

DOI: 10.13652/j.spjx.1003.5788.2022.90094

荞麦面条复合预制粉组配参数优化及其应用

Optimum parameters and application of buckwheat noodle composite preformed powder

赵敏¹ 杨保卫¹ 胡舰² 王荣兰²ZHAO Min¹ YANG Bao-wei¹ HU Jian² WANG Rong-lan²

(1. 江苏食品药品职业技术学院酒店学院, 江苏 淮安 223003; 2. 扬州大学旅游烹饪学院, 江苏 扬州 225127)

(1. Hotel College, Jiangsu Food & Pharmaceutical Science College, Huai'an, Jiangsu 223003, China;

2. School of Tourism and Culinary Science, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225127, China)

摘要:目的:探究荞麦杂粮面条专用复合预制粉的最佳组配参数。方法:运用单因素试验、多指标综合评价法以及正交试验等方法对荞麦面条复合预制粉的最佳组配参数进行了优化。结果:荞麦面条复合预制粉的最佳组配参数为:荞麦粉添加量 45%、变性淀粉添加量 8%、复合磷酸盐添加量 1.2%、谷朊粉添加量 3%。在该组配水平下复合粉团拉伸面积为 3 378.6 g·mm、稳定时间为 7.23 min、湿面筋含量为 23.71%、感官评分为 89.2,多指标综合得分为 0.926 5,相对于单因素试验及正交试验的各个试验组合粉的品质有了显著提升($P < 0.05$),将其应用至非油炸方便面中效果良好。结论:经优化后的复合粉可作为荞麦杂粮挂面、半干面、新型非油炸杂粮面饼等多种业态面条的原料粉使用。

关键词:荞麦;杂粮面条;预制粉配方;非油炸方便面

Abstract; Objective: This study aimed to explore the best parameters of buckwheat noodle composite preformed powder. **Methods:** Single factor experiment, multi-index comprehensive evaluation method and orthogonal experiment were used to optimize the special composite preformed powder recipe of buckwheat noodles. **Results:** The best parameters of buckwheat noodle composite preformed powder were 45% of buckwheat flour, 8% of modified starch, 1.2% of compound phosphate and 3% of gluten powder. In this situation, the tensile area of composite flour dough was 3 378.6 g·mm; the stabilization time was 7.23 min, the content of wet gluten was 23.71%; the sensory score was 89.2; the comprehensive score of multiple indexes was 0.926 5.

基金项目:国家重点研发计划(编号:2016YFC1300200);江苏省高校面上项目(编号:18KJB350001);淮安市自然科学基金项目(编号:HAB201711)

作者简介:赵敏,女,江苏食品药品职业技术学院讲师,硕士

通信作者:王荣兰(1967—),女,扬州大学副教授。

E-mail:2834663189@qq.com

收稿日期:2021-10-09

Compared to the groups of single factor test and orthogonal test, the quality of composite powder in each test group was significantly improved ($P < 0.05$), and its application in non-fried instant noodles had a good effect. **Conclusion:** The optimized composite powder can be used as the raw powder of various kinds of noodles, such as buckwheat coarse grain noodles, semi-dry noodles and new-type non-fried coarse cake.

Keywords: buckwheat; coarse cereals noodles; formula of preformed powder; non-fried instant noodles

预制粉,即先按一定比例将面粉与配料混合制成的混合物,也称预拌粉、预混粉等^[1]。用预制粉生产面制品时仅需添加水、油等基础辅料即制作产出高品质的产品,使用便捷且能满足不同消费者个性化的需求,现已成为面制品行业常用的加工型原料粉。目前关于预制粉的研究多集中于面包^[2]、饼干^[3]、发糕^[4]、馒头^[5]等,较少有关于面条的研究^[6-7],有关杂粮面条的研究更是少见,任元元等^[8]提出了高纤杂粮面条预拌粉的概念,并通过在面粉中复配苦荞、青稞和燕麦 3 种杂粮粉研制出了一款复合高纤杂粮面条预拌粉。

荞麦(*Fagopyrum esculentum* Moench.),又称三角麦、乌麦等,为蓼科荞麦属一年生草本植物,原产于中国,目前中国荞麦年产量超 75 万 t/年,其主要成分为淀粉,富含矿物质、维生素、膳食纤维、多种氨基酸,此外还含有黄酮类以及糖醇类化合物等植物化学物活性成分,具有促消化、降“三高”、抗肿瘤、防治心脑血管疾病等诸多生理功能^[9-11]。目前关于荞麦杂粮面条的研究主要集中在工艺改良上^[12-14],也有关于荞麦面条营养成分细致测定的^[15]。但目前鲜有关于荞麦面条混合预拌粉配方的优化研究,而且现有相关研究的评价指标单一,刘玲玲等^[16]以感官评分为指标优化马铃薯苦荞麦粉面条的加工工艺。

研究拟以小麦粉、荞麦粉为主料,再辅以外源性变性

淀粉、复合磷酸盐和谷朊粉作为品质改良剂加以复配,综合考虑多种评价指标,以期开发一种荞麦面条复合预制粉,供荞麦杂粮挂面、半干面、新型非油炸杂粮面饼等多种业态面条的原料粉使用。

1 材料与amp;方法

1.1 原料与试剂

荞麦粉:兴化峰禾食品有限公司;

高筋小麦粉:安徽皖雪食品有限公司;

木薯变性淀粉(羟丙基二淀粉磷酸酯)、谷朊粉、复合磷酸盐(除磷酸盐外,还复配有食盐、胶类、淀粉等):深圳拓建生物科技有限公司;

食用碱、食盐:扬州市扬子津综合农贸市场。

1.2 仪器与设备

全自动压面机:SM-YMZD500 型,上海登捷机械设备有限公司;

多功能料理机:ZGH-708 型,德玛仕(德国)有限公司;

食物性测定仪:TMS-Pro 型,南京铭奥仪器设备有限公司;

粉质仪:JC-FZ350 型,青岛聚创环保集团有限公司;

电磁炉:WK2101T 型,美的集团有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 湿面筋含量测定 按 GB/T 5506.01—2008 执行。

1.3.2 稳定时间测定 按 GB/T 14614—2019 执行。

1.3.3 拉伸特性测定 根据文献[17]并修改如下:物性仪选用 TA/KIE 拉伸探头,全质构(TPA)操作模式,各阶段速度设置为,测前 2.0 mm/s,测时 3.0 mm/s,测后 8.5 mm/s。

1.3.4 感官评价 以不同复合预制粉配方制成荞麦面条,入沸水中煮制无白芯即捞出,邀请 10 名有感官品鉴经验的学生组成感官评价小组,依据表 1 对荞麦面条进行评价,计算结果取平均值。

1.3.5 多指标综合评价 对面团湿面筋含量、拉伸面积、稳定时间及面条产品感官评价 4 个不同的评价指标进行加权,根据试验数据求得不同指标的隶属度,再根据隶属度得到不同试验组的综合评分。计算公式:

表 1 荞麦面条感官评定标准

Table 1 Sensory quality index table of buckwheat noodles

感官类别	评分标准	分值
组织形态	表面致密光洁,无斑点、无裂痕,组织均匀	25
色泽、气味	呈灰褐色,且颜色均匀,有光泽,有荞麦特殊清香	25
口感	质感细腻、爽口,无颗粒感	20
黏弹性	富有弹性,咬劲适宜,不粘牙	15
硬度	软硬适宜,韧性较好	15

$$N = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \tag{1}$$

$$P = N_a \times 0.3 + N_b \times 0.3 + N_c \times 0.2 + N_d \times 0.2, \tag{2}$$

式中:

N ——指标隶属度;

X_i ——该指标的实际测量值;

X_{\max} ——该指标的实际测量所得最大值;

X_{\min} ——该指标实际测量所得最小值;

P ——综合评分;

N_a ——面团拉伸面积隶属度;

N_b ——稳定时间隶属度;

N_c ——湿面筋含量隶属度;

N_d ——感官评价隶属度。

1.3.6 单因素试验 采用多指标综合评价的方式进行单因素试验,对面团湿面筋含量、拉伸面积、稳定时间以及面条产品感官评价得分等指标进行加权综合计算,通过控制变量法分别探究荞麦粉、变性淀粉、复合磷酸盐以及谷朊粉添加量对荞麦面条复合预制粉制成面团的品质影响。各个因素添加量的变化梯度设置为荞麦粉(30%, 35%, 40%, 45%, 50%),变性淀粉(4%, 6%, 8%, 10%, 12%),复合磷酸盐(0.6%, 0.8%, 1.0%, 1.2%, 1.4%),谷朊粉(1.0%, 2.0%, 3.0%, 4.0%, 5.0%)。

各因素固定参数为:荞麦粉添加量 40%、变性淀粉添加量 8%、复合磷酸盐添加量 0.8%、谷朊粉添加量 2%。

1.3.7 正交试验 通过单因素试验优选出各因素最佳添加范围,并利用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计进一步优化荞麦面条复合预制粉组配参数。

1.3.8 复合预制粉的应用试验 采用热风—压差膨化联用技术生产非油炸荞麦方便面^[18],对比探究优化前后的荞麦复合预制粉在非油炸方便面中的应用效果,优化前的粉料配方按单因素试验固定参数执行。

1.4 数据处理

使用正交设计助手 V3.1、IBM SPSS Statistics 21.0 以及 Origin 7.5 等软件进行正交试验设计、统计学分析及制图。所有试验结果均为 3 次平行试验后的平均值。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 荞麦粉添加量 由图 1 可知,当荞麦粉添加量为 30% 时面团拉伸面积、稳定时间及湿面筋含量 3 个指标均处于最大值,分别为 2 673.8 g · mm、6.8 min、23.6%,随着荞麦粉在混合粉中比例的增加,复合预制粉面团的拉伸面积、稳定时间以及湿面筋含量等指标均呈逐渐下降的趋势,且在荞麦粉添加量为 45% 时明显下降;荞麦面条产品的感官评分则呈先上升后下降的变化规律。各指标出现以上变化的原因可能是荞麦粉的主要成分是淀

粉、膳食纤维及维生素等,且荞麦淀粉较一般谷物淀粉而言更易被人体消化吸收,而其面筋蛋白含量远低于小麦粉中的,所以荞麦粉在复合粉中所占比重越高,面团内面筋蛋白被稀释的程度就越大,导致面团结构变得松散,最终弱化了面团在机械作用力下的拉伸强度与稳定性^[19]。因此少量的荞麦粉不仅丰富了面团中的营养组分,最主要的是能赋予复合荞麦面条应有的浅灰色泽和独特香气,增加了产品的卖点和附加值,但若添加量超过范围,则会影响复合粉面团的拉伸特性和成品的蒸煮特性。综合分析,确定选取荞麦粉添加量 40%~50%作为正交试验范围。

2.1.2 变性淀粉添加量 由图 2 可知,当变性淀粉添加量为 4%~12%时,荞麦面复合粉团的拉伸面积呈较为缓慢的下降趋势,且在 8%~12%时,拉伸面积的下降速率明显加快,湿面筋含量的变化趋势与之类似;而稳定时间与感官评分这两项指标的变化趋势类似,均在添加量为 8%时达到最大值。有研究证实,添加少量羟丙基变性淀粉制成的面条蒸煮损失率明显降低,回生程度变缓,长时间冷藏的湿面仍有较柔软的口感^[20];此外,羟丙基还会产生空间位阻效应,阻止淀粉链相互聚集和结晶,从而提高湿粉糊的透明度和冻融稳定性,有效防止淀粉糊老化,因此也适用于冷冻面条制品^[21]。但变性淀粉添加量超过一定范围也会对面团产生不利影响,所以才会出现如图 2

所示的变化,当变性淀粉添加量>8%时,复合粉团原有的面筋蛋白含量相对降低,这样的面筋网络的包裹能力有一定限度,多余的淀粉会暴露出面筋网络结构之外,最终对复合面团的稳定性造成不利影响^[22]。综合分析,确定变性淀粉最适添加量为 8%。

2.1.3 复合磷酸盐添加量 由图 3 可知,当复合磷酸盐添加量为 0.6%~1.4%时,复合粉团的拉伸面积、稳定时间、湿面筋含量、感官评分 4 个指标的变化趋势均为随复合磷酸盐添加量的增加呈先上升后下降的状态,且拉伸面积、稳定时间、感官评分 3 个指标的拐点(最大值)均出现在复合磷酸盐添加量为 1.0%时,此时复合面团的拉伸面积为 3 242.6 g·mm,稳定时间为 9.1 min,感官评分为 76.1 分。而面团湿面筋含量的拐点出现在复合磷酸盐添加量为 1.2%时,为 24.1%。复合磷酸盐通过与面团复合体系中的蛋白质、胶质、金属阳离子等形成物理络合,增强面筋网络结构,从而增强了复合面团整体的拉伸特性、稳定性,同时也使其加工搅拌的可塑性更大。因此,在初始阶段(0.6%~1.0%)面团的各个指标均上升,与王立等^[23]的研究一致。但因为溶液渗透压与复合磷酸盐的添加量呈正比关系,添加量越高则渗透压越大,淀粉分子越难吸收水分,直接弱化了复合粉团中面筋蛋白的吸水能力,也会影响到面筋网络结构的稳定性。此外,也有研

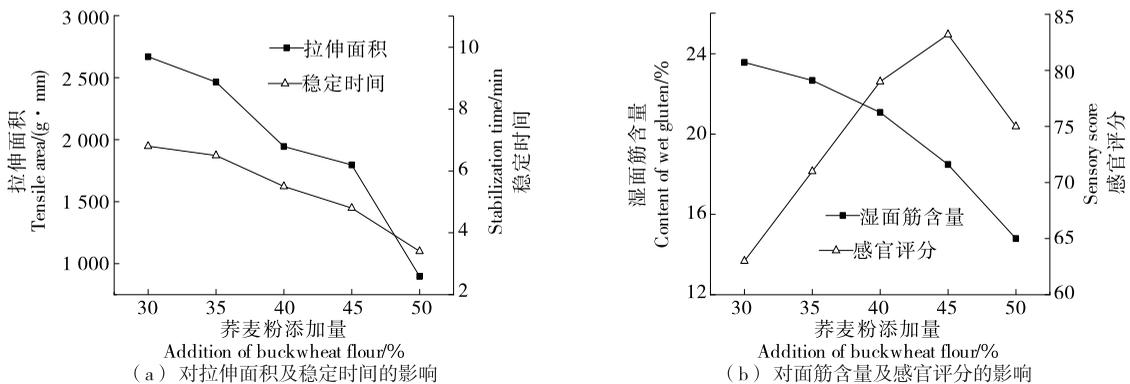


图 1 荞麦粉添加量对复合粉团品质的影响

Figure 1 Effect of buckwheat flour addition on the quality of composite dough

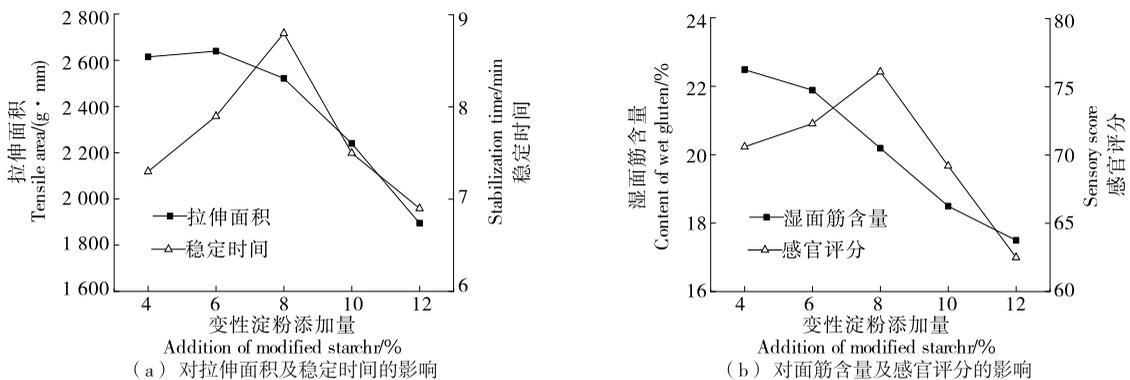


图 2 变性淀粉添加量对复合粉团品质的影响

Figure 2 Effect of modified starch addition on the quality of composite dough

究^[24]表明,人体内过量的磷酸盐会与肠道内的 Ca^{2+} 产生化学反应,生成的产物是难溶于水的正磷酸钙,影响了机体对钙元素的正常吸收。综合考虑,确定选取复合磷酸盐添加量 0.8%~1.2% 进行正交试验。

2.1.4 谷朊粉添加量 由图 4 可知,在谷朊粉添加量由 1% 增加至 5% 的过程中,复合粉团的拉伸面积呈平缓增加的趋势,面团稳定时间呈先平缓上升后急剧上升的趋势,其中添加量为 1%~3% 时上升较为平缓,添加量超过 3% 以后上升较为急剧,湿面筋含量的变化趋势与之类似,而产品感官评分最高为 78.3 分,出现在添加量为 2% 时。复合预制粉料的面筋含量随谷朊粉添加量的增加而得到提升,增强了面团的面筋网络结构,同时面团拉伸特性、稳定时间均得到一定程度的提升,此时的荞麦面条产品硬度、咀嚼性和韧性得到显著增强。但试验发现,当谷

朊粉添加量超过适宜范围后,荞麦面条产品的硬度会异常增大,而黏附性、弹性会显著下降,当添加量超过 2% 时荞麦面条产品的感官品质显著下滑,可能是因为谷朊粉添加量越大,其与淀粉之间形成的平衡被打破,会导致面团硬度变大而弹性减小,整体感官降低^[25-26]。综合考虑,确定选取谷朊粉添加量 1%~3% 进行正交试验。

2.2 正交试验

试验因素水平见表 2,试验设计及结果见表 3。

由表 3 可知,对荞麦面条复合预制粉品质影响的程度大小依次为荞麦粉添加量>谷朊粉添加量>复合磷酸盐添加量>变性淀粉添加量;优选出荞麦面条复合预制粉原料组配为荞麦粉添加量 45%、变性淀粉添加量 8%、复合磷酸盐添加量 1.2%、谷朊粉添加量 3%。

在此条件下对复合预制粉料各项指标的测定结果为

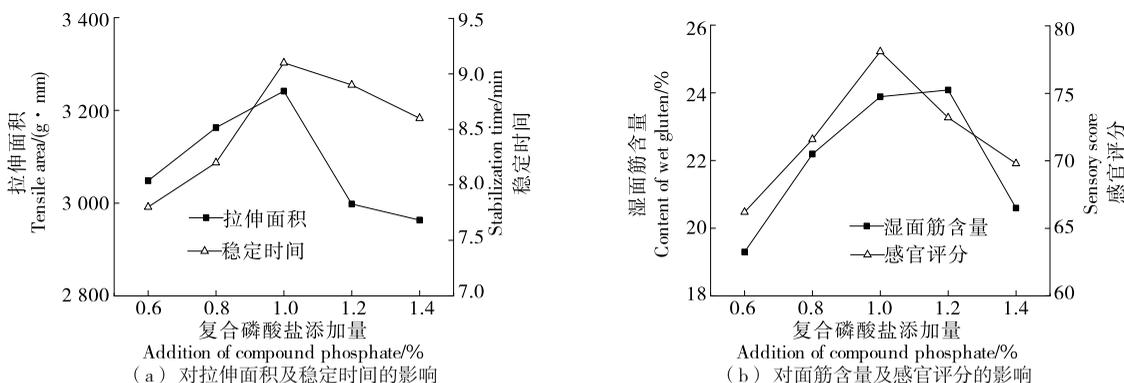


图 3 复合磷酸盐添加量对复合粉团品质的影响

Figure 3 Effect of compound phosphate addition on the quality of composite dough

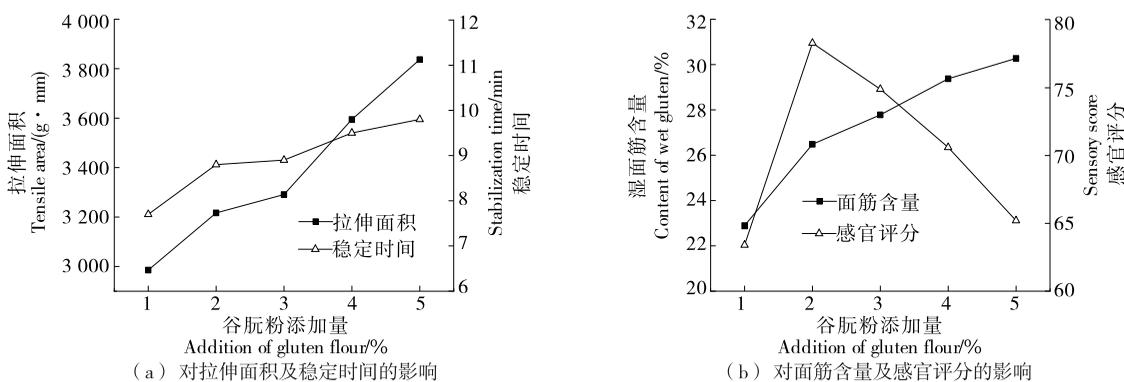


图 4 谷朊粉添加量对复合粉团品质的影响

Figure 4 Effect of gluten flour addition on the quality of composite dough

表 2 正交试验因素水平

Table 2 The orthogonal test factor level

水平	A 荞麦粉 添加量/%	B 变性淀粉 添加量/%	C 复合磷酸盐 添加量/%	D 谷朊粉 添加量/%
1	40	6	0.8	1
2	45	8	1.0	2
3	50	10	1.2	3

拉伸面积 3 378.6 g·mm、稳定时间 7.23 min、湿面筋含量 23.71%、感官评分 89.2,多指标综合得分 0.926 5。与正交试验中得分最高的第 3 组(A₁B₃C₃D₃)各项指标相比,优化后的复合预制粉品质更好,品质有显著提升(P<0.05)。故复合预制粉的最佳组配为荞麦粉添加量 45%、变性淀粉添加量 8%、复合磷酸盐添加量 1.2%、谷朊粉添加量 3%。

2.3 复合预制粉在非油炸方便面中的应用效果

由表 4 可知,将优化后的荞麦面条复合预制粉应用至非油炸方便面中制得的非油炸荞麦方便面产品品质有

了明显提升,表现为面饼复水时间缩短,复水后的面条质构特性(包括硬度、弹性、黏聚性、咀嚼性等)以及感官品质均显著提升($P < 0.05$)。

表 3 复合预制最佳组配参数正交试验设计及结果

Table 3 Orthogonal experimental design and results of mixed powder formula

试验序号	A	B	C	D	拉伸面积/(g·mm)	稳定时间/min	湿面筋含量/%	感官评分	综合评分
1	1	1	1	1	2 806.3	5.13	17.76	72.3	0.337 4
2	1	2	2	2	2 526.5	7.52	18.84	85.2	0.611 5
3	1	3	3	3	3 007.4	8.03	26.89	67.8	0.724 7
4	2	1	2	3	2 978.3	6.84	24.04	76.5	0.675 2
5	2	2	3	1	3 223.9	6.91	19.64	81.1	0.712 3
6	2	3	1	2	3 302.6	6.12	19.36	83.8	0.699 8
7	3	1	3	2	2 926.7	4.86	20.66	79.6	0.487 2
8	3	2	1	3	2 854.3	3.97	21.60	82.9	0.458 7
9	3	3	2	1	2 126.5	5.23	16.36	83.2	0.270 1
k_1	0.558 2	0.500 0	0.499 1	0.440 0					
k_2	0.695 9	0.593 8	0.519 3	0.598 7					
k_3	0.405 2	0.565 0	0.640 8	0.619 8					
R	0.290 7	0.094 3	0.142 2	0.180 0					

表 4 复合预制粉优化前后在非油炸方便面中的应用效果对比

Table 4 Comparison of the application effect of composite preformed powder before and after optimization in non-fried instant noodles

组别	复水时间/min	硬度/N	弹性	黏聚性	咀嚼性/N	感官评价
优化前	7.60±0.32	41.26±1.84	0.81±0.03	1.08±0.05	36.09±1.04	78.00±2.37
优化后	7.20±0.21	44.61±1.55	0.82±0.04	1.11±0.05	40.60±1.27	87.00±1.96

3 结论

研究以小麦粉、荞麦为主要原料,复配变性淀粉、复合磷酸盐、谷朊粉等品质改良剂,以期研制一款新型荞麦杂粮面条预制粉,通过正交试验优选出荞麦面条复合预制粉的最佳组配为复合荞麦粉添加量 45%、变性淀粉添加量 8%、复合磷酸盐添加量 1.2%、谷朊粉添加量 3%。经优化后的复合粉品质有了显著提高,运用到实际生产中效果较好,丰富了面制品市场上游产业链的产品门类,相关应用产品的(如荞麦杂粮挂面、半干面、新型非油炸杂粮面饼等)制作工艺摸索以及货架期的延长将是后续研究的重点。

参考文献

[1] 宫雪,王颖,刘淑婷,等.功能性杂粮膳食预混粉的配比和工艺优化研究[J].黑龙江八一农垦大学学报,2019,31(5):73-82.
GONG Xue, WANG Ying, LIU Shu-ting, et al. Study on formulation and process optimization of functional multigrain dietary premix powder[J]. Journal of Heilongjiang Bayi Agricultural

University, 2019, 31(5): 73-82.
[2] 孙楚楠,楚炎沛.五谷杂粮在面包预拌粉中的应用[J].现代面粉工业,2019,33(4):26-29.
SUN Chu-lan, CHU Yan-pei. Application of cereals in bread premix[J]. Modern Flour Milling Industry, 2019, 33(4): 26-29.
[3] 吴伟帆,邵晔,郑徽,等.小米曲奇预拌粉配方的优化[J].现代食品科技,2020,36(8):258-264.
WU Yi-fan, SHAO Ye, ZHENG Hui, et al. Optimization of millet cookie premix powder formula[J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(8): 258-264.
[4] 岳红霞,张红,徐瑞霞,等.马铃薯全粉在发糕中的应用研究[J].农产品加工,2019(1):30-32.
YUE Hong-xia, ZHANG Hong, XU Rui-xia, et al. Study on the application of potato powder in steamed sponge cake[J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2019(1): 30-32.
[5] 郑玉娇,郭晓娜,朱科学.面粉特性对荞麦馒头预拌粉品质的影响[J].食品与机械,2019,35(3):27-32,40.
ZHENG Yu-jiao, GUO Xiao-na, ZHU Ke-xue. Effect of wheat flour characteristics on the quality of buckwheat Chinese steamed bread premix[J]. Food & Machinery, 2019, 35(3): 27-32, 40.

- [6] 范会平, 许梦言, 符锋, 等. 紫薯全粉面条预混粉的研制[J]. 粮食与饲料工业, 2018(12): 11-16.
FAN Hui-pin, XU Meng-yan, FU Feng, et al. Preparation of purple sweet potato noodle premixed powder[J]. Grain and Feed Industry, 2018(12): 11-16.
- [7] 谢玉锋, 葛英亮, 郑茂波, 等. 龙麦 26 面条预混粉配方优化[J]. 食品与机械, 2014, 30(4): 231-234.
XIE Yu-feng, GE Ying-liang, ZHENG Mao-bo, et al. Optimization of premix formula of Longmai 26 noodles[J]. Food & Machinery, 2014, 30(4): 231-234.
- [8] 任元元, 吴森, 孟资宽, 等. 高纤杂粮面条预拌粉新产品开发[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(5): 138-144.
REN Yuan-yuan, WU Miao, MENG Zi-kuan, et al. Research on new products of high fiber mixed-grain noodle premixed powder[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(5): 138-144.
- [9] ZHOU M, KREFT I, WOO S H. Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat[M]. [S.l.]: Academic Press, 2016: 387-391.
- [10] 吴迪, 高利, 祝日倩, 等. 超微处理挤压改性荞麦粉添加对面团特性和全荞麦面条品质特性的影响[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(12): 30-36.
WU Di, GAO Li, ZHU Ri-qian, et al. Influence of adding superfine grinded buckwheat flour pre-modified by extrusion on whole buckwheat dough properties and noodle quality characteristics[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2020, 35(12): 30-36.
- [11] BAI Yi-peng, ZHOU Hui-ming. Impact of aqueous ozone mixing on microbiological, quality and physicochemical characteristics of semi-dried buckwheat noodles [J]. Food Chemistry, 2021, 336: 127709.
- [12] BOUASLA A, WÓJTOWICZ A. Rice-buckwheat gluten-free pasta: Effect of processing parameters on quality characteristics and optimization of extrusion-cooking process[J]. Foods (Basel, Switzerland), 2019, 8(10): 496.
- [13] HAN Xiao-miao, XING Jun-jie, HAN Cong, et al. The effects of extruded endogenous starch on the processing properties of gluten-free Tartary buckwheat noodles[J]. Carbohydrate Polymers, 2021, 267: 118170.
- [14] WANG Li-juan, WANG Li-bo, WANG Ai-li, et al. Superheated steam processing improved the qualities of noodles by retarding the deterioration of buckwheat grains during storage[J]. LWT-Food Science and Technology, 2021, 138: 110746.
- [15] YALCIN Seda. Quality characteristics, mineral contents and phenolic compounds of gluten free buckwheat noodles[J]. Journal of Food Science and Technology, 2021, 58(7): 2 661-2 669.
- [16] 刘玲玲, 车树理, 贺莉萍. 马铃薯苦荞麦粉面条加工工艺研究[J]. 中国食物与营养, 2018, 24(11): 18-21.
LIU Lin-lin, CHE Shu-li, HE Li-ping. Study on processing technology of potato tartary buckwheat flour noodles[J]. Food and Nutrition in China, 2018, 24(11): 18-21.
- [17] 田纪春. 谷物品质测试理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 368-375.
TIAN Ji-chun. Theory and method of grain quality test [M]. Beijing: Science Press, 2006: 368-375.
- [18] 胡舰, 周莹, 左波, 等. 热风-压差膨化生产非油炸方便面的工艺优化[J]. 食品与机械, 2018, 34(5): 198-203, 215.
HU Jian, ZHOU Ying, ZUO Bo, et al. Process optimization to produce non-fried instant noodles by hot air-explosion puffing drying[J]. Food & Machinery, 2018, 34(5): 198-203, 215.
- [19] 李燕, 邹金浩, 郭时印, 等. 紫淮山全粉对面团流变特性及面条质构特性的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(2): 41-46.
LI Yan, ZOU Jin-hao, GUO Shi-yin, et al. Effect of purple yam flour on rheological properties of dough and texture attributions of noodles[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(2): 41-46.
- [20] 徐舒简, 李兆丰. 面条制品常用淀粉及其衍生物研究进展[J]. 食品与机械, 2020, 36(6): 208-213, 219.
XU Shu-jian, LI Zhao-feng. Research progress on starch and its derivatives in noodles[J]. Food & Machinery, 2020, 36(6): 208-213, 219.
- [21] KATSUKI K, OGAWA T, ADACHI S. Water sorption kinetics of wheat flour noodles with added chemically-modified starch: Water sorption kinetics of wheat flour noodles [J]. Starch Strke, 2018, 22: 1700280.
- [22] 许蒙蒙, 关二旗, 卞科. 谷朮粉和甘薯淀粉对面条品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2015, 12(3): 28-34.
XU Meng-meng, GUAN Er-qi, BIAN Ke. Effects of wheat gluten and sweet potato starch on noodle qualities[J]. Cereal & Feed Industry, 2015, 12(3): 28-34.
- [23] 王立, 陈敏, 赵俊丰, 等. 复合磷酸盐在面制品中的应用现状及发展趋势[J]. 食品与机械, 2017, 33(1): 195-200.
WANG Li, CHEN Min, ZHAO Jun-feng, et al. The application of phosphate in wheat based products[J]. Food & Machinery, 2017, 33(1): 195-200.
- [24] 尚加英, 胡军, 李利民, 等. 小麦粉改良剂对面团流变学特性的影响[J]. 粮油食品科技, 2017, 25(4): 6-12.
SHANG Jia-ying, HU Jun, LI Li-min, et al. Effects of improvers on dough rheological properties[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2017, 25(4): 6-12.
- [25] 屈展平, 任广跃, 张迎敏, 等. 马铃薯淀粉-小麦蛋白共混体系的相互作用及对复合面条性质的影响[J]. 食品与机械, 2020, 36(1): 72-78.
QU Zhang-ping, REN Guang-yue, ZHANG Ying-min, et al. Interaction of potato starch-wheat protein blend system and its effect on the properties of compound noodles[J]. Food & Machinery, 2020, 36(1): 72-78.
- [26] 刘紫鹏, 陆启玉. 添加木薯淀粉和谷朮粉对保湿熟面条品质的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(20): 240-244.
LIU Zi-peng, LU Qi-yu. Effect of adding cassava starch and wheat gluten on quality of moisturizing cooked noodles[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(20): 240-244.