

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.06.021

干米粉加工中常见问题的原因分析与对策

黄维安¹, 蒙毅²✉, 陈磊¹, 魏小明¹, 黄坤英¹, 滕广¹

(1. 广西玉林巨安保健品有限公司, 广西 玉林 537001;

2. 广西玉林制药集团有限责任公司, 广西 玉林 537001)

摘要: 针对干米粉在加工中常见问题, 如色泽不均、夹生、大气泡、粘条、断条、水分含量高、发霉变质、成品率低等, 从其原料及加工工艺进行原因综述分析, 结合多年生产实践经验提出解决问题对策, 必须加大科技投入, 推进生产技术装备自动化、智能化、现代化、规模化和标准化, 推进新工艺、新技术、新设备的研究和应用, 同时创新产品品种与消费方式, 扩大消费、提高经济效益。

关键词: 干米粉; 加工; 质量问题; 原因分析; 对策

中图分类号: TS213.3 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2020)06-0158-08

Analysis of Common Problems and Counter-measures in the Processing of Dried Rice Noodles

HUANG Wei-an¹, MENG Yi²✉, CHEN Lei¹, WEI Xiao-ming¹, HUANG Kun-ying¹, TENG Guang¹

(1. Guangxi Yulin Ju-an Health Products Co., Ltd., Yulin, Guangxi 537001, China;

2. Guangxi Yulin Pharmaceutical Group Co., Ltd., Yulin, Guangxi 537001, China)

Abstract: To solve some common problems, such as uneven color, half-cooked rice, coarse bubbles, adhesion, breaking, high water content, molds, low yields, etc in the processing of dry rice flour, the reason summary analysis was carried out from the raw materials and processing technique. Meanwhile, some solutions are put forth according to the present author's experience in production practice. For example: Investment in science and technology should be increased to promote automation, intelligence, modernization, scale and standardization of equipment and technology, thereby promoting the studies and application of new craftwork, new technology, and new equipment. At the same time, new products and new consumption patterns will be created, thus enlarging consumption and increasing economic benefits.

Key words: dried rice noodles; processing; quality problems; cause analysis; counter-measures

米粉又称米线、米面条或米粉丝, 最早起源于中国, 距今已有 2000 多年的历史^[1], 是一种传统主食, 在我国南方地区、港澳台地区及东南亚

地区受到广泛欢迎^[2], 食用人口达数亿之多, 已经成为市场规模最大的米制品^[3], 是以大米为主要原料, 经清理、浸泡、粉碎、熟化与挤压成型等工序加工制作的产品^[4]。按米粉的含水量分为干米粉、半干米粉和湿米粉, 干米粉和湿米粉产销量最大, 而半干米粉产销量还很小^[5]。由于干米粉食用口感好, 具有保质期较长, 方便储运、销

收稿日期: 2020-03-30

作者简介: 黄维安, 男, 1963 年出生, 高级工程师, 研究方向为健康营养食品的研发与加工。

通讯作者: 蒙毅, 女, 1968 年出生, 高级工程师, 研究方向为健康营养食品的研发与加工。E-mail: 407822032@qq.com.

售等特点,成为产量大和消费地域广的大众品种,而引起了广大米粉生产厂家的高度重视,但是干米粉在生产中其机械化、自动化与标准化程度相对较低,而且有的工序还存在手工操作、操作差异大、劳动强度大、生产周期长等因素影响,常常出现米粉色泽不均、夹生、大气泡、粘条、断条、水分含量高、发霉变质、成品率低等问题。本文就这些问题从原料及加工工艺分析其主要影响因素,并结合笔者多年的生产实践经验,从生产实际提出解决办法,以期为各生产厂家和相关人员提供参考。

1 干米粉生产工艺流程

目前,全国各地加工干米粉的厂家较多,加工工艺各有差异,归纳起来主要有传统的切粉工艺、自熟挤压成型工艺及全自动生产线工艺。传统切粉工艺流程:大米→清洗→浸泡→磨浆→蒸粉→晒粉→摺粉→切丝→晒粉丝→扎粉→干米粉,该生产工艺比较复杂,且为手工操作、劳动强度大、效率低、质量难以保证,但较适合于小作坊式生产;自熟挤压成型工艺流程:大米→清洗→浸泡→磨浆(粉碎)→挤压熟化成型→老化→松丝→干燥→包装→干米粉,该技术具有生产效率高、适用原料广、产品品质好等特点,是一项应用前景广阔的新技术,既适用于小作坊式生产,也适用于规模化生产,是目前大多数干米粉生产企业应用的技术;全自动米线生产线工艺流程为:干大米粉→和面→提升→喂面→挤压→切割→面块整理→老化→蒸煮→松丝→干燥→冷却→包装→干米粉,全自动米线生产线挤压熟化新工艺,实现了直接以干大米粉为原料,经自动化、规模化及现代化的设备在线一次性完成干米线生产,减少了大米的清洗、浸泡和磨粉工序,降低了劳动强度,用工也少,提高了劳动效率,降低了成本,同时全封闭式生产,杜绝了手工操作的人为交叉污染与环境污染,确保了产品的质量。自熟挤压成型工艺与传统工艺比较,不仅具有操作简便、节能、高效等优势,同时对米粉组织结构的形成和蒸煮品质特性具有显著的改良作用,而全自动米线生产线投资大、规模大,不太适合于中小企业^[6-9]。基于这些优缺点,本文所述

的干米粉加工工艺为自熟挤压成型工艺,其工艺流程如下:

大米→清洗和浸泡→粉碎→混合(调质)→自熟挤丝成型→冷却→剪断挂粉→老化→松粉→干燥→包装→干米粉成品。

2 干米粉加工中常见问题的原因分析

2.1 原辅料

2.1.1 大米淀粉的影响

干米粉是以大米为主要原料加工制成的,因此大米的选择至关重要,直接影响其加工性能和品质。大米主要成分为淀粉,约占大米的 75%、水分约占 14%左右、蛋白质约占 7%,其余为脂肪、纤维素等^[10]。淀粉中主要为直链淀粉和支链淀粉,而米粉的加工形成过程实质上是大米淀粉凝胶化的过程^[11],因此米粉又属于大米淀粉凝胶制品,其品质取决于大米淀粉凝胶的品质^[12]。国内相关研究表明,大米淀粉尤其是直链淀粉及其含量是影响米粉加工性能及品质的关键因素。张兆丽等^[13]认为大米淀粉中直链淀粉含量、糊化粘度均与米粉凝胶性有显著的正相关,直链淀粉和支链淀粉含量及其比例直接影响米粉品质,直链淀粉可为米粉引入弹韧性、支链淀粉使米粉变得柔软,使米粉具有良好的加工效果,直链淀粉含量高的大米淀粉制成的米粉密度大、口感较硬、且易断条,而支链淀粉含量适当高时制成的米粉韧性好,烹煮时不易断条,但支链淀粉含量过高的大米淀粉在糊化过程中迅速吸水膨胀,其粘性较强,制作米粉时容易粘条并条。张喻等^[14]研究也表明大米中直链淀粉含量与米线的加工效果呈极显著的正相关。王永辉等^[15]也认为大米原料中直链淀粉含量对米粉的加工效果有显著影响,且介于 22.11%~25.45%的籼稻米加工的米粉具有较好的品质。也有研究者将不同大米的米浆按一定比例混合使直链淀粉含量分别为 20%、22%、24%、26%、28%制作方便米粉,结果表明直链淀粉含量 24%和 26%的大米制成的米粉品质较好^[16]。王晓培等^[17]研究表明大米淀粉中直链淀粉含量与米粉蒸煮损失、断条率呈显著负相关,与质构硬度、弹性、咀嚼性、回复性和最大剪切力呈显著正相关。国外相关文献也证明了大米淀粉中直链

淀粉含量对米粉品质有影响,如 Bhattacharya 等^[18]研究表明,米粉的硬度和筋道感与大米中直链淀粉含量呈正相关关系; Han 等^[19]认为使用直链淀粉含量高的大米制成的米粉具有良好的蒸煮品质和质构特性; JEONG 等^[20]认为用高直链淀粉的大米制出的米粉质地较硬,从而有助于减少蒸煮损失。

2.1.2 大米稻谷陈化期的影响

米粉的加工性能和品质与稻谷的储存陈化期有密切关系,新鲜稻米制作米粉粘性高、挤丝困难,粉条粘结严重,米粉容易断条、糊汤,而稻米经过适当储存陈化后其硬度增加、粘性降低有利于制作米粉,但过度陈化又会影响米粉的品质,因此应选择有一定陈化期的稻米制作米粉。大米稻谷陈化是指其在储藏过程中经历一系列的物理、化学和生理变化,包括其糊化特性、色泽、风味和组成的变化;在储存陈化过程中,影响大米淀粉的质构特性,淀粉中支链淀粉在脱支酶的作用下脱支,而直链淀粉聚合度变化不明显,因此脱支后的支链淀粉含量占总淀粉的比重降低、直链淀粉含量的比重相应上升,导致淀粉凝胶网络结构加强;而蛋白质中巯基(-SH)氧化脱氢生成二硫键(-S-S),使巯基减少、二硫键增加,导致蛋白和淀粉的交联度增大,增强了淀粉纤维束的强度而阻止淀粉颗粒的膨胀,使淀粉凝胶强度增加,且双硫键多寡与大米流变学和食味有关;但脂肪被水解和氧化生成游离脂肪酸和过氧化物,使脂肪酸值升高、酸度升高,这些变化影响米粉条的加工性能、烹煮品质、感官品质和质构特性^[21-23]。范运乾等^[24]就大米陈化期对双螺杆挤压机直接挤压制作米粉品质影响研究表明,大米陈化时间较短的大米粉挤出的粉条易粘连并条、表面粗糙,随着陈化时间增加粉条粘度降低、表面光滑度增加,并认为使用脂肪酸值为 229.0 mg KOH/kg 的陈化大米制作米粉品质最佳。张玉荣等^[25]研究表明新鲜稻谷大米制作米粉感官评分最低,储藏 24 周后达到最大值,之后有所下降,说明陈化粳稻大米可以用于制作米粉,同时米粉的硬度、粘着性、咀嚼性、蒸煮损失率和复水率随稻谷储藏时间的延长变化显著,其中硬度的变化最大,弹性的变化最小,变化显著的指标均有

利于提高米粉品质。梁兰兰等^[26]研究表明,稻米陈化时间对米粉条的感官品质影响显著,尤其对米粉清香味、粘性、硬度和筋道感影响更加明显,陈化可降低米粉条的粘性、增加硬度和筋道感,室温下陈化 12 个月和 15 个月的早籼稻米制作的米粉感官综合评分最高,18 个月的最低。吴卫国等^[27]对湘早籼稻进行研究发现,用储藏期为 9 个月的稻谷加工的米粉条断条率为零,当储藏期超过 21 个月时感官品质开始下降,储藏期 9~11 个月的稻谷较适合加工高品质的米粉。国外也有研究显示,稻谷的陈化对米粉的品质有一定的影响,如 HORMDOK 等^[28]用经储藏的稻谷大米制作米粉,米粉的硬度升高、粘性降低、咀嚼度升高。

2.1.3 辅料的影响

虽然选择合适的大米原料对米粉的品质和加工效果有决定性的作用,但还是不能较好地解决米粉加工过程中易粘条、并条、断条等问题,因此添加适量淀粉辅料作为改良剂是很有必要的,常用的辅料有玉米淀粉、马铃薯淀粉、小麦淀粉等淀粉类辅料,或单独使用或复合使用,其中玉米淀粉以其产量大、价格低、改良效果好的特点,被广泛用作米粉生产中的改良剂。由于淀粉类辅料中的淀粉颗粒较大米淀粉颗粒大,糊化温度低、吸水能力强,进而增强了大米粉的吸水能力,使米粉在挤压或老化过程中的糊化作用更彻底,同时使米粉内部具有更加紧密的结构,抑制淀粉溶出,从而降低其蒸煮损失率,另外淀粉类物质是高纯度淀粉,能够改善米粉的凝胶性能,使米粉具有较好的柔韧性,且其直链淀粉含量高,使米粉凝胶回生更快、硬度更好,从而改善米粉的品质和加工效果,但淀粉辅料添加过量,相对减少了米粉中蛋白含量,弱化了米粉致密的网络结构,硬度和咀嚼性又会有所降低,使米粉品质下降^[29]。因此,适量添加淀粉类辅料有利于提高米粉的品质和加工性能。李琳等^[30]认为玉米淀粉作为粮谷类淀粉,价格低廉且纯度较高,可作为生产米制品的辅料,添加 20%玉米淀粉时,可使大米淀粉凝胶弹性和咀嚼度最大,且内部网络结构最为规整致密,有利于改善米粉的品质。张建初等^[31]选择直链淀粉含量在 18%~22%的大米为主原料,添加玉米淀粉 15%、马铃薯淀粉 5%、自制

复合添加剂 0.5% 生产波纹方便米粉, 发现粉丝内部产生大量密集的小气泡, 泡粉时能像方便面一样, 使汤中味料容易进入粉丝内部, 充分与粉丝融合, 且粉丝不断条、口感好, 有效地解决米粉不入味的问题。有研究者认为玉米淀粉含直链淀粉能使米粉条断条率下降、提高熟度、淀粉凝胶回生更快, 添加量为 2%~5% 左右为佳, 添加过量后粉条强度差、易糊汤、不耐煮、没咬劲, 而添加马铃薯淀粉 2%~10% 能使米粉更加光滑、富有光泽, 并能提高其弹性、筋力、咬劲, 延长保存期, 但价格较高, 添加量大时经济上不合算^[32]。王永辉等^[33]也认为玉米淀粉添加量 4%~6% 时有效提高粉丝质构特性, 是粉丝加工中良好的天然增韧剂, 但添加过量易使粉丝强度差、不耐煮和易糊汤, 而马铃薯淀粉添加量在 2%~3% 时显著提高质构特性, 绿豆淀粉添加量 0.5%~1.5% 可使粉丝具有适宜的膨胀率、较低的断条率和蒸煮损失率, 粉丝的蒸煮品质得到显著提高, 但添加后易造成糊化不充分, 最终影响粉丝品质, 综合考虑玉米淀粉 6%、马铃薯淀粉 2%、绿豆淀粉 1% 为最佳添加量。李新华等^[34]在细度为 100 目、水分含量为 39% 的大米粉中添加 20%~25% 玉米淀粉时加工出的米线质量较好。

2.2 加工工艺的影响

2.2.1 大米清洗与浸泡工艺

洗米的目的是除去漂浮在水面上的泡沫、糠皮、糠粉等杂质, 洗米时间视水中的清澈程度而定, 一般为 10~20 min, 过久会产生大量碎米, 而浸泡的目的则是使米粒吸收的水分继续向中心渗透, 使米粒结构疏松、里外水分均匀并控制在 26%~28% 较佳, 浸米时间与水温有关, 夏短冬长^[35]。刘也嘉等^[36]研究表明润米时间为 6 h 是半干法磨粉生产鲜湿米粉的理想润米时间。蔡永艳等^[37]采用挤压技术干法加工米粉, 省去了洗米、泡米和磨浆环节制作米粉, 缩短了生产工序、减少污水污染、提高了原料利用率, 并在外观、口感上基本达到湿法工艺生产的效果。谢高鸣^[38]认为粉碎之前一定要让大米粒充分吸水软化, 浸泡时间控制在 2~3 h 为宜, 时间过长将导致成品酸度升高。陈伟等^[39]也认为润米时间掌握在 2~3 h 内使大米含水量在 30% 左右, 这时只需用拇指和食指研磨

米粒能磨碎且无砂粒感即可, 时间过短则润米不透影响磨粉质量, 时间过长米质发酸而产生异味。有研究者以早籼米为原料对浸泡与不浸泡法制作米粉的结果表明, 浸泡大米可以改善米粉的弹性和感官评分, 浸泡可使米粒充分吸水, 为后续淀粉糊化创造条件, 但浸泡温度和时间会对浸泡过程中的溶出还原糖和总氨基酸含量带来影响, 从而对产品的色泽和风味产生不利影响, 浸泡时间越长、温度越高对最终产品影响越大, 20 °C 下浸泡 2 h 达到最大含水量为 30.19%, 已达到了润米目的^[40]。

2.2.2 磨粉及混合工艺的影响

磨粉是生产米线的关键工序, 粉碎后大米粒度减小、质地均匀、口感细腻, 并可降低糊化温度, 易于糊化制作米线^[41], 但要选择适宜的磨粉设备和方法以降低大米淀粉的破损含量, 并控制适宜的大米粉细度及含水量, 才能保证米线的品质和加工效果。磨粉分湿磨、干磨与半干磨, 湿磨是生产米粉的一种传统磨制方法, 干磨是物料在干燥条件下用各种磨粉机进行磨制, 与湿磨相比干磨不产生废水、降低了产生微生物滋生的风险, 可以更好的保留蛋白质、脂质等营养成分, 但能耗高、淀粉损伤严重, 而半干磨法是介于干磨和湿磨之间的一项生产技术, 是经润米调质后再用磨粉机进行磨粉^[42]。半干磨法可以减少磨粉设备的机械力和热能对大米淀粉颗粒的破坏^[43]。高晓旭等^[44]选择旋风磨, 30% 调质米进行半干磨粉, 淀粉破损含量低、粒度小且分布均匀, 适用于米粉原料的生产, 淀粉破损含量湿法磨最低为 2.47%、30% 调质米半干磨较低为 4.31%、干磨法相对较高、超微干磨法淀粉损伤严重超过 10%。随着米粉粒度的减小, 米粉原料破损淀粉含量升高、糊化温度降低、粘度升高、咀嚼度升高、成品蒸煮损失率降低, 但色泽较暗, 粒度在 120 目左右, 能保证米粉在各方面均有较好的品质, 但粒度越细挤压制作粉丝时易发生美拉德反应而产生褐变, 使米粉色泽变深^[45]。冀智勇等^[46]则认为, 大米原料粉的细度对米粉淀粉重新胶合关系很大, 细度过 50 目筛比较合适, 太细则易在挤压成型机套筒入口处结块导致进料受阻, 太粗则粉块糊化不充分, 使产品出现断条和糊汤, 此外, 混

合粉料水分含量对米粉质量也有影响,水分低糊化不均匀,干燥后米线表面龟裂易断条,水分高则物料流动性大、压力降低、温度降低而熟化不够,米线会出现暗淡、韧性差,并出现夹生味道,控制水分 38%最合适,低于 30%米线表面泛白、粗糙,高于 40%则粉条粘连并条严重。李新华等^[34]采用自熟挤丝成型工艺研究结果也证明,大米粉的粒度及含水量对米线品质和加工效果均有较大的影响,颗粒细度大于 60 目以上才能正常加工米线,低于 40 目几乎不能加工成米线,即使能出粉也不成条,断条率接近 100%,用 100 目的米粉加工米线可获得较好的产品质量,且原料大米粉水分含量 39%时成型压力好,加工效果好,米线表面光滑、有韧性、口感好。

2.2.3 成型工艺的影响

米粉的成型主要有切制和挤压成型,而干米粉主要采用挤压法成型,挤出的粉丝要马上用风扇强制风冷使粉丝互不粘连松散,同时粉条熟化程度要合适,既不能太生也不能太熟,太生则米线韧性差,易断条和糊汤,太熟则挤丝不顺畅、成型难、易粘条。其过程为:将混合好的粉料送到喂料斗中从喂料口连续、均匀、适量地喂入熟化筒中,粉料在熟化筒中自熟后送入排丝筒中经排丝头挤压出丝,通常根据挤出粉丝的感官来调整控制好熟化筒出口处流量,以挤出的粉丝坚实不烂软、粗细一致、透明度好、表面光滑、无气泡、无生白、有弹性韧性为宜,流量小则熟料筒压力大、温度高、粉料熟化度高、色泽深、粘性大易粘条、易产生气泡、干燥后易断条,反之,流量过大则熟化度低,挤出的粉丝生白无光、透明度低、易断条,粉条的大小由排丝头孔径而定,常用的孔径有 $\Phi 0.6$ 、 0.8 、 1.0 、 1.2 mm 等^[46]。唐汉军等^[7]认为螺杆挤压工艺与传统工艺比较,不仅有操作简便、节能、高效等优势,同时米粉的品质有了明显的改良,但是由于在制作过程中粘稠的原料会封存少量的空气而使粉丝内部出现大而圆的汽包空洞,干燥后粉条易碎断条,因此有必要增加脱气处理工序,对提高粉条质量有重要作用。在米线成型后采用风扇鼓风将粉丝吹干、固定粉形、加强强度、吹松分散,避免相互粘连,

从根本上解决了粉丝淀粉返生、复水性差及吐浆率高的难题^[47]。

2.2.4 老化工艺的影响

米粉老化是决定米粉最终品质的关键环节,老化的实质是米粉淀粉老化,是糊化的逆过程,即糊化后的淀粉分子从无序状态重新组合排列成有序状态的过程,使淀粉具有硬性的整体结构,淀粉的充分老化可使米粉具有筋道感、不糊汤等产品特性^[48],而粉坯湿度、老化温度和老化时间是影响老化效果的重要因素。李刚凤等^[49]选用杂交籼米研究粉坯含水量、老化时间、老化温度对米粉品质的影响结果表明:老化温度>粉坯含水量>老化时间,最佳工艺条件为粉坯含水量 37.5%、老化温度 4 °C、老化时间 3 h,并认为老化不足则米粉硬度小,干燥后复煮易糊汤,老化过度则干燥后易断条。黄梅婷^[50]就低温高湿、室温高湿、室温风干三种老化方式,对米粉断条率和蒸煮损失率的影响,以及直链淀粉含量、粉坯含水量、老化温度和老化时间对米粉老化效果的影响,研究表明,在一定老化条件下三种老化方式对米粉断条率和蒸煮损失率的影响为室温风干>室温高湿>低温高湿,对米粉老化效果影响为粉坯含水量>老化时间>老化温度,最佳工艺条件为大米直链淀粉含量高于 23%、粉坯含水量 48%、老化温度 4 °C、老化时间 4.5 h,在此条件下制作的米粉感官评分最高,且米粉滑爽可口、富有弹性。李林林等^[51]认为米粉老化过程中要求米粉的水分含量稳定,否则会使米粉复水能力差、韧性较差、蒸煮损失多等一系列品质问题,在老化湿度不变的情况下,老化温度对米粉老化效果的影响较大,35~45 °C老化速度最快,综合评价,40 °C、高湿的老化条件下做出的米粉吐浆率低、复水率高,米粉老化程度好、品质好。

2.2.5 干燥工艺的影响

干燥是干米粉生产中的重要工序,是保证干米粉品质的重要手段,快速有效的干燥方法能使米粉成型后迅速脱水干燥,固定 α 化态,防止回生,使米粉保持良好的品质及较长的保质期而便于米粉贮存与流通^[52]。因此选择合适的干燥方式和方法对米粉的干燥效果及品质影响是米粉干燥

的关键。传统的米粉干燥方式主要有自然晾晒和热风干燥,随着科技的不断发展,一些新型干燥技术如微波干燥、真空冷冻干燥、联合干燥以及太阳能干燥、热泵干燥也逐渐得到推广应用。与烘房干燥相比自然干燥无需任何设备,经济方便,而且成品吐浆率、粉碎率、断条率均比较低,但干燥时间长、工作量较大,容易因晾晒不均匀不彻底而导致米粉发霉变质,以及晾晒过程中环境、气候、卫生条件不可控而影响干燥效果和产品质量。热风干燥适应性强、操作简便、卫生、不受环境气候影响、干燥效率高,但干燥处理温度高易使米粉色香味变差、龟裂、断条、酥脆而影响品质。米粉干的水分一般在 16% 以下,也有 14% 以下,但干燥不足则水分高,产品易发霉变质,影响保存期且也不符合传统定义的米粉干,而过度干燥则水分含量过低使米粉干酥脆易断条、成品率低、复水时间长,影响米粉感官品质和烹煮品质。米粉干燥的过程分为升速干燥阶段、降速干燥阶段和等速干燥阶段^[53]。通常干燥前米粉的含水量在 37%~40% 之间,若将其干燥至水分为 12%~14% 左右,需要干燥脱去原物料 15% 的水分以上,而这部分的水由于与物料间的紧密结合,干燥时常采用高温条件,这难免会造成物料迅速收缩、表面水分蒸发过快,使内部结构更加致密,出现硬壳现象,水分扩散通道减小,因而米粉的等速干燥阶段很短,整个干燥过程主要为降速干燥过程^[53]。有研究认为主干燥温度对米粉品质有明显的影响,干燥温度为 65 °C 是一个比较好的干燥温度,能够保证干米粉各项指标都在一个比较好的水平^[55]。肖勇生等^[56]采用烘干方法为第一阶段 38 °C、3 h,第二阶段 34 °C、3 h,达到了干燥要求米粉含水量 13.2%,产品质量稳定、不龟裂、断条率低、保持原有风味,但干燥中要注意温度和湿度波动幅度不能过大,使米粉均匀干燥以免出现硬壳、龟裂而易断条。

3 对策

针对干米粉加工中常出现的问题以及这些问题产生的主要原因,结合笔者多年的生产实践经验,提出如下解决问题的对策,经笔者在生产实践中应用,较好地解决了干米粉加工生产中常见

的上述加工和品质问题。

3.1 原辅料的选择

制定好原辅料质量标准很重要,在采购选米时严格执行标准要求。大米原料主要选择陈化一年左右的优质早籼稻米或晚籼稻米,感官米粒色泽应正常且垩白米率小于 2%、黄粒米小于 1%,米粒应完整饱满且碎米应小于 2%,水分控制在 14% 以下,直链淀粉控制在 22%~25%。垩白米越多说明大米直链淀粉越低,黄粒米多说明大米稻谷过于陈化或期中受潮变质,碎米越多说明米质越差,这些米对干米粉的加工性能和质量都有不良的影响。然而,虽然选择了优质的大米,但还是不能较好地解决加工性能和米粉易粘条、并条、断条、口感差、感官差等问题,因此添加适宜适量的辅料是很有必要的。由于玉米淀粉价格低、产量大、来源容易,根据米质的具体情况在混合工序一次性添加玉米淀粉 10%~20%、食用植物油 0.1% 就能很好地解决上述问题。

3.2 优化加工工艺

3.2.1 洗米、浸泡、粉碎与混合工艺

采取饮用水洗米一次,然后加水过面浸泡 3 h 使大米润湿至无白心,这时用拇指和食指研磨米粒能磨碎且无砂粒感即可。沥干水后用万能粉碎机粉碎并过 80 目筛得大米粉。将大米粉移至槽型混合机内,加入 10% 玉米淀粉、10% 饮用水、0.1% 食用植物油混合均匀即可,其中加水量对米粉的后续加工和质量影响很大,应控制在混合后粉料手握成团轻敲即散为宜,此时其总含水量约在 40% 左右。水分含量过低粉料在后续挤压熟化时则糊化不均匀,粉条表面夹生、泛白、粗糙、易断条,干燥后米线表面龟裂而易断条、成品率低,水分过高则粉料熟化不够、韧性差、粘条严重,并出现夹生味道。

3.2.2 自熟挤丝成型

将混合好的粉料经传输带送到自熟成型机,粉料从喂料口连续、均匀地喂入熟化筒中,在熟化筒中自熟后送入排丝筒经排丝头挤压出粉丝,控制好熟化筒出口处流量是关键,以挤出的粉条坚实不烂软粘连、透明度好、表面光滑、无气泡、无生白、有弹性韧性为宜,流量过小则粉料熟化

过度则挤丝不顺畅、成型难、色泽深、粘性大易粘条、易产生气泡,干燥后易断条,反之,流量过大则熟化不够,挤出的粉丝生白无光、透明度差、易断条。粉条的大小按需要由排丝头孔径而定,常有的孔径有 $\Phi 0.6$ 、 0.8 、 1.0 、 1.2 mm 等。米线成型挤出的同时采用风扇将粉丝降温、稍吹干、吹松分散,避免相互粘连,但不宜过度吹干以免影响后续加工质量,并按长度要求剪断挂杆。

3.2.3 优化老化工艺

将剪断挂杆的粉丝控制水分在 35%~40%左右,温度 40~45 °C 左右(手感温暖)移至老化房中,密闭保湿保温老化 8~10 h 即得,此时粉丝硬度适宜且松散不再粘连。

3.2.4 采取合适的干燥方法和工艺条件

老化结束后的粉丝,过冷水以使粉丝松散分开,并洗去其表面极少量未牢固结合的原辅料粉后及时干燥,以防水分过高久置而出现发霉变质。过水搓散的粉丝继续挂杆并沥干水后推进热风烘房中,采用模拟自然晾晒条件的热风干燥方法干燥,先控制烘房温度 40 °C 下干燥 3 h,然后控制烘房温度 35 °C 下干燥约 5 h 至粉丝水分含量 12%~14%。这样的干燥工艺条件产品质量稳定、不龟裂、不酥脆、断条率低、保持原有风味。但在干燥过程中应注意温度不能过高、风速不能过大和干燥速度不能过快,否则易使米粉色香味变差、龟裂、酥脆、断条、弯曲变形不挺直而影响品质,同时要控制成品粉条适宜的水分含量,过低则米粉酥脆断条率高而成品率低,过高则在贮存与流通中易发霉变质变味而缩短保质期。

干燥合格的粉条要及时按包装规格要求进行分量和入袋包装,以防返潮再出现质量问题。

4 总结与展望

干米粉在加工中常见的问题与原辅料及加工工艺关系很大,因此,为了减少加工问题和稳定提高加工及产品质量,选择适宜的原料和加工工艺是关键,且标准化生产也很重要,各生产企业应制定好原辅料质量标准和用量标准,在采购、储存和使用时严格按标准执行,不符合标准要求的原辅料不采购、不进库和不使用;同时也要制定好标准化的加工工艺,各工序的工艺参数要合

理和优化,且要易掌握、易操作、易控制,具有较强的可操作性及可控性,在加工操作过程中严格按操作标准进行,以减少个人操作误差,确保干米粉加工和产品质量的一致性和稳定性。但是良好的加工工艺也离不开先进生产设备、生产环境以及技术水平的操作工的辅助,因此选择加工设备、加工环境和生产人员也不能忽视。

我国是干米粉的生产大国也是消费大国,市场庞大,因而生产企业众多,为了提升市场占有率,提高产品质量、提升市场竞争力,各个生产企业都在不断地探索,也是各个生产企业的共同追求。然而,为了使干米粉加工中的问题从根本上得到解决,有必要加大科技投入以驱动创新传统的生产方式、优化生产工艺、缩短生产工序、减轻劳动强度,推进生产技术装备自动化、智能化、现代化、规模化和标准化,推进新工艺、新技术、新设备的研究和应用,从而稳定和提升产品质量、提高劳动效率、降低产品成本,同时创新产品品种与消费方式,扩大消费、提高经济效益,也有利于加工和产品质量的提升和控制,让传统干米粉增添新的活力和生命力,推进传统产业的升级换代。

参考文献:

- [1] 孙庆杰. 米粉加工原理与技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006.
- [2] 刘嘉, 吕都, 唐健波, 等. 马铃薯米粉与纯米粉品质的分析比较[J]. 现代食品科技, 2018, 34(1): 45-51.
- [3] 高晓旭, 佟立涛, 钟葵, 等. 不同磨粉工艺对大米粉质特性的影响[J]. 现代食品科技, 2015, 31(1): 194-199.
- [4] 冯岳鸣, 俞志勇, 潘巨忠. 米粉高湿热风干燥特性及动力学模型[J]. 山东化工, 2019, 48(10): 143-144.
- [5] 何胜军, 付赖鹏, 张志明, 等. 我国干湿米粉的标准探讨[J]. 粮食与饲料工业, 2019, (2): 1-7.
- [6] 杨伟军. 柳州螺蛳粉的生产工艺技术研究[J]. 食品工业, 2017, 38(8): 80-82.
- [7] 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.
- [8] 周显青, 张玉荣. 米粉(线)加工及品质评价方法研究进展[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2017, 38(3): 123-128.
- [9] 关颖. 推动米线产业发展的挤压熟化新工艺[J]. 农产品加工, 2010, (6): 34.
- [10] 袁森, 钱银川. 米果生产工艺与配方[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004.
- [11] 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.

- [12] 卿明义, 林莹. 米粉凝胶强度与米粉品质指标的相关性研究[J]. 保鲜与加工, 2020, 20(1): 103-108.
- [13] 张兆丽, 熊柳, 赵月亮, 等. 直链淀粉与糊化特性对米粉凝胶品质影响的研究[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2011, 28(1): 60-64.
- [14] 张喻, 杨泌泉, 吴卫国, 等. 大米淀粉特性与米线品质关系的研究[J]. 食品科学, 2003, 24(6): 35-38.
- [15] 王永辉, 张业辉, 张名位, 等. 不同水稻品种大米直链淀粉含量对加工米粉品质的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(1): 109-120.
- [16] 李红斌, 李万芬, 詹小卉, 等. 米浆中直链淀粉含量与方便米粉品质关系的研究[J]. 食品科技, 2005, (4): 29-31.
- [17] 王晓培, 陈正行, 李娟, 等. 湿热处理对大米淀粉理化性质及其米线品质的影响[J]. 食品与机械, 2017, 33(5): 182-187.
- [18] BHATTACHARYA M, ZEE S Y, CORKE H. Physicochemical properties related to quality of rice noodles[J]. Cereal Chemistry, 1999, 76(6): 861-867.
- [19] HAN H M, CHO J H, KOH B K. Processing properties of Korean rice varieties in relation to rice noodle quality[J]. Food Science Biotechnol, 2011, 20(5): 1277-1282.
- [20] JEONG S, KIM Y, KO S, et al. Physicochemical characterization and in-vitro digestibility of extruded rice noodles with different amylose contents based on rheological approaches[J]. Journal of Cereal Science, 2016, (71): 258-263.
- [21] 高瑀琬, 鞠兴荣, 姚明兰, 等. 稻米储藏期间陈化机制研究[J]. 食品科学, 2008, 29(4): 470-473.
- [22] 任顺成, 周瑞芳, 李永红. 大米陈化过程中谷蛋白与大米质构特性的变化[J]. 中国粮油学报, 2002, 17(3): 42-46.
- [23] 唐为民, 呼玉山. 稻米陈化对品质的影响及陈化机理[J]. 中国食物与营养, 2004(4): 7-10.
- [24] 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.
- [25] 张玉荣, 王游游, 刘敬婉. 稻谷的陈化对其米粉制品品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2018, 39(5): 1-7.
- [26] 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.
- [27] 吴卫国, 李合松, 曹薇, 等. 稻谷储藏期对米粉品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2006, (1): 5-7.
- [28] HORMDOK R, NOOMHORM A. Hydrothermal treatments of rice starch for improvement of rice noodle quality[J]. LWT-Food Science and Technology, 2007, 40(10): 1723-1731.
- [29] 卫萍, 游向荣, 张雅媛, 等. 添加淀粉对马铃薯米粉品质的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(11): 79-84.
- [30] 李琳, 陈洁, 陈玲. 玉米淀粉对大米粉凝胶特性的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2019, 40(4): 7-11.
- [31] 张建初, 肖仲望, 周建中. 改善方便米粉入味特性的工艺研究[J]. 粮食科技与经济, 2011, 36(2): 34-35.
- [32] 傅晓如. 米粉条生产中常用辅米及添加剂[J]. 粮油食品科技, 2000, 8(2): 3-4.
- [33] 王永辉, 唐小俊, 张名位, 等. 三种天然植物淀粉辅料对米粉丝品质特性的影响[J]. 现代食品科技, 2014, 30(1): 50-54.
- [34] 李新华, 洪立军. 生产工艺条件对米线产品品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(9): 124-127.
- [35] 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, (5): 18-20.
- [36] 刘也嘉, 林利忠, 林亲录. 半干法磨米中润米时间对鲜湿米粉的影响[J]. 现代食品科技, 2016, 32(4): 161-165.
- [37] 蔡永艳, 陈洁, 王春, 等. 米粉干法生产工艺的研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2011, 31(1): 39-42.
- [38] 谢高鸣. 提高方便米粉质量的几个关键[J]. 粮油食品科技, 1992, (5): 19-20.
- [39] 陈伟, 王成. 提高干米粉质量的探讨[J]. 郑州粮食学院学报, 1996, 4(17): 89-91.
- [40] 王园园, 王韧, 赵建伟, 等. 米面条的制备新工艺[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(5): 82-86.
- [41] 刘也嘉, 李楠楠, 林利忠, 等. 干法制备大米粉的工艺及特性研究[J]. 粮食与饲料工业, 2016, (6): 25-29.
- [42] 靳志强, 白变霞, 赵晋峰, 等. 半干法磨制小米粉及面条品质特性的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(15): 132-138.
- [43] 佟立涛, 高晓旭, 王立, 等. 调质大米半干法磨粉制备鲜米粉及其品质测定[J]. 农业工程学报, 2014, (30): 332-338.
- [44] 高晓旭, 佟立涛, 钟葵, 等. 不同磨粉工艺对大米粉质特性的影响[J]. 现代食品科技, 2015, 31(1): 194-199.
- [45] 陈洁, 蔡永艳, 吕莹果, 等. 原料粒度对米粉品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2011, (2): 27-29.
- [46] 冀智勇, 吴荣书, 刘智梅. 影响方便米线复水性及常见问题的若干因素研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2005, (1): 75-77.
- [47] 陈安, 徐焱, 凌利, 等. 精制出口直条米粉的生产工艺技术及设备[J]. 粮食加工, 2007, 32(1): 37-40.
- [48] 陈绍光, 陈平. 方便米粉生产新技术、新工艺研究[J]. 食品科学, 1999, (7): 28-30.
- [49] 周显青, 张玉荣. 米粉(线)加工及品质评价方法研究进展[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2017, 38(3): 123-129.
- [50] 李刚凤, 陈洁, 卞科, 等. 不同工艺条件对米粉老化品质影响[J]. 粮油与油脂, 2014, 27(5): 51-54.
- [51] 黄梅婷. 米粉老化工艺条件优化研究[J]. 福建农业科技, 2019, (1): 33-38.
- [52] 李林林, 李世岩, 王金水, 等. 直条干米粉老化的工艺参数研究[J]. 粮食加工, 2017, 42(6): 21-24.
- [53] 王亚军, 万娟, 谢宇霞, 等. 米粉干燥技术现状与发展趋势[J]. 粮食科技与经济, 2017, 42(1): 74-76.
- [54] 胡文明, 严中俊. 食用干米粉热风干燥特性及干燥数学模型研究[J]. 时代农机, 2018, 42(2): 118-119+122.
- [55] 杨艾迪, 唐小俊, 魏振承, 等. 米粉干燥技术研究现状与展望[J]. 广东农业科技, 2015, 18(10): 82-87.
- [56] 高静丹, 陈洁, 王春, 等. 主干干燥温度对米粉品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2012, 33(6): 68-71.
- [57] 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): 5418-5419. ㉞