristics of rice flour[J]. The Food Industry, 2019, 40(1): 105-107.
- [9] 张玮, 陈洁, 陈玲. 酸浸工艺对方便米粉保鲜及品质的影响[J]. 河南工业大学学报 (自然科学版), 2019, 40(1): 50-55.
ZHANG W, CHEN J, CHEN L. Effect of acid leaching process on preservation and quality of instant rice noodles[J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2019, 40(1): 50-55.
- [10] 张玮, 陈洁, 陈玲. 杀菌工艺对鲜湿米粉的保鲜效果及品质的影响[J]. 河南工业大学学报 (自然科学版), 2019, 40(5): 32-37.
ZHANG W, CHEN J, CHEN L. Effect of sterilization process on the preservation effect and quality of fresh wet rice noodles[J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2019, 40(5): 32-37.
- [11] 汪霞丽, 许宙, 卜汉萍, 等. 物性修饰抗方便湿米粉老化的研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 15-18, 29.
WANG X L, XU Z, BU H P, et al. Study on aging resistance of convenient wet rice noodles by physical property modification[J]. Food & Machinery, 2013, 29(6): 15-18, 29.
- [12] 廖卢艳, 刘惠惠, 甘增鹏, 等. 初化处理改善米粉品质的工艺条件优化研究[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(5): 167-173.
LIAO L Y, LIU H H, GAN Z P, et al. Optimization of process conditions for improving quality of rice noodles by toughening treatment[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2020, 35(5): 167-173.
- [13] 李源, 张欣欣, 黄立新. 酸湿热处理对米粉性质的影响研究[J]. 现代食品科技, 2012, 28(7): 772-775, 791.
LI Y, ZHANG X X, HUANG L X. Study on the effect of acid, humidity and heat treatment on the properties of rice flour[J]. Modern Food Science and Technology, 2012, 28(7): 772-775, 791.
- [14] 罗永丹, 尹秀华, 朱韧, 等. 微波处理对鲜湿米粉保鲜品质的影响[J]. 粮食与油脂, 2020, 33(5): 64-68.
LUO Y D, YIN X H, ZHU R, et al. Effect of microwave treatment on the preservation quality of fresh wet rice flour[J]. Cereals & Oils, 2020, 33(5): 64-68.

- [15] TAN H L, TAN T C, EASA A M. Comparative study of cooking quality, microstructure, and textural and sensory properties between fresh wheat noodles prepared using sodium chloride and salt substitutes[J]. *LWT- Food Science and Technology*, 2018, 97: 396-403.
- [16] PARK Y, OH I K, PARK S W, et al. Elucidation of rheological, microstructural, water mobility, and noodle-making properties of rice flour affected by turanose[J]. *Food Chemistry*, 2019, 276: 9-14.
- [17] LI C M, YOU Y X, CHEN D, et al. A systematic review of rice noodles: Raw material, processing method and quality improvement[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2021, 107: 389-400.
- [18] KASUNMALA I G G, NAVARATNE S B, WICK-RAMASINGHE I. Effect of process modifications and binding materials on textural properties of rice noodles[J]. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2020, 21: 100217.
- [19] SRIKAEK K, LAOTHONGSAN P, LERDLUK-SAMEE C. Effects of gums on physical properties, microstructure and starch digestibility of dried-natural fermented rice noodles[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2018, 109: 517-523.
- [20] LIU T R, WANG K, XUE W, et al. *In vitro* starch digestibility, edible quality and microstructure of instant rice noodles enriched with rice bran insoluble dietary fiber[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2021, 142: 111008.
- [21] KANG M J, BAE I Y, LEE H G. Rice noodle enriched with okara: Cooking property, texture, and *in vitro* starch digestibility[J]. *Food Bioscience*, 2018, 22: 178-183.
- [22] SOFI S A, SINGH J, MIR S A, et al. *In vitro* starch digestibility, cooking quality, rheology and sensory properties of gluten-free pregelatinized rice noodle enriched with germinated chickpea flour[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2020, 133: 110090.
- [23] WANG L, ZHANG C N, CHEN Z X, et al. Effect of annealing on the physico-chemical properties of rice starch and the quality of rice noodles[J]. *Journal of Cereal Science*, 2018, 84: 125-131.
- [24] GENG D H, ZHOU S, WANG L, et al. Effects of slight milling combined with cellulase enzymatic treatment on the textural and nutritional properties of brown rice noodles[J]. *LWT- Food Science and Technology*, 2020, 128: 109520.
- [25] 马霞, 张缅甸, 何艳, 等. 发酵对鲜湿米粉品质影响研究进展[J]. *中国酿造*, 2015, 34(4): 5-7.
- MA X, ZHANG M M, HE Y, et al. Research progress on effects of fermentation on quality of fresh wet rice noodles[J]. *China Brewing*, 2015, 34(4): 5-7.
- [26] 袁美兰, 鲁战会, 程永强, 等. 自然发酵对米粉RVA黏度性质及米粉拉伸性质的影响[J]. *中国粮油学报*, 2008, 24(1): 6-9.
- YUAN M L, LU Z H, CHENG Y Q, et al. Effects of natural fermentation on RVA viscosity properties and tensile properties of rice noodles[J]. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2008, 24(1): 6-9.
- [27] 周显青, 李亚军, 张玉荣. 不同微生物发酵对大米理化特性及米粉食味品质的影响[J]. *河南工业大学学报(自然科学版)*, 2010, 31(1): 4-8, 13.
- ZHOU X Q, LI Y J, ZHANG Y R. Effects of different microbial fermentation on physicochemical properties of rice and eating quality of rice noodles[J]. *Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition)*, 2010, 31(1): 4-8, 13.
- [28] LI N N, ZHANG B J, ZHAO S M, et al. Influence of *Lactobacillus/Candida* fermentation on the starch structure of rice and the related noodle features[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2019, 121: 882-888.
- [29] 闵伟红. 乳酸菌发酵改善米粉食用品质机理的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2003.
- MIN W H. Study on the mechanism of improving the quality of rice noodles by lactic acid bacteria fermentation[D]. Beijing: China Agricultural University, 2003.
- [30] 李路遥. 发酵鲜湿米粉的优良菌种选育及品质研究[D]. 上海: 上海应用技术大学, 2016.
- LI L Y. Breeding and quality study of fermented fresh wet rice noodle[D]. Shanghai: Shanghai Institute of Technology, 2016.
- [31] 鲁战会, 彭荷花, 李里特, 等. 常德发酵米粉中的微生物分离纯化与鉴定[J]. *中国粮油学报*, 2006, 22(3): 23-26.
- LU Z H, PENG H H, LI L T, et al. Isolation, purification and identification of microorganisms in Changde fermented rice noodles[J]. *Journal of the*

- Chinese Cereals and Oils Association, 2006, 22 (3): 23-26.
- [32] 黄鑫, 唐红梅, 唐青莲, 等. 大头菜发酵过程中生香酵母的分离、筛选及鉴定[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(18): 198-203.
- HUANG X, TANG H M, TANG Q L, et al. Isolation, screening and identification of aromatic yeast in the fermentation process of turnips[J]. Food Research and Development, 2019, 40(18): 198-203.
- [33] 闵伟红, 李里特, 刘平. 乳酸菌发酵对米粉物性影响的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(1): 97-99.
- MIN W H, LI L T, LIU P. Study on the effect of lactic acid bacteria fermentation on the physical properties of rice noodles[J]. Food Science, 2005, 26(1): 97-99.
- [34] GENG D H, LIANG T, YANG M, et al. Effects of *Lactobacillus* combined with semidry flour milling on the quality and flavor of fermented rice noodles[J]. Food Research International, 2019, 126: 108612.
- [35] ZHU J H, CHEN Y, LV C H, et al. Study on optimization of removing cadmium by *Lactobacillus* fermentation and its effect on physicochemical and quality properties of rice noodles[J]. Food Control, 2019, 106: 106740.
- [36] 肖勇生, 黄安全, 包珍, 等. 传统发酵米粉纯种发酵工艺优化[J]. 食品工业, 2019, 40(9): 129-131.
- XIAO Y S, HUANG A Q, BAO Z, et al. Optimization of traditional rice noodles pure-breed fermentation process[J]. The Food Industry, 2019, 40 (9): 129-131.
- [37] 熊香元, 张立钊, 陈力力, 等. 发酵米粉中微生物及对米粉品质影响研究进展 [J]. 中国粮油学报, 2020, 35(8): 170-176.
- XIONG X Y, ZHANG L Z, CHEN L L, et al. Research progress of microbe in fermented rice noodles and its effect on rice flour quality[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2020, 35 (8): 170-176.
- [38] YI C P, ZHU H, YANG R H, et al. Links between microbial compositions and volatile profiles of rice noodle fermentation liquid evaluated by 16S rRNA sequencing and GC-MS[J]. LWT- Food Science and Technology, 2020, 118: 108774.
- [39] 梁兰兰, 赵志敏, 吴军辉, 等. 稻谷陈化时间对米粉制品品质特性的影响[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2010, 38(4): 65-70, 96.
- LIANG L L, ZHAO Z M, WU J H, et al. Effect of aging time on quality characteristics of rice noodles products[J]. Journal of South China University of Technology (Natural Science Edition), 2010, 38 (4): 65-70, 96.
- [40] 范运乾, 罗海军, 廖子龙, 等. 大米陈化度对直接挤压制作米粉品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(15): 229-231, 253.
- FAN Y G, LUO H J, LIAO Z L, et al. Effect of aging degree of rice on quality of rice noodles prepared by direct extrusion[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(15): 229-231, 253.
- [41] YI C P, ZHU H, BAO J S, et al. The texture of fresh rice noodles as affected by the physicochemical properties and starch fine structure of aged paddy[J]. LWT- Food Science and Technology, 2020, 130: 109610.
- [42] 易翠平, 刘旻, 樊振南, 等. 籼米陈化对鲜湿米粉品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(6): 1-5, 12.
- YI C P, LIU Y, FAN Z N, et al. Effect of aging of indica rice on quality of fresh and wet rice noodles[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2018, 33(6): 1-5, 12.
- [43] 吴伟, 吴晓娟. 籼米中嘉早 17 储藏过程中蛋白质氧化程度及结构的变化[J]. 中国粮油学报, 2018, 33 (10): 104-109.
- WU W, WU X J. Changes of protein oxidation degree and structure during storage of indica rice Zhongjiazao 17[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2018, 33(10): 104-109.
- [44] 曾长庚, 黄建运, 叶大庆. 大米陈化研究进展[J]. 粮食储藏, 2017, 46(4): 45-50, 53.
- ZENG C G, HUANG J Y, YE D Q. Research progress of rice aging[J]. Grain Storage, 2017, 46 (4): 45-50, 53.
- [45] 孟亚萍. 挤压米粉加工及品质改良技术研究[D]. 无锡: 江南大学, 2015.
- MENG Y P. Research on processing and quality improvement technology of extruded rice noodles[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2015.
- [45] 赵伟. 适用于新工艺生产米粉专用单螺杆挤出机的研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2008.
- ZHAO W. Research on single screw extruder applicable to new process production of rice noodles[D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology,

- 2008.
- [47] 郭春英. 米粉糊化过程表征及挤出加工方法研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2016.
GUO C Y. Study on gelatinization process characterization and extrusion processing method of rice noodles[D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2016.
- [48] 唐汉军, 李林静, 朱伟. 螺杆挤压工艺对米粉品质的改良作用[J]. 食品与机械, 2015, 31(5): 239-242.
TANG H J, LI L J, ZHU W. Improvement of the quality of rice noodles by screw extrusion process[J]. Food & Machinery, 2015, 31(5): 239-242.
- [49] 余以, 高德, 张萍. 加工工艺对淀粉分子结构及米制品品质影响研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(23): 295-302.
YU Y, GAO D, ZHANG P. Research progress on the effect of processing technology on starch molecular structure and rice product quality[J]. Food and Fermentation Industries, 2019, 45(23): 295-302.
- [50] 梁兰兰, 赵志敏, 宁正祥. 挤丝条件对波纹米粉品质的影响[J]. 现代食品科技, 2009, 25(3): 221-223, 261.
LIANG L L, ZHAO Z M, NING Z X. Effect of extruding conditions on quality of corrugated rice noodles[J]. Modern Food Science and Technology, 2009, 25(3): 221-223, 261.
- [51] 邓靖, 林亲录, 金阳海. 米粉一步成型新工艺探讨[J]. 粮食与饲料工业, 2004, 27(5): 18-20.
DENG J, LIN Q L, JIN Y H. Discussion on the new process of one-step rice noodle forming[J]. Cereal & Feed Industry, 2004, 27(5): 18-20.
- [52] 梅小弟, 张翔宇, 段卓, 等. 鲜湿米粉工艺优化[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(5): 39-42.
MEI X D, ZHANG X Y, DUAN Z, et al. Process optimization of fresh and wet rice noodles[J]. Cereals & Oils, 2018, 31(5): 39-42.
- [53] 陈迎春, 杨巧绒. 食品高压加工设备及其应用(I) [J]. 包装与食品机械, 1999, 17(3): 30-32.
CHEN Y C, YANG Q R. Food high pressure processing equipment and application (I) [J]. Packaging and Food Machinery, 1999, 17 (3): 30-32.
- [54] 刘俊荣. 鱼肉蛋白质组织化方法的研究与应用[J]. 大连水产学院学报, 1998, 19(3): 74-80.
LIU J R. Study and application of protein histochemistry in fish[J]. Journal of Dalian Ocean University, 1998, 19(3): 74-80.
- [55] 杨涛, 辛建美, 徐青, 等. 双螺杆挤压技术在食品工业中的研究应用现状[J]. 食品与生物技术学报, 2009, 28(6): 733-740.
YANG T, XIN J M, XU Q, et al. Research and application of twin-screw extrusion technology in food industry [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2009, 28(6): 733-740.
- [56] 黄梅婷. 米粉老化工艺条件优化研究[J]. 福建农业科技, 2019, 50(1): 33-38.
HUANG M T. Study on optimization of aging process conditions of rice noodles[J]. Fujian Agricultural Science and Technology, 2019, 50(1): 33-38.
- [57] 曹世阳, 李宏升, 尹秀华. 淀粉凝胶老化工艺对鲜湿米粉断条率的影响[J]. 粮食与油脂, 2017, 30(4): 46-50.
CAO S Y, LI H S, YIN X H. Effect of starch gel aging process on the breakage rate of fresh wet rice noodles[J]. Cereals & Oils, 2017, 30(4): 46-50.
- [58] 李刚凤, 陈洁, 吕莹果, 等. 大米原料性质对米粉老化品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2013, 34(2): 39-42.
LI G F, CHEN J, LÜ Y G, et al. Effects of raw material properties on aging quality of rice noodles [J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2013, 34(2): 39-42.
- [59] 夏文, 钟业俊, 官斌, 等. 加工精度对米粉老化进程的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(2): 160-162, 166.
XIA W, ZHONG Y J, GUAN B, et al. Effect of processing accuracy on aging process of rice noodles [J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(2): 160-162, 166.
- [60] 罗舜菁, 占柳菁, 刘成梅. 食品添加剂抗鲜湿方便米粉老化的研究进展[J]. 食品工业科技, 2016, 37(6): 392-395, 399.
LUO S J, ZHAN L J, LIU C M. Research progress of food additives against aging of fresh and wet rice noodles[J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(6): 392-395, 399.
- [61] NIU M, HOU G G, KINDELSPIRE J, et al. Microstructural, textural, and sensory properties of whole-wheat noodle modified by enzymes and emulsifiers[J]. Food Chemistry, 2017, 223: 16-24.
- [62] 刘鑫, 陈杰, 孟岳成, 等. 干燥型方便米线品质影响因素及其营养强化研究进展[J]. 食品科学, 2011,

- 32(3): 296-300.
- LIU X, CHEN J, MENG Y C, et al. Research progress on influencing factors of quality and nutrition enhancement of dried instant rice noodles[J]. Food Science, 2011, 32(3): 296-300.
- [63] 李林林. 直条米粉干燥工艺研究及热风机组设计[D]. 北京: 中国农业机械化科学研究院, 2018.
- LI L L. Study on drying process of straight rice flour and design of hot air unit[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, 2018.
- [64] 张凤英, 黄安全, 刘火兴, 等. 提高波纹方便米粉质量的工艺研究[J]. 食品科学, 1998, 19(1): 52-54.
- ZHANG F Y, HUANG A Q, LIU H X, et al. Study on the technology of improving the quality of corrugated instant rice noodles [J]. Food Science, 1998, 19(1): 52-54.
- [65] 江思佳, 刘启觉. 米粉微波-热风联合干燥工艺研究[J]. 粮油加工, 2009, 40(4): 102-105.
- JIANG S J, LIU Q J. Study on microwave-hot air combined drying process of rice noodles[J]. Cereals and Oils Processing, 2009, 40(4): 102-105.
- [66] 邓常继, 关则悬, 王亚军, 等. 米粉微波干燥特性研究[J]. 粮食科技与经济, 2017, 42(2): 74-76.
- DENG C J, GUAN Z K, WANG Y J, et al. Study on microwave drying characteristics of rice noodles [J]. Grain Science and Technology and Economy, 2017, 42(2): 74-76.
- [67] 涂宗财, 刘成梅, 林森, 等. 方便米粉(米排粉)生产技术研究[J]. 食品工业, 1999, 21(5): 15-16.
- TU Z C, LIU C M, LIN S, et al. Study on the production technology of instant rice noodle[J]. The Food Industry, 1999, 21(5): 15-16.
- [68] 刘成梅, 左艳娜, 万婕, 等. 干燥方法对方便米粉老化特性的影响[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(5): 1-4, 35.
- LIU C M, ZUO Y N, WAN J, et al. Effects of drying methods on aging characteristics of instant rice noodles[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2014, 29(5): 1-4, 35.
- [69] 赵思明, 刘友明, 熊善柏. 高温高湿干燥对方便米粉品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2003, 26(2): 11-12.
- ZHAO S M, LIU Y M, XIONG S B. Effect of high temperature and high humidity drying on quality of instant rice noodles[J]. Cereal & Feed Industry, 2003, 26(2): 11-12.
- [70] BASMAN A, YALCIN S. Quick-boiling noodle production by using infrared drying[J]. Journal of Food Engineering, 2011, 106(3): 245-252
- [71] 刘兴信. 我国面条产业概况和趋势[J]. 粮油食品科技, 2005, 15(6): 24-25.
- LIU X X. Survey and trend of noodle industry in China[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2005, 15(6): 24-25.
- [72] 熊志超. 鲜湿面自动化生产线方案设计及关键技术研究[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2019.
- XIONG Z C. Scheme design and key technology research of automatic production line of fresh and wet noodles[D]. Wuhan: Wuhan Polytechnic University, 2019.
- [73] 孙定红, 陈洁. 国外方便面行业发展现状及趋势研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(36): 21088-21090.
- SUN D H, CHEN J. Study on the development status and trend of foreign instant noodle industry[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(36): 21088-21090.
- [74] 李笑春. 超声波洗米机[J]. 商场现代化, 1981, 10(6): 20.
- LI X C. Ultrasonic rice washing machine[J]. Market Modernization, 1981, 10(6): 20.
- [75] 包清彬. 新型连续式洗米机[J]. 包装与食品机械, 2001, 19(3): 29-30, 37.
- BAO Q B. New continuous rice washing machine[J]. Packaging and Food Machinery, 2001, 19(3): 29-30, 37.
- [76] 陈万钧. 一种智能控制的洗米装置的设计[J]. 电子技术, 2020, 49(2): 80-81.
- CHEN W J. Design of an intelligent controlled rice washing device[J]. Electronic Technology, 2020, 49(2): 80-81.
- [77] 陈安. 米粉工业化生产新技术及设备[J]. 农村实用工程技术, 2002, 23(11): 31-32.
- CHEN A. New technology and equipment for industrial production of rice noodles[J]. Agriculture Engineering Technology, 2002, 23(11): 31-32.
- [78] 陈辉球. 一种蒸自熟化一体机: CN206462356U[P]. 2017-09-05[2021-04-01].
- CHEN H Q. An integrated steaming and self-curing machine: CN206462356U[P]. 2017-09-05[2021-04-01].

- [79] 龚火根, 潘少鹏, 凌利, 等. 直条米粉连续式复蒸装置: CN102125224A[P]. 2011-07-20[2021-04-01].
GONG H G, PAN S P, LING L, et al. Continuous resteamer device for straight rice noodles: CN102125224A[P]. 2011-07-20[2021-04-01].
- [80] 危超, 刘伟, 赵秋梅, 等. 一种直条米粉连续式复蒸装置: CN209031101U[P]. 2019-06-28[2021-04-01].
WEI C, LIU W, ZHAO Q M, et al. A continuous resteamer device for straight strip rice noodles: CN209031101U[P]. 2019-06-28[2021-04-01].
- [81] 周远, 潘少鹏, 万小兰. 直条米粉关键工序连续化研究[J]. 粮油食品科技, 2012, 20(5): 16-18.
ZHOU Y, PAN S P, WAN X L. Study on the key process of rice vermicelli working continuously[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2012, 20(5): 16-18.
- [82] 梁晓军, 李世岩, 李林林, 等. 米粉智能干燥技术[J]. 包装与食品机械, 2017, 35(5): 62-64.
LIANG X J, LI S Y, LI L L, et al. Intelligent drying technology of rice noodles[J]. Packaging and Food Machinery, 2017, 35(5): 62-64.
- [83] 于衍霞. 提升我国米粉产业现代化生产水平的可行性分析[J]. 粮油食品科技, 2017, 25(5): 1-4.
YU Y X. Feasibility analysis of improving the modernized production level of china's rice noodles industry[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2017, 25(5): 1-4.
- [84] 肖勇生, 汤锋, 张良, 等. 传统发酵米粉烘干设备及工艺的研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(31): 15418-15419.
XIAO Y S, TANG F, ZHANG L, et al. Study on drying equipment and technology of traditional fermented rice noodles[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2012, 40(31): 15418-15419.
- [85] 钟玲, 刘家兴. 袋装螺蛳粉用米粉的干燥方法: CN107334041A[P]. 2017-11-10[2021-04-01].
ZHONG L, LIU J X. Drying method of rice noodle for bagging river snail noodle: CN107334041A [P]. 2017-11-10[2021-04-01].
- [86] 傅晓如. 江西精制直条米粉的生产和发展初步设想[J]. 粮食与饲料工业, 2007, 30(3): 31-32.
FU X R. Preliminary plan on production and development of refined straight rice noodles in Jiangxi province[J]. Cereal & Feed Industry, 2007, 30(3): 31-32.
- [87] 吴军辉, 梁兰兰, 幸芳, 等. 湿米粉加工环节微生物污染情况调查[J]. 粮食与饲料工业, 2012, 35(6): 28-30, 35.
WU J H, LIANG L L, XING F, et al. Investigation on microbial contamination in wet rice noodle processing[J]. Cereal & Feed Industry, 2012, 35(6): 28-30, 35.
- [88] 王永辉, 张名位, 张业辉, 等. 米粉的品质评价方法及其原料标准的研究进展[J]. 广东农业科学, 2012, 39(4): 70-72.
WANG Y H, ZHANG M W, ZHANG Y H, et al. Research progress on quality evaluation methods and raw material standards of rice noodles[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2012, 39(4): 70-72.

Innovation of Processing Equipment and Standardization in Jiangxi Rice Noodles

Liu Chengmei, Zhong Chengpeng, Ye Jiangping, Hu Xiuting, Zhu Chunyan, Luo Shunjing*
(College of Food Science & Technology, Nanchang University, Nanchang 330029)

Abstract As one of the characteristic foods of Southern China, Jiangxi rice noodles are characterized by low protein and hypoallergenicity. It is not only widely known and loved in China, but also exported to South Korea, Japan, Europe, Philippines and other countries and regions, with a broad market prospect. This paper summarized the technological innovation of production process and equipment of Jiangxi rice noodles, as well as the research status of quality improvement of rice noodles and the industry status of Jiangxi rice noodles. It provided a reliable basis for improving the continuous degree of equipment, shortening the production cycle, increasing the rate of finished products and reducing the consumption of labor. Based on the analysis of the existing problems in the standards and norms of rice noodles, some suggestions on the establishment of the standards of rice noodles in Jiangxi Province were put forward in order to promote the healthy development of the industry and ensure the food safety and health of the people.

Keywords rice noodles; Jiangxi rice noodles; processing; equipment innovation; standard