

“湖湘特色谷物制品加工” 特约专栏文章之一

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2021.05.006

易翠平, 罗晨, 徐丽, 等. 提升全谷物扁粉拉伸品质的工艺研究[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(5): 49-55.

YI C P, LUO C, XU L, et al. Research on the process of improvements on the whole grain flat noodle stretching quality[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(5): 49-55.

提升全谷物扁粉拉伸品质的工艺研究

易翠平¹, 罗晨¹, 徐丽¹, 刘旻¹, 董宏浩¹, 祝红¹, 王起², 张兴全³

(1. 长沙理工大学 化学与食品工程学院, 湖南 长沙 410114;

2. 广州市健力食品机械有限公司, 广东 广州 511430;

3. 湖南金健米制食品有限公司, 湖南 宁乡 410600)

摘要: 通过优化磨浆、配方和蒸片等关键工艺对全谷物扁粉破断距离的影响, 提升产品的拉伸品质。结果表明, 米糠回填制备的全谷物扁粉破断距离显著优于整米磨浆; 电镜分析发现, 回填全谷物米浆颗粒较小且细腻均匀, 粒径结果表明, 10 μm 以下的颗粒占 83.91%、10~100 μm 占 14.93%、100 μm 以上占 1.16%, 与精米米浆接近。为进一步提升拉伸品质, 对回填的米糠进行了选择, 同时对比了添加大豆分离蛋白、瓜尔豆胶、魔芋精粉、木薯淀粉、谷朊粉等配料对扁粉破断距离的影响, 发现回填同源脱脂米糠、添加大豆分离蛋白制备全谷物扁粉的拉伸品质与普通米粉最为接近; 优化后蒸片工艺的料液比为 1:1.4 (g:mL)、蒸片 9 min。

关键词: 全谷物; 扁粉; 米糠; 回填; 工艺; 破断距离; 蒸片

中图分类号: TS210.4 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2021)05-0049-07

网络首发时间: 2021-08-26 12:46:01

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20210825.1703.003.html>

Research on the Process of Improvements on the Whole Grain Flat Noodle Stretching Quality

YI Cui-ping¹, LUO Chen¹, XU Li¹, LIU Yang¹, DONG Hong-hao¹, ZHU Hong¹, WANG Qi², ZHANG Xin-quan³

(1. School of Chemistry and Food Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha, Hunan 410114, China;

2. Guangzhou Jianli Food Machinery Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 511430, China;

3. Hunan Jinjian Rice Product Co., Ltd., Ningxiang, Hunan 410600, China)

Abstract: This article aims to improve the stretching quality of the flat noodles products by optimizing the key processes such as refining, formula and steaming on the breaking distance of whole grain flat noodles. The results show that the breaking distance of whole grain flat noodles prepared by backfilling rice bran is significantly better than that of whole rice refining. Meanwhile, scanning electron microscopy analysis shows that the grains of backfilled whole grain rice slurry are small, fine and uniform. The particle size results show

收稿日期: 2021-01-08

基金项目: 科技部“十三五”重点研发计划(2017YFD0401104); 2018年度湖南省企业创新团队项目; 湖南省重点研发计划(2019NK2131)

Supported by: National Key Research and Development Project of the 13th five-year plan, China (No.2017YFD0401104); Enterprise Innovation Team Project of Hunan; Key Research and Development Project of Hunan (No.2019NK2131)

作者简介: 易翠平, 女, 1973年出生, 博士, 教授, 研究方向为粮食深加工。E-mail: 109823769@qq.com.

1.3.4 扁粉破断距离的测定

选取扁粉 (宽 5 mm, 厚 1 mm), 截取 15 cm 长度置于刻度尺上方, 左手轻压将粉条一端固定于刻度尺零点, 右手用均匀的力度轻度拉扯粉条直至断裂, 记录断裂时粉条的长度距离。样品重复测试 10 次, 结果取平均值。

1.3.5 磨浆工艺研究

1.3.5.1 电镜观察 将待测米浆样品均匀分布于绝缘黑胶带并固定在载物台上, 用氮气冲击样品表面使样品只留细薄一层, 真空条件下镀金化处理后, 置于 Quanta-250 扫描电子显微镜下观察淀粉颗粒形貌的变化。

1.3.5.2 粒径分析 将 Microtrac S3500 激光粒度仪预热完毕后, 连通超纯水进行清洗同时进行背景水平测量, 流速设定为 50%。米浆样品在超声条件下均质 30 min, 加样到红色样品条进入合适测量的绿区后开始测量。

1.3.5.3 回填米糠比较 分别用相同含量的外源新鲜米糠、外源脱脂米糠、同源新鲜米糠、同源脱脂米糠, 回填制备扁粉, 测定破断距离。

1.3.6 原料配方优化

以回填法为基础, 分别制备添加 0%、3%、6%、9%、12% 大豆分离蛋白; 0%、0.25%、0.50%、0.75%、1.00% 瓜尔豆胶; 0%、1%、2%、3%、4%、5% 魔芋精粉; 0%、0.25%、0.50%、0.75%、1.00% 木薯淀粉; 0%、1%、2%、3%、4%、5% 谷朊粉的全谷物扁粉样品, 测定破断距离。

1.3.7 蒸片工艺优化

蒸片时间为 3、6、9、12 min, 料液比为 1 : 1.2、1 : 1.3、1 : 1.4、1 : 1.5 (g/mL)。

1.4 数据分析

使用软件 origin8.1、Excel 2007 对实验数据进行分类整理及绘图, 采用软件 SPSS (Statistical Package for Social Science software) 进行方差分析, 结果表示为平均值±标准差。

2 结果与分析

2.1 三种工艺制备扁粉的拉伸性能比较

扁粉的破断距离表征其拉伸特性, 破断距离越大, 米粉的延展性越好^[10], 即拉伸性能越好。图 1 是整米磨浆工艺、米糠回填工艺制备全谷物

扁粉与普通扁粉的破断距离对比图。结果表明, 普通扁粉的破断距离最大; 两种全谷物扁粉制备工艺中, 米糠回填工艺产品在拉伸品质上显著优于整米磨浆 ($P < 0.05$), 然而米糠回填工艺生产的全谷物扁粉的拉伸品质仍显著低于普通扁粉 ($P < 0.05$)。

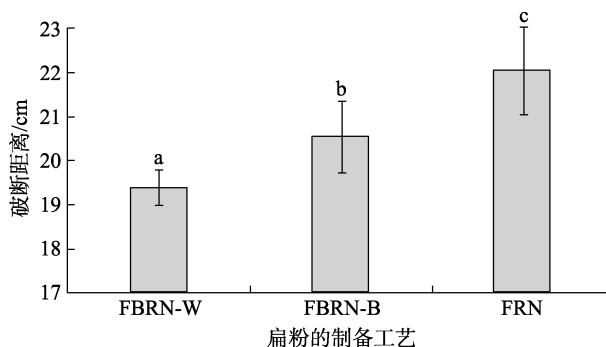


图 1 不同工艺制备扁粉的破断距离对比图 (FBRN-W、FBRN-B、FRN 分别表示整米磨浆工艺、米糠回填工艺、普通工艺; a、b、c 表示破断距离差异显著 ($P < 0.05$))

Fig.1 Comparison of breaking distance among flat noodles prepared by different processes (FBRN-W, FBRN-B and FRN respectively represent whole rice refining process, rice bran backfilling process, and ordinary process; a, b and c indicate the significant difference in breaking distance ($P < 0.05$))

研究表明, 米粉品质与原料米浆结构相关^[11]。因此可进一步通过对米浆结构的分析和回填米糠的选择研究较优磨浆工艺。

2.2 磨浆工艺研究

2.2.1 电镜观察

整米磨浆与米糠回填工艺制备的米浆与普通米浆样品的外观和扫描电镜结果如图 2 所示。外观图中, 整米米浆粗糙不匀, 存在肉眼可见的颗粒; 而将糙米脱成精米后的回填米浆光滑细致, 手感柔顺, 捏揉无颗粒感; 回填米浆与普通米浆在粗细度上则无明显区别。米浆电镜图也反映出同样的结果, 整米米浆在电镜的观察下看到淀粉颗粒分散不均匀且有大块的淀粉凝聚物, 而普通米浆与回填米浆中淀粉颗粒分散均匀且淀粉凝聚物较小。

2.2.2 粒径分析

不同米浆的粒径分布图见图 3。结果表明, 普通米浆与回填浆在粒径分布上的曲线接近重叠, 整米米浆则显示出明显的差异。10 μm 以下普通米浆和回填米浆粒径占比分别为 85.32%、83.91%, 整米米浆仅为 67.04%; 且整米米浆粒径

大于 100 μm 的占比高达 3.75%。说明粒径分布是米糠回填工艺制备扁粉的拉伸品质优于整米磨浆的因素之一。Marshall^[12]曾利用 DSC (Differential Scanning Calorimeter) 研究糙米粉不同粒径的糊

化温度和糊化焓也发现糙米粉粒径越小, 糊化温度和糊化焓越低, 米粉的品质越好。这可能是整米磨浆的过程中, 米糠层和胚乳层吸水后的韧性和硬度等机械性能不同所致^[13-14]。

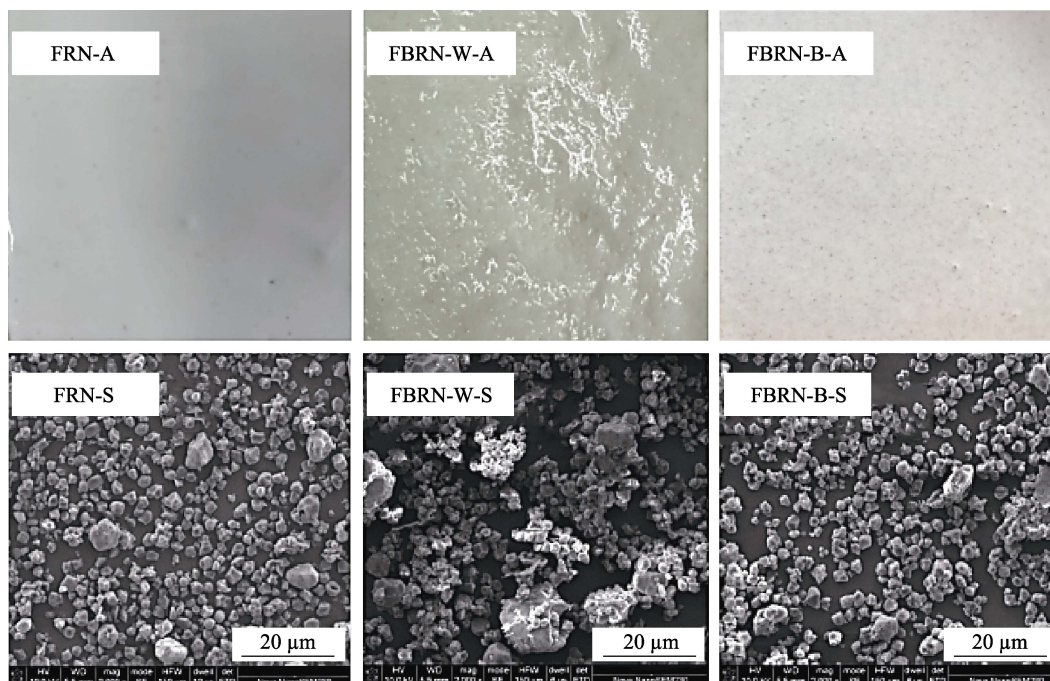


图 2 米浆的外观和扫描电镜图 (-A、-S 分别代表米浆外观图、扫描电镜图)

Fig.2 The appearance and scanning electron microscope of rice slurry (-A/-S represent appearance and scanning electron microscope of rice slurry)

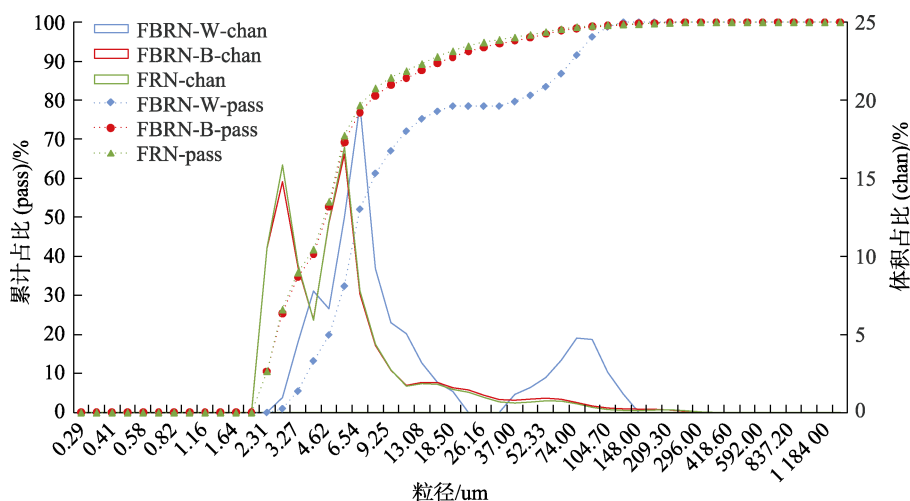


图 3 米浆的粒径分布

Fig.3 Particle size distribution of rice slurry

2.2.3 回填米糠选择

回填工艺中, 不同米糠对全谷物扁粉拉伸品质的影响见图 4。结果表明, 回填同源米糠的扁粉拉伸性能显著优于添加外源米糠 ($P < 0.05$), 由于同源米糠在成分上更为贴合扁粉的制备, 使得

回填时契合度最佳。回填脱脂米糠的扁粉拉伸性能优于新鲜米糠, 可能是脱脂米糠的脂肪含量较少, 扁粉中释放了更多被结合的淀粉粒, 使其糊化时溶胀性增加, 更易形成氢键缔合, 增强了扁粉的组织结构和有序结构, 因而破断距离更大,

品质更好^[16]。

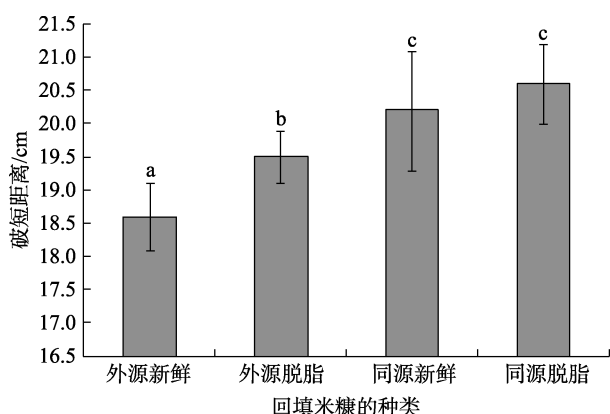


图 4 不同米糠对全谷物扁粉破断距离的影响

(a、b、c 表示破断距离的差异显著 ($P < 0.05$))

Fig.4 Effects of different rice brans on the breaking distance of brown rice flat noodles (a, b and c indicate the significant difference in breaking distance ($P < 0.05$))

邓利等^[16]曾报道米糠粉的添加对面团的拉伸特性有不利影响；周艳青等^[17]也指出米糠膳食纤维的添加显著降低挂面的破断力和破断距离，对面条韧性造成不良影响。可能是随着米糠添加，熟化过程中米糠的纤维成分逐渐膨化，在吸附糊化态淀粉及其它大米组分的同时，阻碍糊化态淀粉分子互相交联形成凝胶。

2.3 配方优化

Pakkawat^[18]等研究表明低比例添加大豆分离蛋白能增加米粉的硬度与拉伸强度；瓜尔豆胶属于增稠剂，可以改善米粉的弹性，降低其粘度和断条率，Tjahja 等^[19]报道添加瓜尔胶增加了玉米湿面条的伸长率；Seetapan^[20]发现米粉与木薯淀粉混合改善了米粉凝胶的质地，相同条件下混合凝胶在压缩下不易破裂；Anni^[21]等研究结果表明，魔芋粉与水的组合处理能显著改善面条的蒸煮损失和拉伸强度等特征；吴娜娜等^[22]报道谷朊粉能增强糙米面团的网络结构，该结构对淀粉颗粒起到良好的包裹作用，从而改良面团的弹性及其它粉质特性。鉴于以上各品质添加剂的功能特点，本研究选取了大豆分离蛋白、瓜尔豆胶、魔芋精粉、木薯淀粉、谷朊粉五种配料对全谷物扁粉拉伸品质进行提升。

不同配料对全谷物扁粉破断距离的影响见图 5，结果表明除木薯淀粉改善效果较差外，大豆分离蛋白、瓜尔豆胶、魔芋精粉、谷朊粉均有一定改善效果，其中大豆分离蛋白的效果最佳，当添加量为 9% 时的效果甚至优于精米米粉。结合生产成本最终考虑采用添加 9% 的大豆分离蛋白

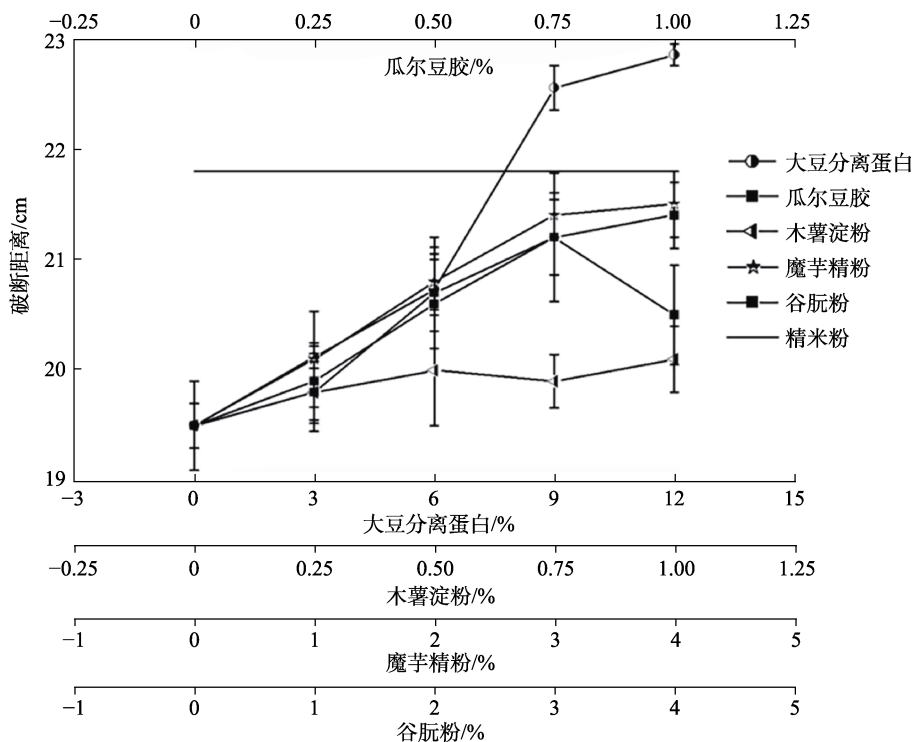


图 5 不同改良剂对全谷物扁粉破断距离的影响

Fig.5 Effects of different modifiers on the breaking distance of whole grain flat noodles

以改善全谷物扁粉品质。

大豆分离蛋白能改善全谷物扁粉拉伸品质的原因, 可能是在食品基质中加热期间所形成的凝胶有助于形成食品的整体质地和形状, 以及容纳其它食品成分并保留产品中的水^[23], 因此适量添加有利于改善米粉的延伸性。研究报道, 大豆分离蛋白也可以增强面筋网络结构^[24], 推测大豆分离蛋白与淀粉之间存在较强的相互作用, 使得米粉的筋力增强, 破断距离增大, 全谷物扁粉的拉伸品质提高。

2.4 蒸片工艺优化

扁粉蒸片工艺的关键是米浆的水分含量及蒸片时间^[25]。蒸片工艺对全谷物扁粉破断距离的影响见图 6, 结果所示, 相同料液比条件下, 破断距离随着蒸片时间的增加先增大后减小; 同一蒸片时间下, 当蒸片 3 min 时, 扁粉的破断距离随着料液比的增加而增大, 蒸片时间为 6、9、12 min 时, 破断距离的变化趋势为先增大后减小。比较可得, 蒸片 9 min, 料液比 1 : 1.4 (g : mL) 时, 扁粉的破断距离最大, 为最佳蒸片条件。加水量过低时扁粉吸水不充分, 溶解度较低, 糊化效果差^[26-27]; 蒸片时间过短, 糊化不充分, 不易形成良好的凝胶结构; 然而当加水量过高、蒸粉时间过长时, 淀粉糊化过度, 扁粉粘黏严重不利于切条成型, 且其结构过于膨胀松软导致全谷物扁粉拉伸品质变差。由于大豆分离蛋白的强吸水持水能力^[28], 过程中会与米浆中其它成分竞争水分, 因此该工艺中米浆的水分含量远高于普通扁粉。

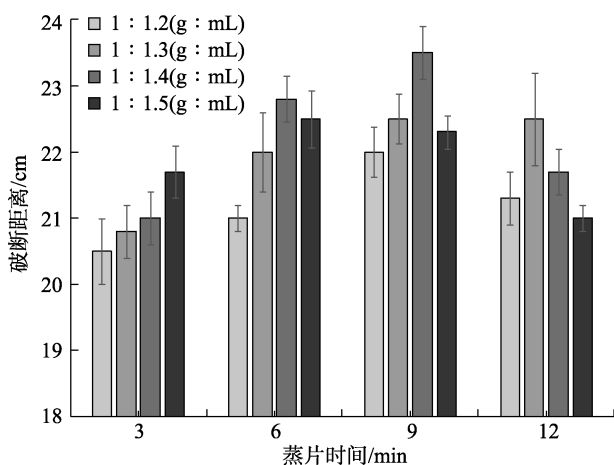


图 6 蒸片工艺对全谷物扁粉破断距离的影响

Fig.6 Effects of steaming process on the breaking distance of whole grain flat noodles

3 结论

采用破断距离表征扁粉的拉伸品质, 通过优化磨浆、配方和蒸片等工艺, 得到提升全谷物扁粉拉伸品质的关键工艺为: 回填同源脱脂米糠、添加大豆分离蛋白、料液比 1 : 1.4 (g : mL)、蒸片 9 min。本研究解决了全谷物扁粉破断距离不足的问题, 拓宽了全谷物食品的应用范围, 但表征扁粉拉伸性能的指标和实验原料的品种较为单一, 关于大豆分离蛋白改善全谷物扁粉品质的机理亦有待更为深入的研究。

参考文献:

- 陈焱芳, 张雁, 邓媛元, 等. 糙米挥发性风味物质分析技术及其在加工中变化研究进展[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(8): 160-169.
CHEN Y F, ZHANG Y, DENG Y Y, et al. Analytical techniques of volatile flavor compounds in brown rice and their changes during processing[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2020, 35(8): 160-169.
- 于巍, 周坚, 徐群英, 等. 糙米与精米的营养价值与质构特性比较研究[J]. 食品科学, 2010(9): 95-98.
YU W, ZHOU J, XU Q Y, et al. Comparative study on the nutritional value and texture characteristics of brown rice and polished rice[J]. Food Science, 2010(9): 95-98.
- 彭国泰. 磨粉方式对糙米粉性质及米线品质的影响[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2017.
PENG G T. The effect of milling methods on the properties of brown rice noodles and the quality of rice noodles[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2017.
- ILOWEFAH M, CHINMA C, BAKAR J, et al. Fermented brown rice flour as functional food ingredient[J]. Foods, 2014, 3(1): 149-159.
- 耿栋辉. 鲜湿米粉营养及食用品质调控技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2020.
GENG D H. Research on the nutrition and edible quality control technology of fresh wet rice noodles[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2020.
- 吴娜娜, 彭国泰, 谭斌, 等. 干法, 半干法和湿法磨粉对糙米粉性质的影响[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(1): 137-142.
WU N N, PENG G T, TAN B, et al. Study on the quality of brown rice noodles prepared by dry, semi-dry and wet milling processes [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2020, 35(1): 137-142.
- 高利, 于晨, 高成成, 等. 鲜湿米粉的保鲜与品质改良研究进展[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(11): 133-139.
GAO L, YU C, GAO C C, et al. Research progress on the preservation and quality improvement of fresh wet rice noodles

- [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2018, 33(11): 133-139
- [8] LU Z H, COLLADO L S. Rice noodles[M]. New York: 12 Academic Press. 2019.
- [9] 方奇林. 大米淀粉米线研究[D]. 无锡: 江南大学, 2005.
FANG Q L. Research on rice starch noodles[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2005.
- [10] 周显青, 张玉荣, 李亚军. 植物乳酸菌发酵对米粉蒸煮和质构特性的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2011, 32(2): 15-18.
ZHOU X Q, ZHANG Y R, LI Y J. The effect of plant lactic acid bacteria fermentation on the cooking and texture characteristics of rice noodles[J]. Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition), 2011, 32(2): 15-18.
- [11] 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.
LI H B, LI W F, ZHAN X H, et al. The relationship between amylose content in rice slurry and the quality of instant rice noodles[J]. Food Science and Technology, 2005(4): 29-31.
- [12] MARSHALL W E. Effect of degree of milling of brown rice and particle size of milled rice on starch gelatinization[J]. Cereal Chemistry, 1992, 69(6): 632-636.
- [13] MIR S A, SHAH M A, BOSOC S J D, et al. A review on nutritional properties, shelf life, health aspects, and consumption of brown rice in comparison with white rice[J]. Cereal Chemistry, 2020, 97(5): 895-903.
- [14] 王宏伟, 丁江涛, 张艳艳, 等. 湿热处理对薏米淀粉聚集态结构及糊化特性的影响[J]. 食品科学, 2020, 41(17): 111-117.
WANG H W, DING J T, ZHANG Y Y, et al. The effect of heat treatment on the aggregate structure and gelatinization characteristics of barley starch[J]. Food Science, 2020, 41(17): 111-117.
- [15] 梁兰兰. 稻谷储存时间及品种对米排粉品质影响机理研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
LIANG L L. Study on the mechanism of rice storage time and variety on rice noodle quality[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2010.
- [16] 邓利, RENNIE K N K E, 梁叶星, 等. 脱脂糯小米米糠粉对面团流变学性质及馒头品质的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(7): 50-55.
DENG L, RENNIE K N K E, LIANG Y X, et al. The effect of defatted glutinous millet rice bran powder on dough rheological properties and steamed bread quality[J]. Food Science, 2015, 36(7): 50-55.
- [17] 周艳青, 张丽萍, 向忠琪, 等. 米糠膳食纤维对挂面食用品质的影响[J]. 食品科技, 2017, 42(5): 147-151.
ZHOU Y Q, ZHANG L P, XIANG Z Q, et al. The effect of rice bran dietary fiber on the edible quality of dried noodles[J]. Food Science and Technology, 2017, 42(5): 147-151.
- [18] DETCHEWA P, THONGNGAM M, JANE J L, et al. Preparation of gluten-free rice spaghetti with soy protein isolate using twin-screw extrusion[J]. Journal of Food Science and Technology, 2016, 53(9): 3485-3494.
- [19] MUHANDRI T, SUBARNA, PALUPI N S. Characteristics of wet corn noodle: effect of feeding rate and guar gum addition[J]. Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan, 2013, 24(1): 110-114.
- [20] SEETAPAN N, LIMPARYOON N, GAMONPILAS C, et al. Effect of cryogenic freezing on textural properties and microstructure of rice flour/tapioca starch blend gel[J]. Journal of Food Engineering, 2015, 151: 51-59.
- [21] FARIDAH A, WIDJANARKO S B. Penambahan tepung porang pada pembuatan mi dengan substitusi tepung mocaf (modified cassava flour)[J]. Journal of Food Technology & Industry/Jurnal Teknologi & Industri Pangan, 2014, 25(1): 98-105.
- [22] 吴娜娜, 王娜, 谭斌, 等. 谷朊粉对糙米粉面团性质影响研究[J]. 粮油食品科技, 2018, 26(3): 13-17.
WU N N, WANG N, TAN B, et al. The effect of gluten on the properties of brown rice flour dough[J]. Cereals, Oils and Foods Science and Technology, 2018, 26(3): 13-17.
- [23] MARTINS V B, NETTO F M. Physicochemical and functional properties of soy protein isolate as a function of water activity and storage[J]. Food Research International, 2006, 39(2): 145-153.
- [24] HE L D, GUO X N, ZHU K X. Effect of soybean milk addition on the quality of frozen-cooked noodles[J]. Food Hydrocolloids, 2019, 87: 187-193.
- [25] 罗文波. 鲜湿米粉的品质评价、原料适应性及保鲜研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2012.
LUO W B. Study on the quality evaluation, raw material adaptability and preservation of fresh wet rice noodles[D]. Changsha: Central South University of Forestry and Technology, 2012.
- [26] 孙晓静. 糊化处理对苦荞面团性质的影响[D]. 陕西: 西北农林科技大学, 2016.
SUN X J. The effect of gelatinization treatment on the properties of tartary buckwheat dough[D]. Shanxi: Northwest A&F University, 2016.
- [27] 冷雪. NaCl、蔗糖及 pH 对小米淀粉和小米粉的糊化及老化特性影响的研究[D]. 大庆: 黑龙江八一农业大学, 2015.
LENG X. The effect of NaCl, sucrose and pH on the gelatinization and aging characteristics of millet starch and millet flour[D]. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2015.
- [28] NISHINAR K, FANG Y, PHILLIPS G S. Soy proteins: A review on composition, aggregation and emulsification[J]. Food Hydrocolloids, 2014, 39(2): 301-318. 
- 备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://lspkj.ijournal.cn>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。