

马铃薯全粉的品质特性·加工工艺及应用研究进展

赵金梅, 王小虎, 何 静 (河西学院农业与生物技术学院, 甘肃张掖 734000)

摘要 近年来, 马铃薯全粉的开发应用已成为研究热点, 国内许多研究机构和食品厂都致力于开发以马铃薯全粉为原料的新产品。总结近几年来国内外关于马铃薯全粉的品质特性、加工工艺, 以及在食品加工中的应用研究, 旨在为马铃薯全粉的利用与产品的开发提供参考。

关键词 马铃薯全粉; 品质特性; 加工工艺; 食品加工
中图分类号 TS255 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)21-0029-04

Research Progress on Quality Characteristic and Production Technology of Potato Flour and Its Application
ZHAO Jin-mei, WANG Xiao-hu, HE Jing (College of Agriculture and Biotechnology, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000)

Abstract In recent years, the development and application on potato flour have become a hot area of research, both foodstuffs factories and research institutions devoted to developing new products made from potato flour. In this paper, the recent research of potato flour about quality characteristic, production technology and application in food processing were summarized to provide a reference for application and development of potato flour.

Key words Potato flour; Quality characteristic; Production technology; Food processing

马铃薯是世界上仅次于小麦、水稻、玉米的第四大农作物, 2015 年我国农业部提出马铃薯主粮化战略, 由此确立了马铃薯的主粮地位。2017 年我国马铃薯的种植面积为 579.7 万 hm^2 , 预估产量为 9 682 万 t, 我国俨然已成为世界马铃薯生产第一大国。然而, 我国虽是马铃薯生产大国, 但马铃薯加工制造产业远远落后于欧美发达国家, 加工转化率仅为 10% 左右^[1], 马铃薯的利用价值不能得以充分发挥, 在此情况下研究开发马铃薯加工新技术、新方法, 提高马铃薯的经济价值和综合利用率, 越来越受到人们的重视。马铃薯全粉是马铃薯加工产品之一, 由于其能较长时间地保存, 且能基本保持新鲜马铃薯的营养和风味, 同时便于制作加工各种食品, 是马铃薯食品加工的天然添加剂和优质原料^[2]。因此, 马铃薯全粉作为马铃薯深加工产品, 在食品工业上得到了快速地应用与发展。随着我国马铃薯主粮化的实施, 国内许多研究机构和食品企业都致力于开发以马铃薯全粉为原料的新产品。总结近几年来国内外关于马铃薯全粉的品质特性、生产工艺, 以及在食品加工中的研究应用, 旨在为马铃薯全粉的利用与产品的开发提供参考。

1 马铃薯全粉概述

马铃薯全粉是由马铃薯经清洗、去皮、切分等预处理操作后, 再经漂烫、冷却、蒸煮、制泥、干燥、破碎、筛分等工艺操作后得到的颗粒状或薄片状产品^[3-4], 属于马铃薯的脱水制品, 它包含了马铃薯除薯皮以外的全部干物质。由于在加工过程中最大程度地保留了马铃薯细胞颗粒的完整性, 因此马铃薯全粉复水后, 具备新鲜马铃薯蒸煮后的口感、营养和风味, 同时富含 V_c 、粗纤维和钾等^[3], 且几乎不含脂肪, 易被人体消化吸收^[5]。其加工适应性强, 既可直接食用, 也可作为多种食品深加工的原料、中间配料, 制成其他类型的各种产

品。与马铃薯淀粉的主要区别在于: 马铃薯淀粉只是马铃薯众多干物质成分中的一种, 是在破坏了马铃薯的细胞颗粒的基础上提取出来的, 因此马铃薯淀粉不具有马铃薯的口感、营养和风味^[4]。

1.1 马铃薯全粉的分类 根据制作工艺和最终产品的状态可分为: 马铃薯颗粒全粉和马铃薯雪花全粉 2 种^[3, 6-7]。马铃薯颗粒全粉在生产过程中采用回填调质、冻融等方法处理, 再经气流(流化床)干燥或热风干燥, 使马铃薯块在筛分的过程中能够自然碎裂, 而非机械强力粉碎。由此破坏的细胞颗粒少, 细胞颗粒完好率甚至能达到 90% 以上, 同时复水速度快, 能够迅速恢复成新鲜薯泥的状态, 并能保持新鲜薯泥的口感、营养和风味, 但生产成本低, 产量低。而马铃薯雪花全粉在生产过程中采用滚筒干燥, 再经机械破碎得到的产品, 颗粒完好率一般在 79% 左右, 复水速度较慢, 但复水后比较均匀, 成本低, 产量高。

近年来, 有研究者采用新的闪蒸干燥工艺生产一种马铃薯生全粉, 其在基本营养成分上虽与传统全粉差距不大, 但其淀粉颗粒结构完整, 糊化度低, 冻融稳定性也优于传统全粉^[8]。

1.2 马铃薯全粉的特性 马铃薯全粉营养全面, 风味好, 用途广, 易贮存, 其主要组分是淀粉, 因此还具有很好的吸水性、增稠性以及持水力, 这些特性使得马铃薯全粉在加工面食类、点心类食品中, 具有独特的效用。同时, 马铃薯全粉冻融稳定性良好, 可以用于制作速冻食品等低温冷冻食品^[9]。然而马铃薯全粉不含面筋蛋白, 黏度低, 且糊化度高, 不易于食品成型加工, 故常与小麦粉、大米粉等混合使用, 以实现营养与加工性能的互补。

周清贞^[10]研究马铃薯全粉的热力学性质, 认为马铃薯生全粉比传统全粉更难糊化, 传统全粉有较高的吸水性, 但吸油性、起泡性、泡沫稳定性和冻融稳定性比生全粉差。因此, 对于一些需要蒸煮或冷冻处理的食物如面条、速冻食品等, 生全粉的适用性优于传统雪花全粉和颗粒全粉^[11]。

基金项目 河西学院大学生科技创新活动项目(08-105)。
作者简介 赵金梅(1988—), 女, 甘肃酒泉人, 讲师, 硕士, 从事食品安全与质量管理研究。
收稿日期 2018-04-02

2 马铃薯全粉的品质

马铃薯全粉品质常用的检测分析指标主要包括:感官指标(包括色度 L^* 、 a^* 、 b^* 和中位径 D50)、理化指标(包括得率、游离淀粉、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、灰分、水分、还原糖、矿物质、维生素含量及氨基酸组成等)、功能性指标^[12](包括糊化性、溶解度、吸水指数、持油性、乳化性、乳化稳定性、冻融稳定性等)、抗氧化功能^[13](包括总酚含量、多酚氧化酶活性和自由基清除率)等。

侯飞娜等^[14]研究 11 个马铃薯全粉品质特性指标,最终利用主成分分析法发现马铃薯有效品质评价指标为粗纤维含量、溶解度、乳化稳定性和乳化活性。何伟忠等^[15]通过主成分分析法筛选出色度 b^* 、中位径 D50、得率、游离淀粉含量、乳化性和乳化稳定性为马铃薯颗粒全粉品质的评价指标。

2.1 马铃薯全粉品质的影响因素

2.1.1 马铃薯品种。马铃薯品种不同,原料特性便存在差异,马铃薯品种是影响马铃薯全粉品质的重要因素。马铃薯中总淀粉和直链淀粉含量越高,且在加工过程中马铃薯细胞颗粒的破损程度越大,将导致马铃薯全粉的游离淀粉含量、吸水率和黏度增大^[16]。研究发现,样品中的蛋白含量与样品的乳化稳定性和乳化活性存在一定联系,马铃薯品种不同,加工制备的马铃薯全粉蛋白含量差异较大,因此,不同品种的马铃薯全粉乳化稳定性和乳化活性存在明显的差异^[15]。侯飞娜^[13]通过测定 22 个不同品种马铃薯全粉的各项品质指标,借助聚类分析发现,马铃薯这 22 个品种可聚类划分为 4 类,各类别间的遗传距离及其马铃薯全粉品质差异较大。

2.1.2 马铃薯全粉加工工艺。马铃薯颗粒全粉、雪花全粉及生全粉三者生产加工工艺各不相同,其产品品质特性也各有差异,因此不同的马铃薯全粉生产工艺与马铃薯全粉品质特性指标存在密切的联系。在加工中,即使仅干燥方式不同,马铃薯全粉的品质特性也存在较大差异^[17]。吴卫国等^[16]通过研究不同加工工艺对马铃薯颗粒全粉品质的影响,发现在加工中即使使用相同品种的马铃薯,马铃薯颗粒全粉吸水指数与碘蓝值也因生产工艺的不同而存在差异。

2.1.3 湿热处理^[18]。湿热处理指在低水分含量($\leq 35\%$)、较高温度下($>$ 糊化温度)对样品进行改性的一种物理处理方法。样品经湿热处理后,其产品的溶解度和结晶度升高;吸油性、冻融稳定性、膨胀度、最终黏度、峰值黏度、谷值黏度、回生值、崩解值和还原糖含量降低。湿热处理对马铃薯全粉的品质有显著影响($P < 0.05$)。

2.2 马铃薯全粉品质的快速无损检测 利用近红外光谱技术检测食品品质具有“快速、准确、环保”的优势,可将近红外光谱技术应用于马铃薯全粉品质的检测中。研究发现近红外光谱技术不仅可以用于检测马铃薯全粉中蛋白质含量,还可以对马铃薯全粉中的还原糖进行高效、快速的检测^[19-20]。孟庆琰^[21]利用近红外光谱技术采集 120 个马铃薯全粉样品的光谱数据,并结合化学计量学方法,建立针对马铃薯全粉淀粉、蛋白质、干物质以及还原糖含量的定量预测模型,为今

后实现马铃薯全粉品质的在线检测提供参考。

3 马铃薯全粉的加工工艺

马铃薯颗粒全粉、雪花全粉和生全粉三者的生产加工工艺差别较大。目前,马铃薯颗粒全粉在工业上一般采用的生产加工工艺主要是回填调质法和冻融法,马铃薯雪花全粉一般采用滚筒干燥法,而生全粉的加工则采用闪蒸干燥法。

3.1 回填法颗粒全粉加工工艺 回填法颗粒全粉加工工艺^[2,8]:马铃薯原料→清洗→去皮→切分→护色→预煮→冷却→蒸煮熟化→回填制泥→调质→干燥→筛分→成品。回填法生产加工马铃薯颗粒全粉是将马铃薯原料经过预处理、护色、蒸煮后经过气流(流化床)干燥或直接热风干燥得到的细小颗粒状产品,回填法制备颗粒全粉强调在制泥过程中将部分干燥后的较大颗粒粉重新回填到马铃薯泥中,搅拌均匀使水分分布均匀,重新再经历调质、干燥与筛分,该法在制粉过程中可减少细胞的破损。回填法产量大,生产效率高,能耗低,但是缺点是设备大,投入高,对原料要求严格,且产品质量不易控制。

3.2 冻融法颗粒全粉加工工艺 冻融法颗粒全粉加工工艺^[7,22]:马铃薯原料→清洗→去皮→切分→蒸煮熟化→冷却→制泥→冻融→预干燥→造粒→干燥→冷却→成品。冻融法生产加工马铃薯颗粒全粉是将马铃薯原料经预处理后,直接进行热处理熟化,冷却后制泥分离细胞,在 $-20 \sim -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下冻融,然后在 $0 \sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下自然解冻。冻融的薯泥分散性好,细胞完整率高,故冻融法无需进行机械粉碎操作,产品的颗粒完整度最好,细胞受损程度低。由于冻融的薯泥含水量高,因此在造粒前要先进行预干燥操作,预干燥后再经造粒,最后气流或热风干燥后得到产品。冻融法适合小规模生产,设备相对简单,投入少,产品质量也较易控制,但产量低,能耗大,价格高。

3.3 雪花全粉加工工艺 雪花全粉加工工艺^[6,8]:马铃薯原料→清洗→去皮→切分→漂烫护色→冷却→蒸煮熟化→挤压制泥→滚筒干燥→破碎→筛分→成品。马铃薯雪花全粉是马铃薯经预处理、蒸煮熟化等工序后,用挤出机挤压制泥,然后通过滚筒干燥机将薯泥干燥,最后破碎、筛分得到的薄片状产品。雪花全粉加工工艺设备相对简单,加工流程较短,生产周期也短,出品率更高。但采用滚筒干燥的方式通过对物料薄层进行处理,使物料丧失了原本的颗粒结构,另外机械强力破碎使细胞受损程度较高,产品颗粒破碎较严重,使得其产品品质与颗粒全粉品质产生较大差异,产品缺乏马铃薯固有的颗粒质地感。

3.4 闪蒸法生全粉加工工艺 闪蒸法生全粉加工工艺^[8,11]:马铃薯原料→清洗→去皮→切分→护色→预干燥→闪蒸干燥→破碎→筛分→成品。马铃薯生全粉的干燥工艺分热风预干燥和涡流闪蒸干燥两步进行,首先将马铃薯原料通过热风流化床进行干燥,从而去除原料表面大部分的水分,再将预干燥后的产品通过涡流闪蒸干燥机进行二段干燥,最后将干燥后的产品粉碎、筛分得到成品。由于闪蒸干燥对热接触时间短,干燥效率更高,在降低全粉的糊化度、提

高冻融稳定性、保持淀粉颗粒结构完整性方面比其他工艺具有明显的优势。其不仅可以克服传统马铃薯全粉产品成形困难,易分散的问题,同时可以扩大马铃薯全粉在产品中的占比与应用。

4 马铃薯全粉在食品加工方面的研究与应用

4.1 马铃薯全粉的添加对混合粉性质的影响 在大米粉中添加马铃薯全粉制成大米混合粉,因马铃薯全粉的添加,混合粉的膨胀度、溶解度以及胶稠度提高,但降低了混合粉的黏度与糊化度^[23]。

郭祥想^[24]、马贵燕^[25] 研究分析小麦粉马铃薯全粉混合粉的粉质特性及拉伸特性,结果表明:随着马铃薯全粉添加比例的增加,混合粉面团吸水率不断升高,形成时间、稳定时间下降,弱化度升高,评价值降低,致使混合粉面团的加工适用性降低;面团延伸度、拉伸面积和抗拉伸能力下降,即面团的延展性和弹性下降,筋力变弱。这可能与马铃薯全粉的添加延迟了面团糊化且对面筋网络结构有明显破坏作用有关^[12]。因此,这将意味着马铃薯全粉的添加,增强了面团持水能力,但降低了混合粉面团的加工性能,所以选择合适的添加比例、优良品种的马铃薯全粉才能达到既提高食品营养价值、又不影响产品品质的效果。

4.2 马铃薯全粉在面条加工中的研究与应用 在面条加工中,向面粉中添加一定量的马铃薯全粉,制作的面条可提高其营养价值,是马铃薯主粮化的重要发展方向。在面条加工过程中,随着马铃薯全粉添加比例的增加,面条的硬度、剪切强度、最大拉伸力下降,粘性升高,面条在蒸煮过程中易断条,蒸煮损失增大^[26]。研究结果表明:当面粉混合粉中马铃薯全粉添加量为 15%、和面时间 15 min,醒发时间 40 min,醒发温度 20 ℃ 时,面条的质构品质和感官品质最佳^[27],为保证面条的品质,马铃薯全粉的最大添加量不要超过 20%^[26]。

添加马铃薯全粉会降低面条的质构品质,而添加适量的马铃薯生粉,却可以减少面条蒸煮过程中的断条率,提高面条硬度、蒸煮性^[28]。感官评定的结果显示:添加生全粉的马铃薯面条无论从色泽上、口感风味上、表现形态上都比传统马铃薯全粉制备的面条更好,且马铃薯生全粉的最大添加量可达 50%^[11],增加了马铃薯全粉制品在产品中的占比与应用。

4.3 马铃薯全粉在馒头加工中的研究与应用 将马铃薯全粉与面粉混合制成混合粉,应用于馒头的生产,既解决了马铃薯的加工利用问题,又能增加馒头营养价值,使面粉营养不全面的问题得以改善,达到营养互补的目的;同时还可以丰富馒头品种^[29]。

由于马铃薯全粉良好的吸水性与持水力,添加马铃薯全粉后面团能够维持良好的空间结构,使馒头的水分含量提高,馒头的比容得以改善,馒头的弹性与回复性增强。适量添加马铃薯全粉还能够改善馒头感官品质,延缓馒头的老化,延长其货架期^[30]。但过量加入马铃薯全粉后,大量膨胀的淀粉会形成空间阻碍而限制面筋的充分扩展,起到稀释面筋蛋白的作用,导致馒头比体积减少;马铃薯全粉含量较高

时,支链淀粉发生重结晶的几率也变大,使得淀粉回生,馒头硬度再次变大^[31]。

综合考虑马铃薯全粉馒头的营养价值及生产成本,侯飞娜^[13] 研究认为马铃薯全粉与小麦粉按 3:7 比例制成的馒头营养价值高,且成本较低,适合于产业化生产;大西洋、青薯 9 号、一点红 3 个品种比较适用于马铃薯全粉馒头的生产,可制得硬度较低、体积较为理想、气孔结构较好的馒头。刘常金等^[32]、薛丽丽^[30] 研究马铃薯全粉不同添加量对馒头的品质及货架期的影响,认为馒头中马铃薯全粉的最大添加量不要超过 15%。

4.4 马铃薯全粉在焙烤食品加工中的研究与应用 适量添加马铃薯全粉制作的面包,不仅可以提高面包的营养价值,还可以提高面包的感官品质,当添加量在 5%~15% 时可延缓面包老化,同时延长面包的货架期^[33-34]。Curti 等^[35] 研究表明,马铃薯全粉中的膳食纤维能影响面包的水分活度和水分含量,增加可冻结水含量,使面包瓤更柔软,也可以抑制氢质子的流动性,延缓面包老化。陈志成^[36] 通过研究优化马铃薯全粉与面粉的配方比例(8:92),同时确定加水量为马铃薯全粉和面粉总量的 60%,面团发酵时间 100min 时,所研制的马铃薯全粉面包具有浓郁的马铃薯风味、最优的色泽和口感。

在饼干的制作过程中,添加一定量的马铃薯全粉,也可使饼干的品质得以改良。当添加量在 15%~30% 时,制作出来的酥性饼干无论是在色泽上,还是在香味、口感上都具有良好的品质^[10,37-38]。Chandra 等^[39] 将马铃薯粉与米粉、小麦粉等混合在一起制作饼干,既改善饼干的口感,又增加其营养价值。Misra 等^[40] 研究发现,在制作马铃薯饼干时,随着马铃薯全粉添加量的增加,饼干的水分含量增大、焙烤时间缩短,其他营养成分没有显著变化;当马铃薯全粉添加量小于 20% 时,饼干的感官评分没有显著变化,当添加量大于 20% 时,随着马铃薯全粉添加量的增加,饼干的感官评分降低。Yadav 等^[41] 研究发现,添加马铃薯全粉能使面团具有更好的发酵性能,当马铃薯全粉添加量在 15%~20% 时,制作的马铃薯饼干薄而脆。

在蛋糕加工中,向蛋糕原料中添加一定量的马铃薯全粉制成马铃薯全粉蛋糕,不仅丰富蛋糕的花色品种,而且提高蛋糕的营养价值^[42]。马梦莘等^[43] 以马铃薯全粉为添加原料制作马铃薯全粉蛋糕,并研究其最佳加工工艺,发现在制作马铃薯全粉蛋糕过程中,马铃薯全粉的添加量对蛋糕品质的影响较小,而鸡蛋添加量对蛋糕品质影响最大。

4.5 马铃薯全粉在其他食品加工中的研究与应用 常悦^[9] 研究马铃薯全粉对速冻水饺品质的影响,发现马铃薯全粉能显著降低速冻水饺的冻裂率,增加熟饺子皮的硬度和生饺子皮的强韧性,但饺子皮的延伸性和剪切力下降,蒸煮损失率稍高。另外,马铃薯全粉在速溶奶茶^[44]、虾片^[45]、沙拉酱^[46]、干脆面^[24]、膨化食品^[47] 等方面也有应用。Lakra 等^[48] 将马铃薯全粉用于制作甜甜圈、牛肉片、肉丸等,可提高产品的营养价值。

5 展望

2015 年我国农业部提出马铃薯主粮化战略,将马铃薯作为主粮进行产业化开发。随着国内对马铃薯全粉需求量的日益扩大,这两年对于马铃薯全粉的开发应用已成为研究的热点,国内许多研究机构和食品厂都致力于研发以马铃薯全粉为添加原料的新产品。尽管目前仍然存在马铃薯全粉专用品种短缺、加工技术和设备落后等问题,但今后随着技术创新和市场开发,中国马铃薯全粉深加工产品的市场前景看好。

参考文献

- [1] 高峰. 马铃薯的新用途[J]. 黑龙江粮食, 2015(3): 23-24.
- [2] 李明月, 陈志成. 马铃薯全粉的生产工艺及应用前景[J]. 粮食与食品工业, 2016, 23(5): 39-42.
- [3] 赵然, 杨阳, 董育麟, 等. 马铃薯全粉的制备工艺及其控制系统设计[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(17): 59-61, 63.
- [4] 何贤用. 先进的马铃薯全粉加工业技术与市场应用[J]. 食品工业科技, 2009, 30(10): 373-375.
- [5] 李茹, 古丽热汗·依明, 黄钰雯, 等. 马铃薯全粉产品结构及性质的测定研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(16): 89-92.
- [6] 彭鑑君, 吴刚, 杨延辰, 等. 马铃薯颗粒全粉与雪花全粉的生产应用[J]. 粮油食品科技, 2007, 15(4): 12-13.
- [7] 沈晓萍, 卢晓黎, 闫志农. 工艺方法对马铃薯全粉品质的影响[J]. 食品科学, 2004, 25(10): 108-112.
- [8] 沈存宽, 王莉, 王初, 等. 不同干燥工艺对马铃薯全粉理化性质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(10): 117-121.
- [9] 常悦. 马铃薯粉对速冻水饺品质的影响研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2016.
- [10] 周清贞. 马铃薯全粉的制备及其应用的研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2010.
- [11] 沈存宽. 马铃薯生全粉的制备及应用[D]. 无锡: 江南大学, 2017.
- [12] 徐芳. 马铃薯全粉及其主要组分对面条品质影响机理研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016.
- [13] 侯飞娜. 马铃薯全粉营养特性分析及马铃薯-小麦复合馒头专用品种筛选研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2015.
- [14] 侯飞娜, 木泰华, 孙红男, 等. 马铃薯全粉品质特性的主成分分析与综合评价[J]. 核农学报, 2015, 29(11): 2130-2140.
- [15] 何伟忠, 木泰华, 于明. 马铃薯颗粒全粉评价指标的初步研究[J]. 食品工业科技, 2010, 31(9): 107-109.
- [16] 吴卫国, 谭兴和, 熊兴耀, 等. 不同工艺和马铃薯品种对马铃薯颗粒全粉品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(6): 98-102.
- [17] 姜凌燕. 微波加热干燥对马铃薯全粉品质的影响[J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2009, 23(4): 38-40.
- [18] 闫巧珍, 高瑞雄, 张正茂, 等. 湿热处理对马铃薯全粉品质的影响[J]. 现代食品科, 2017, 33(4): 264-270, 294.
- [19] 孟庆琰, 何建国, 刘贵珊, 等. 基于近红外光谱技术的马铃薯全粉蛋白质无损检测[J]. 食品科技, 2015, 40(3): 287-291.
- [20] 孙旭东, 董小玲. 近红外光谱快速检测马铃薯全粉还原糖[J]. 农业工程学报, 2013, 29(14): 262-268.
- [21] 孟庆琰. 基于近红外光谱技术马铃薯全粉品质的检测研究[D]. 银川: 宁夏大学, 2015.
- [22] 林华. 甘薯全粉制粉工艺及其应用于面包的特性研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2009.
- [23] 叶小清, 刘婷婷, 谢定源. 马铃薯全粉对大米粉理化特性的影响[J]. 食品科技, 2017, 42(4): 124-128.
- [24] 郭祥想. 马铃薯全粉对于脆面品质影响的研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2016.
- [25] 马贵燕. 马铃薯全粉对面条品质的影响[D]. 郑州: 河南工业大学, 2016.
- [26] 杨纳. 马铃薯全粉面条加工和保鲜技术研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2015.
- [27] 郭祥想, 孟会玲, 李雪琴. 马铃薯全粉干脆面的制作工艺研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2016, 37(2): 38-42.
- [28] 沈耀衡, 陆启玉, 张珂. 不同马铃薯全粉对马铃薯面条品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2017, 38(3): 38-44.
- [29] 刘竟峰, 陆鹏, 张喻, 等. 马铃薯全粉对面粉糊化特性及馒头品质的影响[J]. 中国酿造, 2016, 35(2): 97-100.
- [30] 薛丽丽. 马铃薯全粉对北方馒头品质的影响及常温保鲜技术研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2016.
- [31] LIU X L, MU T H, SUN H N, et al. Influence of potato flour on dough rheological properties and quality of steamed bread[J]. Journal of integrative agriculture, 2016, 15(11): 2666-2676.
- [32] 刘常金, 薛丽丽, 李娜, 等. 添加马铃薯全粉对馒头食用品质的影响研究[J]. 粮食与油脂, 2016, 29(10): 25-27.
- [33] 张英. 马铃薯全粉对面包感官品质和面团流变性的影响[J]. 食品科学, 1992(9): 1-8.
- [34] 赵文亚. 马铃薯全粉对面包品质影响的研究[J]. 粮油加工, 2008(2): 86-87.
- [35] CURTI E, CARINI E, DIANTOM A, et al. The use of potato fibre to improve bread physico-chemical properties during storage[J]. Food chemistry, 2016, 195: 64-70.
- [36] 陈志成. 马铃薯全粉面包的研制[J]. 粮食科技与经济, 2009, 34(3): 50-51.
- [37] 包鸿慧, 周睿, 刘泳麟, 等. 绿茶风味马铃薯全粉曲奇饼干的研制[J]. 农产品加工, 2013(9): 23-25.
- [38] 孙平, 周清贞, 杨明明, 等. 马铃薯全粉酥性饼干的研制[J]. 食品科技, 2010(9): 201-204.
- [39] CHANDRA S, SINGH S, KUMARI D. Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits[J]. Journal of food science and technology, 2014, 52(6): 3681-3688.
- [40] MISRA A, KULSHRESTHA K. Potato flour incorporation in biscuit manufacture[J]. Plant foods for human nutrition, 2003, 58(3): 1-9.
- [41] YADAV A R, GUHA M, THARANATHAN R N, et al. Influence of drying conditions on functional properties of potato flour[J]. European food research & technology, 2006, 223(4): 553-560.
- [42] 贺萍, 张喻. 马铃薯全粉蛋糕制作工艺的优化[J]. 湖南农业科学, 2015(7): 60-62, 66.
- [43] 马梦苹, 张来林, 王彦波, 等. 马铃薯全粉蛋糕工艺优化研究[J]. 现代食品, 2016(14): 69-73.
- [44] 伊力特, 黄艳萍, 王瑞英. 马铃薯全粉在奶茶中的应用研究[J]. 内蒙古科技与经济, 2014(6): 69, 72.
- [45] 张喻, 熊兴耀, 谭兴和, 等. 马铃薯全粉虾仁加工技术的研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(8): 267-269.
- [46] 刘梦洋, 王安静, 任建辉. 马铃薯全粉沙拉酱的研究[J]. 商业文化, 2012(4): 198.
- [47] 肖莲荣. 马铃薯颗粒全粉加工新工艺及挤压膨化食品研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2005.
- [48] LAKRA P, SEHGAL S. Influence of processing on total and extractable mineral content of products prepared from potato flour[J]. J Food Sci Technol, 2011, 48(6): 735-739.

本刊提示 来稿请用国家统一的法定计量单位的名称和符号, 不要使用国家已废除了的单位。如面积用 hm^2 (公顷)、 m^2 (平方米), 不用亩、 尺^2 等; 质量用 t (吨)、 kg (千克)、 mg (毫克), 不再用担等; 表示浓度的 ppm 一律改用 mg/kg 、 mg/L 或 $\mu\text{L/L}$ 。

《安徽农业科学》是全国为数不多各大数据库同时收录的农业刊物之一。面向全国, 融学术性、指导性于一体, 既刊登作物育种与栽培、植物保护、土壤肥料、园艺、林业、蚕桑、烟草、茶叶、畜牧兽医、水产及其他农业相关科学的研究报告、综述、研究简报; 也发表农业经济、农业科技管理、农业发展战略及农业产业化等方面的研究论文、调查报告和对策性文章等。