

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2021.05.018

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 Y Y, WU M, MENG Z K, 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.

高纤杂粮面条预拌粉新产品开发

任元元^{1,2}, 吴森², 孟资宽¹, 邹育¹, 华苗苗², 张鑫¹

(1. 四川省食品发酵工业研究设计院有限公司, 四川 成都 611130;

2. 四川东方主食产业技术研究院, 四川 成都 611130)

摘要:以苦荞、青稞和燕麦为主要原料, 研发一款高纤杂粮面条预拌粉, 预拌粉配比为面粉: 苦荞: 青稞: 燕麦=40: 30: 10: 20, 研究其各项主要成分指标; 在单因素试验的基础之上, 结合响应面分析试验, 并以成品断条率、烹调损失率和感官评价等为综合考察指标, 探讨谷朊粉、食盐、碳酸钠和魔芋精粉对预拌粉品质的影响。结果显示: 预拌粉含膳食纤维 6.94%、 β -葡聚糖 1.9%、总黄酮 0.8%; 复配改良剂最佳配比为: 谷朊粉 5.4%、食盐 1.3%、碳酸钠 0.2%、魔芋精粉 1.1%。在此配比条件下, 高纤杂粮面条预拌粉加工过程易成型、成品食用品质佳。

关键词: 杂粮面条; 预拌粉; 改良剂; 综合得分

中图分类号: TS201.1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2021)05-0138-07

Research on New Products of High Fiber Mixed-grain Noodle Premixed Powder

REN Yuan-yuan^{1,2}, WU Miao², MENG Zi-kuan¹, ZOU Yu¹, HUA Miao-miao², ZHANG Xin¹

(1. Sichuan Food Fermentation Industry Research and Design Institute Co., Ltd.,

Chengdu, Sichuan 611130, China; 2. Sichuan Oriental Staple Food Industry

Technology Research Institute, Chengdu, Sichuan 611130, China)

Abstract: This study takes tartary buckwheat, highland barley and oats as the main raw materials to analyze and develop a high-fiber noodles premixed powder. The premixed powder is blended as the following proportion: 40% plain flour, 30% tartary buckwheat, 10% highland barley and 20% oat. This proportion gives us 6.94% dietary fiber, 1.9% beta glucan, 0.8% total flavonoids in the premixed powder. Through single factor experiment, combined with the response surface analysis test and taking finished product breakout rate and cooking loss rate and sensory evaluation as a comprehensive index, this study discusses the effects of gluten, salt, sodium carbonate and konjac purified powder on the quality of premixed powder. Results show that the optimal proportion of the compound improver is: 5.4% gluten, 1.3% salt, 0.2% sodium carbonate, and 1.1% konjac refined powder, which makes the processing process of high fiber noodles premixed powder easier and the quality of finished products higher.

Key words: coarse cereals noodles; premixed powder; modifying agent; comprehensive score

收稿日期: 2021-04-12

基金项目: 四川省科技计划项目(2020YFN0148)

Supported by: Sichuan Science and Technology Program (No.2020YFN0148)

作者简介: 任元元, 女, 1987年出生, 硕士, 高级工程师, 研究方向为食品加工。E-mail: 443112258@qq.com.

预拌粉, 又称预混粉, 是按配比预先混合完成的面粉与配料^[1], 加工时可按工艺要求添加水等辅料, 即生产出品质优良的产品, 具备使用方便、节省时间、降低操作要求的优点^[2]。市售预拌粉多为面包、蛋糕、饼干和馒头等, 关于面条的却甚少; 现虽有学者对面条预拌粉展开研究^[3-7], 但关于杂粮面条预拌粉的却鲜见。苦荞、青稞、燕麦等杂粮营养丰富均衡, 富含多种维生素、矿物质、优质蛋白质, 还含有多种特殊的生理活性物质, 如黄酮、 β -葡聚糖、可溶性膳食纤维等, 具备降血糖、促进肠道蠕动、提高免疫力、预防心血管疾病的功效^[8-10], 而市售杂粮类产品含量大多不超过 30%, 营养强化不足^[11-15]。

本研究以苦荞、青稞、燕麦为主要原料, 与四川本土小麦粉均匀混合, 形成 60% 杂粮面条预拌粉。但杂粮不含面筋蛋白, 杂粮添加量越高, 面条越难成型, 因此本研究在单因素试验的基础上, 以响应面分析试验探讨多种品质改良剂的最佳配比, 得到品质优良的高纤杂粮面条预拌粉。本试验成果适用于个人、餐饮及工厂加工, 能够降低加工技术要求、加工成本和生产时长。产品膳食纤维含量 > 6%, 为高纤食品, 同时还富含 β -葡聚糖和总黄酮, 具备促进肠道蠕动、提高免疫力、防止心血管疾病等功能, 经改良后, 产品易加工、食用品质优良, 市场前景广阔。

1 材料和方法

1.1 试验材料

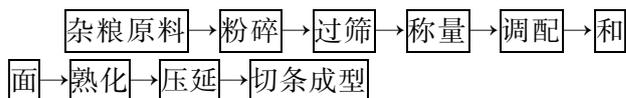
小麦粉: 绵阳仙特米业有限公司; 苦荞米: 四川环太实业有限公司; 青稞米: 西藏天麦力健康品有限公司; 燕麦米: 四川合众养道食品有限公司; 谷朊粉: 河南密丹儿商贸有限公司; 食用盐: 永辉超市股份有限公司; 食用碱: 山东锐晟化工有限公司; 魔芋精粉: 江苏天顺食品有限公司; 乙醇溶液、丙酮、石油醚、氢氧化钠、重铬酸钾、三羟甲基氨基甲烷、2-(N-吗啉代) 乙烷磺酸、冰乙酸、盐酸、硫酸、热稳定 α -淀粉酶液、淀粉葡萄糖苷酶液、硅藻土、地衣聚糖酶溶液、 β -葡萄糖苷酶溶液、乙酸钠、三氯化铝溶液、乙酸钾溶液、甲醇溶液: 上海吉至生化科技有限公司。

1.2 设备与仪器

20B-C 型粉碎机: 常州康贝干燥工程有限公司; AMR-01 型和面机: 福建德霸食品机械有限公司; MT-30 型压面机: 广东恒联食品机械有限公司; DD-5 型离心机: 上海吉至生化科技有限公司; 772N 型分光光度计、KH 型电烘箱: 上海仪田精密仪器有限公司; JXFM110 型旋风磨: 浙江台州粮仪厂; 各种玻璃器皿: 合肥市三元化玻仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 预混粉复配及面条制备工艺



将苦荞、青稞、燕麦三种杂粮原料粉碎, 过 140 目筛后, 称量杂粮粉和面粉, 按照面粉: 杂粮=40: 60 的比例配制好后, 再加入品质改良剂搅拌均匀待用; 制面过程中, 称 40% 饮用水加入面条预拌粉中中和匀, 熟化 15~20 min, 反复压延至面带光滑后切条成型。

1.3.2 预拌粉营养成分测定

膳食纤维含量: 按 GB 5009.88—2014《食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定》的规定方法执行;

β -葡聚糖含量: 按 NY/T 2006—2011《谷物及其制品中 β -葡聚糖含量的测定》的规定方法执行;

总黄酮含量: 按 NY/T 1295—2007《荞麦及其制品中总黄酮含量的测定》的规定方法执行。

1.3.3 单因素试验设计

单因素试验在国家相关规定和预实验的基础之上, 筛选出谷朊粉、食盐、碳酸钠和魔芋精粉 4 种添加剂进行探讨。

1.3.3.1 谷朊粉对预拌粉品质的影响 在混合粉的基础之上, 控制食盐添加量为 2%, 碳酸钠添加量为 0.25%, 魔芋精粉添加量为 1%, 设置 7 个水平的谷朊粉添加量, 分别为 3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%, 以综合得分为指标选择优化范围。

1.3.3.2 食盐对预拌粉品质的影响 在混合粉的基础之上, 控制谷朊粉添加量为 6%, 碳酸钠添加量为 0.25%, 魔芋精粉添加量为 1%, 设置 7 个水

平的食盐添加量, 分别为 0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%、3%、3.5%, 以综合得分为指标选择优化范围。

1.3.3.3 碳酸钠对预拌粉品质的影响 在混合粉的基础之上, 控制谷朊粉添加量为 6%, 食盐添加量为 2%, 魔芋精粉添加量为 1%, 设置 7 个水平的碳酸钠添加量, 分别为 0.1%、0.15%、0.2%、0.25%、0.3%、0.35%、0.4%, 以综合得分为指标选择优化范围。

1.3.3.4 魔芋精粉对预拌粉品质的影响 在混合粉的基础之上, 控制谷朊粉添加量为 6%, 食盐添加量为 2%, 碳酸钠添加量为 0.25%, 设置 7 个水平的魔芋精粉添加量, 分别为 0.4%、0.6%、0.8%、1%、1.2%、1.4%、1.6%, 以综合得分为指标选择优化范围。

1.3.4 响应面设计

响应面分析试验设计在单因素试验基础上,

采用 Central-Composite 中心组合设计原理, 以综合得分为指标优化出最佳配比, 试验因素水平见表 1。所得试验结果采用 Design-Expert 12. 0. 0 软件进行分析。

表 1 响应面试验因素水平
Table 1 Level of test factors for ring surface

因素	编码	水平				
		-2	-1	0	1	2
谷朊粉添加量	A	3	4	5	6	7
食盐添加量	B	0.5	1	1.5	2	2.5
碳酸钠添加量	C	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35
魔芋精粉添加量	D	0.8	1	1.2	1.4	1.6

1.3.5 综合得分评定

每组样品按此评定标准评测 6 次, 以平均分为最终得分, 综合得分评定标准如表 2 所示, 其中断条率和烹调损失率按标准 LS/T 3212—2014《挂面》的方法测定。

表 2 综合得分评定标准
Table 2 Comprehensive scoring criteria

指标	分数/分	评定标准	得分标准/分
断条率	30	计算断条率, 并分析一根面条多个断条的发生情况	断条率增加 1%扣 4 分, 直至 0 分, 每增加面条多断根数, 多扣 0.5 分直至 0 分
烹调损失率	30	计算烹调损失率	烹调损失率每增加 1%扣 2 分, 直至 0 分
面条成型	20	易成型、不粘辊	15~20
		不易成型、有粘辊现象	1~14
面条口感	20	面条软硬适中, 口感顺滑, 有筋道, 咸味适口	15~20
		面条较硬或较软, 口感不顺滑或粗糙, 筋道较差, 过咸	1~14

1.4 数据分析

用 Excel 整理实验数据, 并采用 Design-Expert 12. 0. 0 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 杂粮配比结果

在预实验的基础之上设置 7 组不同的杂粮(苦荞:青稞:燕麦)配比方案, 分别为 A(20:20:20)、B(30:20:10)、C(30:10:20)、D(20:30:10)、E(20:10:30)、F(10:30:20)、G(10:20:30), 另设置空白实验组 H(只含小麦粉), 不同方案的营养成分见图 1 所示。

由图 1 可知, 不同杂粮配比方案差异显著; H 组为空白试验, 其膳食纤维含量 2.1%, 不含 β-葡聚糖和总黄酮; F 组和 G 组膳食纤维含量均

■ 膳食纤维含量/% □ β-葡聚糖含量/%
▨ 总黄酮含量/%

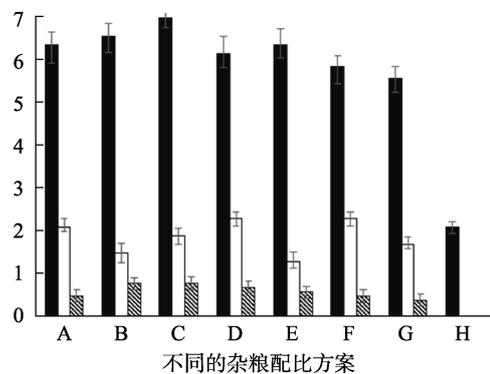


图 1 不同杂粮配比方案营养成分
Fig.1 Nutrient composition of different miscellaneous grain schemes

<6%, 而 A、B、C、D、E 组膳食纤维含量均>6%, 其中 C 组膳食纤维含量最高为 6.94%, β-葡聚糖含量 1.9%, 次于 A、D 组, 总黄酮含量 0.8%, 高

于其他组；因此，综合考虑营养成分含量，选择 C 组做为本试验的优化比例。

2.2 单因素试验结果

2.2.1 谷朊粉对预拌粉品质的影响

谷朊粉对预拌粉品质的影响见图 2。由图 2 可知，谷朊粉添加量对预拌粉品质有显著性影响，随着谷朊粉添加量的增加，预拌粉的综合得分呈先增大后减小的趋势，在谷朊粉添加量为 5% 时，得分最高为 84.32 分。这是因为谷朊粉的主要组成成分是麦谷蛋白和醇溶蛋白，在吸水后形成网络状的湿面筋^[16]，能够包裹不含面筋蛋白的杂粮粉粒和淀粉颗粒，使预拌粉成形之后，在断条率和烹调损失率方面表现更好；而过量添加谷朊粉则导致预拌粉成形后口感过硬，粘性增大^[17]，从而降低预拌粉的综合得分。因此，谷朊粉的最佳添加量为 5%。

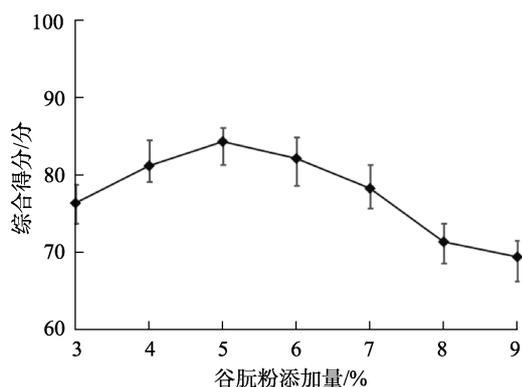


图 2 谷朊粉对预拌粉品质的影响

Fig.2 Effect of gluten on quality of pre-mixed powder

2.2.2 食盐对预拌粉品质的影响

食盐对预拌粉品质的影响见图 3。由图 3 可知，食盐添加量对预拌粉品质有显著性影响，随着食盐添加量的增加，预拌粉的综合得分呈先增大后减小的趋势，在谷朊粉添加量为 1% 时，得分最高为 84.18 分。这是因为在制面过程中加入一定量的食盐，能够提高面条内部的渗透压，从而有利于面条吸水，使面条抗拉伸性能提升^[18]，从而提高预拌粉的综合得分；而当食盐添加量过大后，内外渗透压保持平衡，由于食盐属于亲水性物质，食盐添加量的增加会与蛋白质争夺水分子^[19]，而不利于面条的吸水，同时所制成的面条风味过咸，所以预拌粉综合得分下降。因此，实验的最佳添加量为 1%。

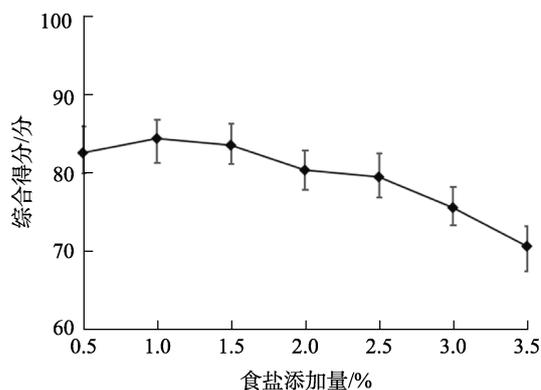


图 3 食盐对预拌粉品质的影响

Fig.3 Effect of salt on quality of pre-mixed powder

2.2.3 碳酸钠对预拌粉品质的影响

碳酸钠对预拌粉品质的影响见图 4。由图 4 可知，碳酸钠添加量对预拌粉品质有显著性影响，随着碳酸钠添加量的增加，预拌粉的综合得分呈先增大后减小的趋势，在碳酸钠添加量为 0.3% 时，得分最高为 85.25 分。这可能是因为预拌粉在面条的制作过程中碳酸钠可调节面团 pH 为碱性，而面筋在碱性环境下能够更好的形成，从而促进面筋网络的完全形成^[20]，减小面条的蒸煮损失率，当添加量超过 0.3% 后，面条的碱味明显，对面条食用品质造成不良影响，且面条的成型性也会受到影响，导致预拌粉综合得分下降。因此，碳酸钠的最佳添加量为 0.3%。

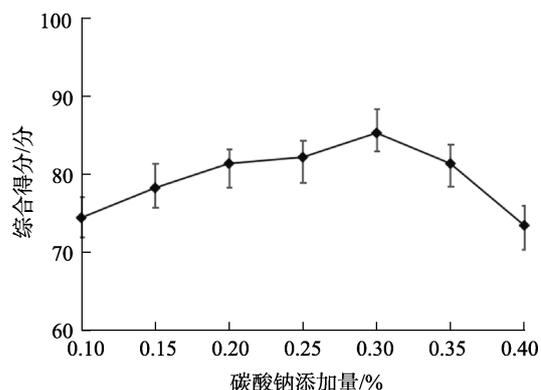


图 4 碳酸钠对预拌粉品质的影响

Fig.4 Effect of soda on quality of pre-mixed powder

2.2.4 魔芋精粉对预拌粉品质的影响

魔芋精粉对预拌粉品质的影响见图 5。由图 5 可知，魔芋精粉添加量对预拌粉品质有显著性影响，随着魔芋精粉添加量的增加，预拌粉的综合得分呈先增大后减小的趋势，在魔芋精粉添加量为 1.2% 时，得分最高为 84.25 分。这可能是因为

在预拌粉制面过程中，魔芋精粉中的魔芋葡甘露聚糖具有很高的亲水性，遇水后生成强力凝胶，使不含面筋蛋白质原料能够更好的粘聚，并且能形成一层薄膜^[21]，从而减少面条的蒸煮损失；当魔芋精粉的添加量超过 1.2% 时，面条蒸煮损失率不再有明显变化，但导致面条的口感过粘、过硬，影响面条食用品质，所以预拌粉综合得分下降。因此，魔芋精粉的最佳添加量为 1.2%。

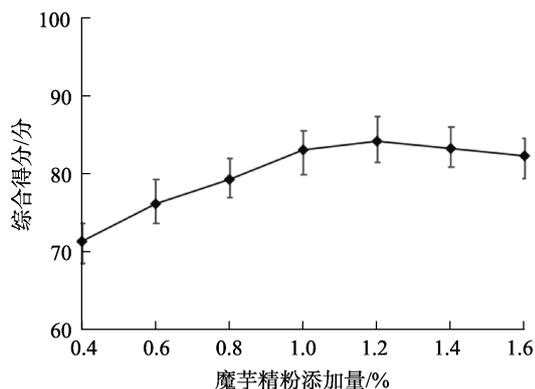


图 5 魔芋精粉对预拌粉品质的影响

Fig.5 Effect of konjac powder on quality of pre-mixed powder

2.3 响应面试验结果

2.3.1 响应面试验设计及结果

在单因素试验的基础之上，以综合得分为响应值对谷朊粉添加量、食盐添加量、碳酸钠添加量和魔芋精粉添加量这 4 个因素进行中心组合响应面优化试验，试验结果见表 3。

2.3.2 回归方程的建立与检验

运用 Design-expert 8.0 数据统计软件对表 3 试验结果进行多元回归拟合，得到回归方程：

$$Y=92.64+0.54A+0.08B+0.43C-0.78D-0.03AB-0.41AC-0.56AD-0.21BC+0.98BD+1.54CD-1.44A^2-0.6B^2-1.15C^2-1.4D^2$$

由表 4 可知，该模型 $P<0.000 1$ ，回归方程模型极显著，模拟相关系数 $R^2=0.991 3$ ，校正决定系数 $R^2_{Adj}=0.983 1$ ，表明模型的实际值与预测值拟合较好，拟合度达到 98.31%；失拟项 $P=0.228 8>0.05$ ，失拟项不显著，依据方差显著性分析简化回归方程为：

$$Y=92.64+0.54A+0.43C-0.78D-0.41AC-0.56AD-0.21BC+0.98BD+1.54CD-1.44A^2-0.6B^2-1.15C^2-1.4D^2$$

表 3 试验方案及结果
Table 3 Test plan and results

试验号	A	B	C	D	综合得分/分 (Y)
1	5	1.5	0.25	0.8	88.26
2	4	1.0	0.30	1.4	88.59
3	4	2.0	0.30	1.4	90.62
4	6	2.0	0.30	1.4	89.32
5	6	1.0	0.20	1.0	92.14
6	6	2.0	0.20	1.0	90.82
7	4	1.0	0.20	1.4	83.39
8	5	2.5	0.25	1.2	90.12
9	5	0.5	0.25	1.2	90.42
10	4	1.0	0.30	1.0	88.13
11	6	1.0	0.20	1.4	83.97
12	7	1.5	0.25	1.2	88.14
13	5	1.5	0.25	1.2	92.67
14	5	1.5	0.25	1.2	92.59
15	5	1.5	0.25	1.2	92.38
16	5	1.5	0.15	1.2	87.37
17	4	2.0	0.20	1.4	86.31
18	6	2.0	0.20	1.4	86.96
19	6	1.0	0.30	1.0	89.31
20	4	1.0	0.20	1.0	89.33
21	6	1.0	0.30	1.4	88.17
22	5	1.5	0.35	1.2	88.79
23	5	1.5	0.25	1.6	85.92
24	3	1.5	0.25	1.2	85.65
25	4	2.0	0.30	1.0	86.32
26	5	1.5	0.25	1.2	93.01
27	6	2.0	0.30	1.0	87.58
28	5	1.5	0.25	1.2	92.87
29	4	2.0	0.20	1.0	87.67
30	5	1.5	0.25	1.2	92.33

表 4 回归模型方差分析
Table 4 Analysis of variance of regression models

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P>F
模型	202.94	14	14.5	121.51	< 0.000 1
A	6.92	1	6.92	58.03	< 0.000 1
B	0.16	1	0.16	1.36	0.262 5
C	4.41	1	4.41	36.98	< 0.000 1
D	14.49	1	14.49	121.48	< 0.000 1
AB	0.01	1	0.01	0.08	0.781 6
AC	2.62	1	2.62	21.93	0.000 3
AD	4.94	1	4.94	41.40	< 0.000 1
BC	0.68	1	0.68	5.67	0.030 9
BD	15.23	1	15.23	127.66	< 0.000 1
CD	38.10	1	38.10	319.36	< 0.000 1
A ²	57.20	1	57.20	479.44	< 0.000 1
B ²	9.88	1	9.88	82.86	< 0.000 1
C ²	36.14	1	36.14	302.91	< 0.000 1
D ²	53.40	1	53.40	447.62	< 0.000 1
残差	1.79	15	0.119 3		
失拟项	1.43	10	0.143 3	2.01	0.228 8
纯误差	0.36	5	0.071 4		
总方差	204.73	29			
R ²	0.991 3				
R ² _{Adj}	0.983 1				

2.3.3 响应面和等高线分析

由表 4 可知, 各因素对综合得分的影响大小依次为 D (魔芋精粉添加量) $> A$ (谷朊粉添加量) $>$

C (碳酸钠添加量) $> B$ (食盐添加量), 且 AC 、 AD 、 BC 、 BD 、 CD 各因素间交互作用对预拌粉综合评分的影响显著, 响应面和等高线见图 6。

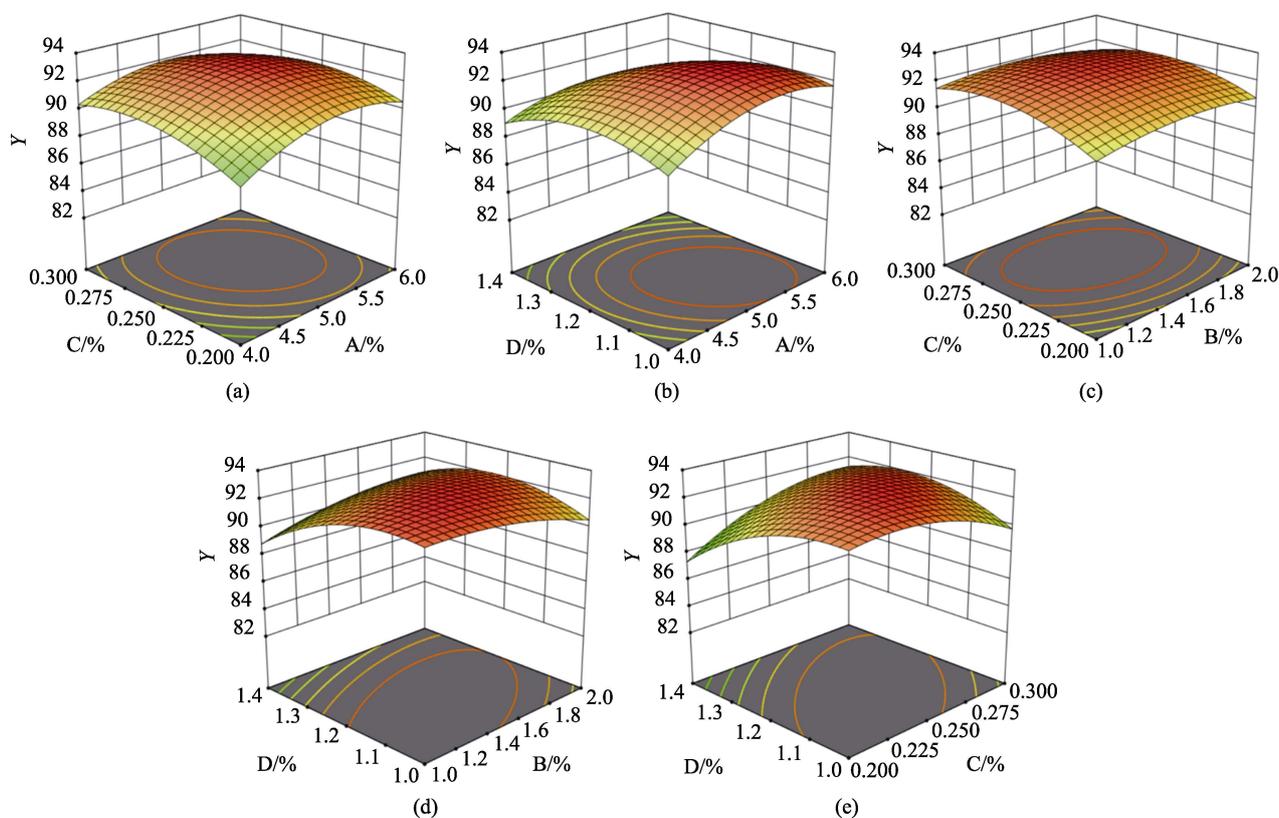


图 6 各两因素交互作用响应面及等高线

Fig.6 Response surface and contour lines of interaction between two factors

注: A 为谷朊粉添加量; B 为食盐添加量; C 为碳酸钠添加量; D 为魔芋精粉添加量; Y 为综合得分。

Note: the A is gluten; the B is salt; the C is sodium carbonate; the D is konjac powder; the Y is a comprehensive score.

从图 6a~图 6e 可以看出, 对综合得分的影响显著性, 表现为 D (魔芋精粉添加量) $> A$ (谷朊粉添加量) $> C$ (碳酸钠添加量) $> B$ (食盐添加量), 与模型方差分析结果一致。在所考察的因素范围内, 感官得分随 D (魔芋精粉添加量) 呈先增大后减小的趋势; 随 A (谷朊粉添加量) 呈先增大后减小的趋势; 随 C (碳酸钠添加量) 呈先增大后减小的趋势; 随 B (食盐添加量) 呈先增大后减小的趋势。

2.3.4 响应面优化与验证

根据上述所得回归方程优化出最佳配方为: $A=5.35$ 、 $B=1.29$ 、 $C=0.24$ 、 $D=1.07$ 、 $Y=93$, 即谷朊粉添加量 5.35%、食盐添加量 1.29%、碳酸钠添加量 0.24%、魔芋精粉添加量 1.07%, 综合得分为 93 分。为检验试验结果准确性进行验证试验, 为方便实际操作修正参数为谷朊粉添加量

5.4%、食盐添加量 1.3%、碳酸钠添加量 0.2%、魔芋精粉添加量 1.1%, 在该配比条件下重复测定三次综合得分, 最终得出综合评分为 92.97 分, 与理论值 93 分相比, 相对偏差 < 1 , 说明本试验的结果可靠。

3 结论

通过对比试验, 确定面粉: 苦荞: 青稞: 燕麦 = 40: 30: 10: 20, 在此配比方案下的高纤杂粮面条预拌粉含膳食纤维 6.94%、 β -葡聚糖 1.9%、总黄酮 0.8%。在单因素试验的基础之上, 结合响应面分析试验, 以成品断条率、烹调损失率和感官评价等为综合考察指标, 探讨谷朊粉、食盐、碳酸钠和魔芋精粉对预拌粉品质的影响。结果得出复配改良剂最佳配比为: 谷朊粉 5.4%、食盐 1.3%、碳酸钠 0.2%、魔芋精粉 1.1%。

参考文献:

- [1] 徐梁. 面包预混粉的研究[D]. 武汉: 武汉工业学院, 2002.
XU L. Study on bread premix powder [D]. Wuhan: Wuhan Institute of Technology, 2002.
- [2] 石彦国, 李剑虹, 李桂华. 油炸甜点预混粉调配技术研究[J]. 食品工业科技, 2002(5): 48-51.
SHI Y G, LI J H, LI G H. Study on the preparation technology of premixed powder for fried dessert[J]. Science and Technology of Food Industry, 2002(5): 48-51.
- [3] 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 H P, XU M Y, FU F, et al. Preparation of purple sweet potato noodle premixed powder[J]. Grain and Feed Industry, 2018(12): 11-16.
- [4] 魏益民, 邢亚楠, 张影全, 等. 兰州拉面制作过程及产品的感官评价方法[J]. 中国农业科学, 2016, 49(20): 4016-4029.
WEI Y M, XING Y N, ZHANG Y Q, et al. Sensory evaluation method of Lanzhou ramen production process and products[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2016, 49(20): 4016-4029.
- [5] 杨保全, 顾永华, 王新颖, 等. 燕麦预混粉的研制[J]. 农产品加工, 2015(10): 19-20+22.
YANG B L, GU Y H, WANG X Y, et al. Preparation of oat premix powder [J]. Agricultural Products Processing, 2015(10): 19-20+22.
- [6] 崔明敏, 李芳, 刘英. 燕麦-小麦预混和面条粉流变学特性研究[J]. 粮食加工, 2015, 40(1): 38-42.
CUI M M, LI F, LIU Y. Rheological properties of oat-wheat premix and noodle flour[J]. Grain Processing, 2015, 40(1): 38-42.
- [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 Y F, GE Y L, ZHENG M B, et al. Optimization of premix formula of Longmai 26 noodles[J]. Food and Machinery, 2014, 30(4): 231-234.
- [8] 张瀚文, 余秋文, 张一凡, 等. 膳食纤维的生理功能及改性方法研究进展[J]. 农业科技与装备, 2021(1): 64-65+68.
ZHANG H W, YU Q W, ZHANG Y F, et al. Research progress on physiological function and modification methods of dietary fiber[J]. Agricultural Science and Equipment, 2021(1): 64-65+68.
- [9] 冯朵, 王靖, 季晓娇, 等. 青稞功效成分和保健功能研究进展[J]. 食品科技, 2020, 45(9): 57-61.
FENG D, WANG J, JI X J, et al. Research progress on efficacy components and health care function of highland barley[J]. Food Science and Technology, 2020, 45(9): 57-61.
- [10] 吴韬, 肖丽, 李伟丽. 苦荞的营养与功能成分研究进展[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2021, 40(2): 91-96+109.
WU T, XIAO L, LI W L. Research progress on nutrition and functional components of Tartary buckwheat [J]. Journal of Xihua University (Natural Science Edition), 2021, 40(2): 91-96+109.
- [11] 孙浩, 左婕, 雷霆雯, 等. 苦荞抗氧化肽 AFYRW 稳定性研究[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(6): 6-11.
SUN H, ZUO J, LEI T W, et al. Studies on the stability of antioxidant peptide AFYRW in Tartary buckwheat [J]. Food Research and Development, 2021, 42(6): 6-11.
- [12] 向月, 曹亚楠, 赵钢, 等. 杂粮营养功能与安全研究进展[J/OL]. 食品工业科技: 1-13[2021-03-30]. 41.
XIANG Y, CAO Y N, ZHAO G, et al. Research progress on nutrition function and safety of cereals [J/OL]. Food Science and Technology: 1-13[2021-03-30]. 41.
- [13] 徐玖亮, 温馨, 刁现民, 等. 我国主要谷类杂粮的营养价值及保健功能[J]. 粮食与饲料工业, 2021(1): 27-35.
XU J L, WEN X, DIAO X M, et al. Nutritional value and health function of main cereals in China[J]. Grain and Feed Industry, 2021(1): 27-35.
- [14] 潘苗苗, 孙业荣, 何礼喜, 等. 我国杂粮主食化及加工技术[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(15): 13-15+19.
PAN M M, SUN Y R, HE L X, et al. China's staple food of coarse grain and processing technology [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2020, 48(15): 13-15+19.
- [15] 卢雨菲. 复合杂粮面包的研制及其冷冻面团加工特性的研究[D]. 哈尔滨商业大学, 2020.
LU Y F. Study on the development of composite grain bread and the processing characteristics of frozen dough [D]. Harbin University of Commerce, 2020.
- [16] 李晶, 杜艳, 祁兴芳, 等. 谷朊粉对青稞面条品质及面团流变特性的影响[J]. 食品工业, 2020, 41(12): 47-51.
LI J, DU J, QI X F, et al. Effect of gluten on quality of highland barley noodles and rheological properties of dough [J]. Food Industry, 2020, 41(12): 47-51.
- [17] 葛珍珍, 张圆圆, 陈淑慧, 等. 谷朊粉对面条质构及微观结构的影响[J]. 食品科技, 2019, 44(9): 160-165.
GE Z Z, ZHANG Y Y, CHEN S H, et al. Effect of gluten on texture and microstructure of noodles[J]. Food Science and Technology, 2019, 44(9): 160-165.
- [18] 张庆霞. 无机盐对面团流变学特性及面条品质影响的研究进展[J]. 粮食与油脂, 2020, 33(2): 4-6.
ZHANG Q W. Research progress of influence of inorganic salt on rheological properties of dough and noodle quality[J]. Grain and Oils, 2020, 33(2): 4-6.
- [19] 荆鹏, 郑学玲, 丁旋子, 等. 食盐对面絮及面条品质影响研究[J]. 粮食与饲料工业, 2014(9): 32-35.
JING P, ZHENG X L, DING X Z, et al. Study on the effect of salt on the quality of noodles and noodles[J]. Grain and Feed Industry, 2014(9): 32-35.
- [20] 王冠岳, 陈洁, 王春, 等. 碳酸钠和碳酸钾对面条品质改良效应的比较[J]. 粮油加工, 2008(2): 80-82.
WANG G Y, CHEN J, WANG C, et al. Comparison of effects of sodium carbonate and potassium carbonate on quality improvement of noodles[J]. Cereals and Oils Processing, 2008(2): 80-82.
- [21] 韦倩妮, 容英霖, 吴军, 等. 不同增稠剂对面条品质影响的研究进展[J]. 现代食品, 2020(23): 20-22.
WEI Q N, RONG Y L, WU J, et al. Research progress on influence of different thickeners on noodle quality[J]. Modern Food, 2020(23): 20-22. 

备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://llyspkj.ijournal.cn>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。