

红茶谷物冲调粉的配方优化及品质分析

周德杰¹, 罗登欢^{1,2}, 许娜^{1,2,3*}, 黄文潇¹, 王宇¹, 庄杰¹, 夏业鲍¹

(1. 安徽农业大学 茶与食品科技学院, 安徽 合肥 230036;
2. 安徽农业大学 安徽省农产品加工工程实验室, 安徽 合肥 230036;
3. 安徽农业大学 食品营养与安全研究中心, 安徽 合肥 230036)

摘要:目的:以祁门红茶为功能因子,感官评价为指标,调配优化红茶谷物冲调粉的配方,并对其进行品质分析。方法:采用真空冷冻干燥结合高速粉碎技术处理原料,选取米粉、紫薯、祁门红茶、糙米、黄豆、木糖醇添加量6个指标因素,分别利用单因素试验和响应面分析法,研究复合谷物冲调粉的配方;同时对最优配方的总淀粉、蛋白质、脂肪、灰分、水分含量、冲水温度、冲泡比例进行理化测定。结果:冲调粉的最佳配方为:红茶3.38%、米粉36%、糙米20.92%、木糖醇11%、黄豆9.96%、芡实6%、大豆分离蛋白2.5%、紫薯2.5%、亚麻籽油1%。总淀粉、蛋白质、脂肪、灰分、水分含量分别为39.44%±0.01%、7.60%±0.01%、1.99%±0.17%、1.78%±0.02%、5.80%±0.01%。当粉体粒径100目、冲水温度70℃、冲泡比例1:5时,粉糊口感最佳,茶香浓郁、色泽亮丽,融合了茶香、谷香与豆香的独特协调风味。结论:该冲调粉与市场同类产品相比,具有低热低脂的优势,同时富含优质蛋白,为开发富含红茶的冲调粉提供参考思路。

关键词:祁门红茶;营养冲调粉;真空冷冻干燥;感官评价;响应面分析

中图分类号:TS213.3

文献标志码:A

文章编号:1673-8772(2023)01-0054-09

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



DOI:10.19608/j.cnki.1673-8772.2022.0069

Formula optimization and quality analysis of instant powder using black tea and cereal

ZHOU Dejie¹, LUO Denghuan^{1,2}, XU Na^{1,2,3*}, HUANG Wenxiao¹,
WANG Yu¹, ZHUANG Jie¹, XIA Yebao¹

(1. School of Tea and Food Science & Technology, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;
2. Engineering Laboratory of Agricultural Products Processing of Anhui, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;
3. Research Center of Food Nutrition and Safety, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: **Objective:** Taking Keemun black tea as the functional factor and sensory evaluation as the index, the formula of the black tea grain powder is optimized and the quality is analyzed. **Methods:**

收稿日期:2022-08-19

基金项目:安徽省高校优秀人才支持计划一般项目(gxyq2020005);安徽省大学生创新创业训练计划项目(S201910364023);安徽省博士后研究人员资助项目(2017B230)。

作者简介:周德杰(2001—),男,天津人,本科生,主要从事生理与营养学研究。

通信作者:许娜,讲师,E-mail:naxu2014@ahau.edu.cn。

Vacuum freeze drying combined with high-speed crushing technology was used to process raw materials, and six index factors were selected for the addition of rice flour, purple potato, Keemun black tea, brown rice, soybeans and xylitol, and the formula of composite grain punching powder was studied by using single-factor test and response surface analysis method, respectively, and the total starch, protein, fat, ash, moisture content, flushing temperature and brewing ratio of the optimal formula were physically and chemically determined. **Results:** The best formula for brewing powder is: black tea 3.38%, rice flour 36%, brown rice 20.92%, xylitol 11%, soybean 9.96%, mustard 6%, soy protein isolate 2.5%, purple potato 2.5%, flaxseed oil 1%. The total starch, protein, fat, ash and moisture content were $39.44\% \pm 0.01\%$, $7.60\% \pm 0.01\%$, $1.99\% \pm 0.17\%$, $1.78\% \pm 0.02\%$, $5.80\% \pm 0.01\%$, respectively. When the powder particle size is 100 mesh, the flushing temperature is $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the brewing ratio is 1 : 5, the powder paste has the best taste, the tea aroma is rich, the color is bright, and the unique coordinated flavor of tea, grain and bean is integrated. **Conclusion:** Compared with similar products on the market, this powder has the advantages of low heat and low fat, while rich in high-quality protein. This study provides a reference for the development of a blending powder rich in black tea. **Key words:** Keemun black tea; Instant powder with nutrition; Vacuum freeze-drying; Sensory evaluation; Response surface analysis

茶是一种纯天然饮料,与可可和咖啡并称世界三大无酒精饮料^[1]。中国是世界茶叶主产国,产于安徽祁门县的祁门红茶位居世界三大高香茶之首,享誉世界^[2]。茶具有提神、明目、解毒、消食、抗氧化、抗肿瘤、抗癌症、抗心血管疾病、抗慢性代谢疾病等多种药理作用^[3-11]。

冲调粉是一种由谷类、豆类、薯类、果蔬等为主制成的方便冲调粉,属于高膳食纤维、低脂肪、低饱和脂肪酸、低胆固醇和低热量膳食,可以根据需求替代一餐或两餐,并在减少膳食能量摄入的同时,强化易缺乏维生素、矿物质、蛋白质等营养物质,满足机体营养要求^[12]。近年来,人们的保健意识不断加强,单一五谷冲调粉已难满足人们的需求,而各种富含功能成分的冲调粉迅速发展^[13-17],国内外研究的冲调粉有益生菌燕麦粉、哈密瓜汁粉、猴头菇粉等,但以谷物复合茶叶的冲调粉报道较少。因此本研究基于红茶的健康成分和独特风味,以红茶粉、大米粉、糙米粉为主要原料,辅以黄豆、紫薯、木糖醇、芡实、大豆分离蛋白、亚麻籽油制备复合粉。通过单因素、正交实验,响应面分析进行配方优化,并对红茶谷物冲调粉进行品质评价,以为加茶冲调粉类新产品的开发提供依据,促进茶资源的综合利用与开发。

1 材料与方法

1.1 供试试验材料

祁门红茶粉(祥源茶业股份有限公司);大米、糙米、紫薯、黄豆(市售);芡实粉(五亩小村粗粮坊);木糖醇(山东福田药业有限公司);大豆分离蛋白(河南万邦化工科技有限公司);亚麻籽微囊粉(曼味轩生物科技有限公司)。

1.2 仪器与试剂

JM-A1002 电子天平(诸暨市超泽横器设备有限公司);A11 basic 分析研磨机(德国 IKA);FD8-3 真空冷冻干燥机(美国 SIM);FS-1100D 数显高速分散机(天津市顺诺仪器科技有限公司);SER148 脂肪仪(意大利 VELP);SX2-4-10Z 马弗炉(上海博讯实业有限公司医疗设备厂);ZDDN-II 全自动凯氏定氮仪(浙江托普云农科技股份有限公司);BHH-4 数显恒温水浴锅(常德比克曼生物科技有限公司);KDN-08C 消化炉(浙江托普云农科技股份有限公司)。试剂均为分析纯(国药集团化学试剂有限公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程 将购买原料大米、糙米、黄豆分别筛选除杂、清洗、干燥、分析研磨机研磨(每 5 秒停

1 秒)至粉末,过筛(100 目)制备成粉备用;紫薯清洗、干燥、切片、浸泡 10 min(复合护色剂柠檬酸、抗坏血酸、氯化钠的质量分数均为 0.6%)、沥干、装袋、预冻(于-25℃冷冻室预冻 8 h)、真空冷冻干燥(将紫薯片置于真空冷冻干燥设备中,冷阱温度为-50℃,干燥室压力为 20 Pa,干燥 24 h^[18])、分析研磨机研磨(每 5 秒停 1 秒)至粉末,过筛(100 目)制备成粉备用;红茶分析研磨机研磨(每 5 秒停 1 秒)至粉末,过筛(100 目)制备成粉备用,将上述粉末再与市售的芡实粉、木糖醇、大豆分离蛋白、亚麻籽微囊粉按比例混合均质。预设基本配方:米粉 42%、紫薯 2%、红茶 4%、糙米 30%、黄豆 11%、木糖醇 5%、芡实 6%、大豆分离蛋白 2.5%、亚麻籽油 1%。

1.3.2 冲调工艺优化 冲调稳定性测定依据张颖^[19]方法,并稍有改动。称取 5 g 样品粉,放入 100 mL 量筒中,倒入 45 mL 80℃水,搅拌 30 s,静置 3 min 后测量上清液的高度 h_1 和悬浊液的总高度 h ,冲调稳定性用冲调稳定指数表示(冲调稳定指数 $=\frac{h_1}{h} \times 100\%$)。设置 50、60、70、80、90℃等 5 个水平,研究冲水温度对冲调稳定性的影响。设置固液比为 1:3、1:5、1:8、1:10、1:15 等 5 个水平,研究固液比对冲调稳定性的影响。

1.3.3 单因素试验 依据冲调粉预设基本配方,以感官评价为指标,选取米粉、紫薯、红茶、糙米、黄豆、木糖醇添加量为单因素试验因子,考察米粉添加量^[20](30%、36%、42%、48%和 54%)、紫薯粉添加量(1%、1.5%、2%、2.5%和 3%)、红茶粉添加量^[21](2.5%、3%、3.5%、4%和 4.5%)、糙米粉添加量(10%、15%、20%、25%和 30%)、黄豆粉添加量^[22](3%、7%、11%、15%和 19%)、木糖醇添加量^[23](5%、8%、11%、14%和 17%)对营养配餐粉感官品质的影响,以筛选出 6 个因素的适宜添加量。

1.3.4 响应面试验 在单因素试验基础上,采用 Box-Behnken 原理设计三因素三水平响应面试验,来进一步优化配方。因红茶制成茶粉后苦味特征明显;糙米颗粒度较大,口感粗糙;黄豆提供优质蛋白且具有浓郁豆香和细腻顺滑的口感,三者对冲调粉的风味影响较大。中心组合设计的因素水平见表 1。

表 1 Box-Behnken 试验因素水平表

Table 1 Levels of experimental factor in Box-Behnken test

水平	因素		
	A 糙米/%	B 红茶/%	C 黄豆/%
-1	15	3	7
0	20	3.5	11
+1	25	4	15

1.3.5 感官评定方法(感官评定) 取 70℃热水,按照固液比 1:5 对样品进行冲调,由固定的食品感官评定小组进行感官评定,其 10 名成员全部经过培训。采用百分制计分法,样品随机编号。评价员参照表 2 的评价指标及标准,对样品外观、冲调性、质地、风味、可接受程度 5 个方面进行打分,每个感官指标得分均取 10 人评判分数的平均值。

1.3.6 基本组分的测定方法 蛋白质采用 GB 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》凯氏定氮法测定,总淀粉采用 GB 5009.9—2016《食品中淀粉的测定》酶水解法测定,脂肪采用 GB 5009.6—2016《食品中脂肪的测定》索氏抽提法测定,水分按 GB/T 5009.3—2016《食品中水分的测定》直接干燥法测定,总灰分按 GB 5009.4—2016《食品中灰分的测定》测定。

1.4 数据处理

数据表示为平均值±标准差,利用 Design Expert 8.0.6 软件进行响应面分析,Microsoft Excel 2010 和 Origin pro 9.8.0 软件进行数据处理。

表 2 营养配餐粉感官评价指标及评分标准
Table 2 Sensory evaluation index and scoring standard of the meal replacement powder

指标	评分标准	评分/分
外观(10 分)	颜色呈干净的姜黄色,表面少见细小颗粒,顺滑浓稠	7~10
	颜色呈深姜黄色,可观察到少量的颗粒物,稍有光泽感	4~6
	颜色呈较为灰暗的黄绿,有茶叶粉颗粒,观察较为粗糙,颗粒感较重	0~3
冲调性(20 分)	搅拌后细腻柔滑,不发生沉降,稳定性好	14~20
	搅拌后稍有结团,略微发生沉降,均一稳定性较好	7~13
	搅拌后成团现象严重,有严重沉降现象,均一稳定性较差	0~6
质地(20 分)	入口口感细腻顺滑浓稠,容易吞咽,有良好的咀嚼感	14~20
	入口稍有颗粒感,较为顺滑,较易吞咽,有咀嚼感	8~13
	入口能明显感觉到结块、颗粒感,较难吞咽	0~7
风味(40 分)	具有明显的米香和祁门红茶特有的风味,滋味醇厚,回味隽永	27~40
	具有米香和祁门红茶特有风味,苦味较明显,滋味清淡,回味较淡	14~26
	具有生米味,祁门红茶风味不明显,苦味较重或者感受不到,后味不良	0~13
可接受程度(10 分)	易于接受	7~10
	可以接受	4~6
	较难接受	0~3

2 结果与分析

2.1 冲调工艺优化

2.1.1 水温的确定 选取 50~90 ℃ 温水冲泡混合粉,结果见图 1。随着温度的增加,冲调粉的冲调稳定性越来越好,这是由于水温上升水分子快速扩散,淀粉遇水后快速展开,黏度值增加,稳定性增加。当温度为 70~90 ℃ 时稳定性在 2%~3%,均符合指数小于 5% 的要求;而此时考虑到冲调粉糊的适口性和感官特性,均在 70 ℃ 达到最佳,因此选择冲水温度为 70 ℃。

2.1.2 固液比的确定 由图 1 可见,随着固液比中水量的增加,粉糊中每个颗粒直接与水接触的几率上升,颗粒间相互黏附降低,从而降低了结块形成,使稳定性增加。而由感官特性考察,水量过多会使冲调粉糊质地变稀,外观颜色变暗淡,且口感和风味均变差,因此综合感官特性和稳定性指数,选择固液比 1:5 为最佳冲调配比。

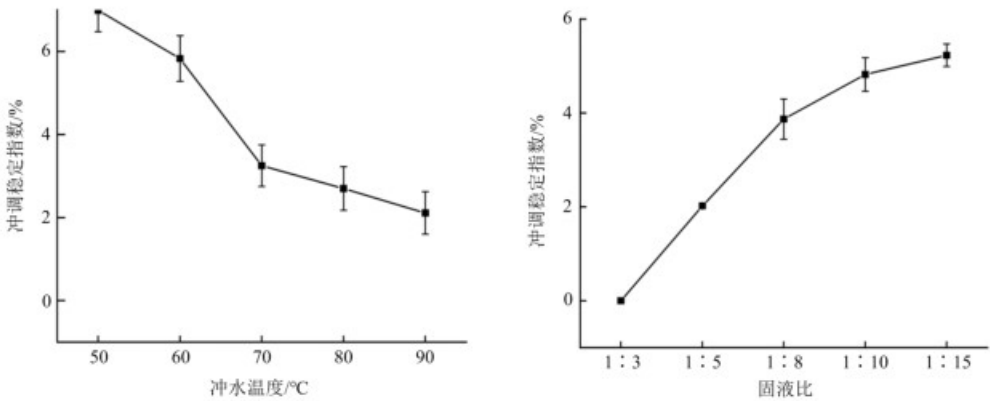


图 1 水温及固液比对冲调稳定性的影响

Fig. 1 Effects of temperature and ratio of liquid to solid on solution stability

2.2 营养冲调粉配方的单因素优化

2.2.1 米粉添加量的确定 为考察米粉添加量对营养配餐粉感官品质的影响,按照基本配方固定其他成分,筛选其适宜的添加量,结果见图 2。米粉添加量在 30% 时,冲调粉米略显淡薄;添加量在 36% 时,冲调粉香醇厚、口感佳,分数最高;添加量高于 36% 后,使配方粉黏稠度增加,带来黏牙的口感,且掩盖茶香,综合评分呈下降趋势。因此,米粉添加量为 36% 时最适宜。

2.2.2 紫薯添加量的确定 按照冲调粉的预设基本配方固定其它各组分用量,设计紫薯粉添加量 5 个水平,分别为 1%、1.5%、2%、2.5%、3%,以感官评价为指标确定紫薯粉的适宜添加量。结果见图 3。随着

紫薯粉添加量的增加,薯香越来越显著,粉糊紫色越凸现,口感的鲜甜度也增加,在 2.5% 时感官评价分数最高;添加量高于 2.5% 后,过多的添加使粉糊颜色变黑,影响感官,因而评分下降。选取 2.5% 为紫薯最适添加量。

2.2.3 红茶粉添加量的确定 设计红茶粉添加量 5 个水平,分别为 2.5%、3%、3.5%、4% 和 4.5%,以感官评价为指标确定红茶粉的适宜添加量,结果见图 4。红茶添加量在 2.5%~3.5% 内,茶香逐渐凸现,给冲调粉带来良好的风味;添加量在 3.5% 时感官评价分数最高;添加量在 4% 和 4.5% 时评分下降,是因为过多的茶粉添加,苦涩味重,影响了冲调粉的最终风味。因此,红茶粉添加量在 3.5% 最适宜。

2.2.4 糙米粉添加量的确定 同样按照冲调粉的预设基本配方固定各组分量,设计糙米粉添加量 5 个水平,分别为 10%、15%、20%、25% 和 30%,以感官评价为指标确定糙米粉的适宜添加量,结果见图 5。糙米粉添加量在 20% 时感官评价分数最高。当糙米粉添加量少时,冲泡时糊的糊化程度不好影响口感;糙米粉添加量过多,则米香味过重,会掩盖茶香及其他原料的香气,因此,糙米粉添加量 20% 时最适宜。

2.2.5 黄豆粉添加量的确定 为了考察黄豆粉添加量对营养配餐粉感官品质的影响,按照基本配方固定其它成分,设计黄豆粉用量 5 个水平,分别为 3%、7%、11%、15% 和 19%,结果见图 6。黄豆添加量在 11% 时感官评分最高;当黄豆添加量少时,豆香缺乏,整体风味不够醇厚;当黄豆添加量超过 11% 后,过多的量会产生豆腥味,亦影响综合风味。因此,黄豆粉添加量为 11% 时最适宜。

2.2.6 木糖醇添加量的确定 最后选取 5 个水平考察木糖醇添加量对冲调粉配方的影响,结果见图 7。随着木糖醇添加量的增加,粉糊的甜味提升,当添加量过低时,甜味不能掩盖茶多酚的苦涩味;当添加量在 11% 时,甜、苦味口感协调、醇厚,感官评价分数最高;添加量高于 11% 后,木糖醇带来的甜腻口感加重,评分下降。最终确定木糖醇添加量在 11% 最适宜。

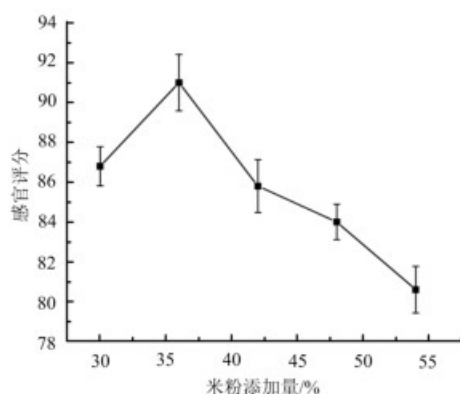


图 2 米粉添加量对冲调粉的感官影响

Fig. 2 Sensory effects of rice flour addition on mixing powder

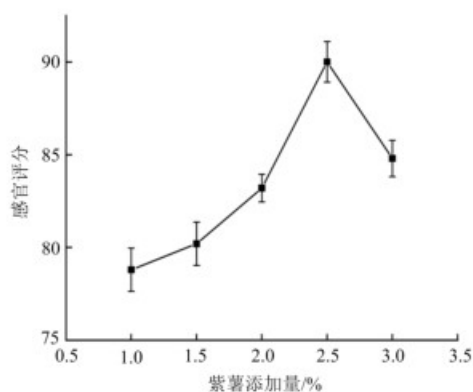


图 3 紫薯添加量对冲调粉的感官影响

Fig. 3 Sensory effects of purple potato addition on mixing powder

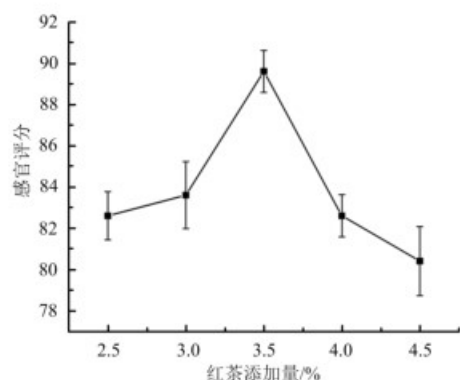


图 4 红茶添加量对冲调粉的感官影响

Fig. 4 Sensory effects of black tea addition on mixing powder

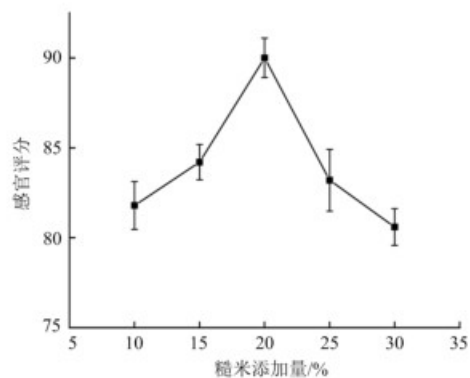


图 5 糙米添加量对冲调粉的感官影响

Fig. 5 Sensory effects of brown rice addition on mixing powder

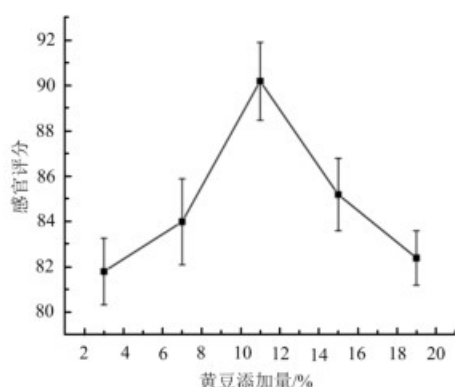


图 6 黄豆添加量对冲调粉的感官影响

Fig. 6 Sensory effects of soybean addition on mixing powder

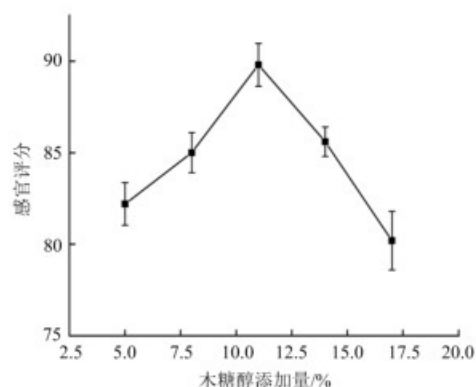


图 7 木糖醇添加量对冲调粉的感官影响

Fig. 7 Sensory effects of xylitol addition on mixing powder

2.3 响应面法优化冲调粉配方

2.3.1 响应面设计及结果 依据单因素试验的结果,以红茶、糙米和黄豆等 3 个因素为自变量,以感官评分为响应值,使用 Box-Behnken 原理设计三因素三水平响应面试验,试验设计组合及结果见表 3。

表 3 Box-Behnken 试验设计及结果

Table 3 Design and results of Box-Behnken experiment

编号	A 糙米添加量/%	B 祁门红茶添加量/%	C 黄豆添加量/%	感官评分/分	
				试验值	预测值
1	-1	0	-1	86.50	86.64
2	1	0	-1	88.60	88.71
3	0	-1	-1	88.90	88.74
4	1	0	0	87.80	87.85
5	1	0	1	87.30	87.16
6	0	0	0	91.10	90.60
7	-1	0	1	85.70	85.59
8	0	0	0	90.20	90.60
9	0	0	0	90.90	90.60
10	0	1	-1	87.10	87.01
11	0	-1	1	88.00	88.09
12	-1	-1	0	86.40	86.42
13	0	1	1	84.90	85.06
14	1	1	0	85.90	85.87
15	0	0	0	90.50	90.60
16	-1	1	0	83.70	83.65
17	0	0	0	90.30	90.60

2.3.2 回归方程方差及显著性分析 利用 Design Expert 软件以红茶、糙米和黄豆等 3 个因素,建立的数学回归模型为: $Y=90.60+0.91A-1.19B-0.65C+0.20AB-0.13AC-0.32BC-2.43A^2-2.23B^2-1.15C^2$ 。为检验各实验因素对感官评分的影响和回归方程的可信度,对所有有效数据的回归方程进行方差分析,结果见表 4。模型的 F 为 82.78, $P<0.0001$,模型达到极显著。模型失拟项 $P=0.82133$,大于 0.05,即模型失拟项不显著,拟合程度好。决定系数 $R^2=0.9907$,表明模型拟合性好,误差小。相关系数 $R^2_{Adj}=0.9787$,响应值的变化有 97.87% 源于试验所选影响因素,即来源于红茶粉、糙米粉和黄豆粉添加量。因此该模型可以用于对营养冲调粉的感官评分值进行分析与预测。在回归模型中,一次项 A 、 B 、 C 和二次项 A^2 、 B^2 、 C^2 对感官评分值的影响极其显著;其他交互项的影响均不显著。 F 值反映各因素对实验指标影响的程度,方差分析显示 $FA=63.23$, $FB=107.08$, $FC=32.08$,因此在实验范围内各因素对感官评分值的影响程度大小依次为:红茶添加量>糙米添加量>黄豆添加量。

表 4 回归模型的方差分析

Table 4 Variance analysis of regression model

方差来源	平方和	自由度	均方和	F 值	P 值	显著性
模型	78.5	9	8.72	82.78	<0.000 1	**
A	6.66	1	6.66	63.23	<0.000 1	**
B	11.28	1	11.28	107.08	<0.000 1	**
C	3.38	1	3.38	32.08	0.000 8	**
AB	0.16	1	0.16	1.52	0.257 6	—
AC	0.063	1	0.063	0.59	0.466 4	—
BC	0.42	1	0.42	4.01	0.085 3	—
A ²	24.76	1	24.76	235.02	<0.000 1	**
B ²	20.84	1	20.84	197.85	<0.000 1	**
C ²	5.57	1	5.57	52.85	0.000 2	**
残差	0.74	7	0.11	—	—	—
失拟	0.14	3	0.046	0.31	0.821 3	—
纯误差	0.60	4	0.15	—	—	—
总和	79.24	16	—	$R^2=0.990\ 7$	$R_{\text{adj}}^2=0.978\ 7$	—

注: ** 表示极显著($P<0.01$); * 表示显著($P<0.05$)。

2.3.3 响应面分析及最佳工艺的确定 分析不同因素交互作用对冲调粉综合评分的影响,得到三维空间响应面,如图 8 所示,表示红茶粉、糙米粉和黄豆粉交互作用的响应面。从图 8 中可看出,感官评分的响应面趋势呈抛物线,即存在最高点,则回归方程有极大值。经软件分析知红茶谷物冲调粉的最优配方是:红茶粉 3.38%、糙米粉 20.92%、黄豆粉 9.96%,综合得分最高为 90.91。根据响应面分析的最优配方,经 3 次验证性试验,冲调粉的综合评分为(90.80±0.51)分。该值与理论预测值相近,说明优化后的工艺配方准确,具有实际指导意义。

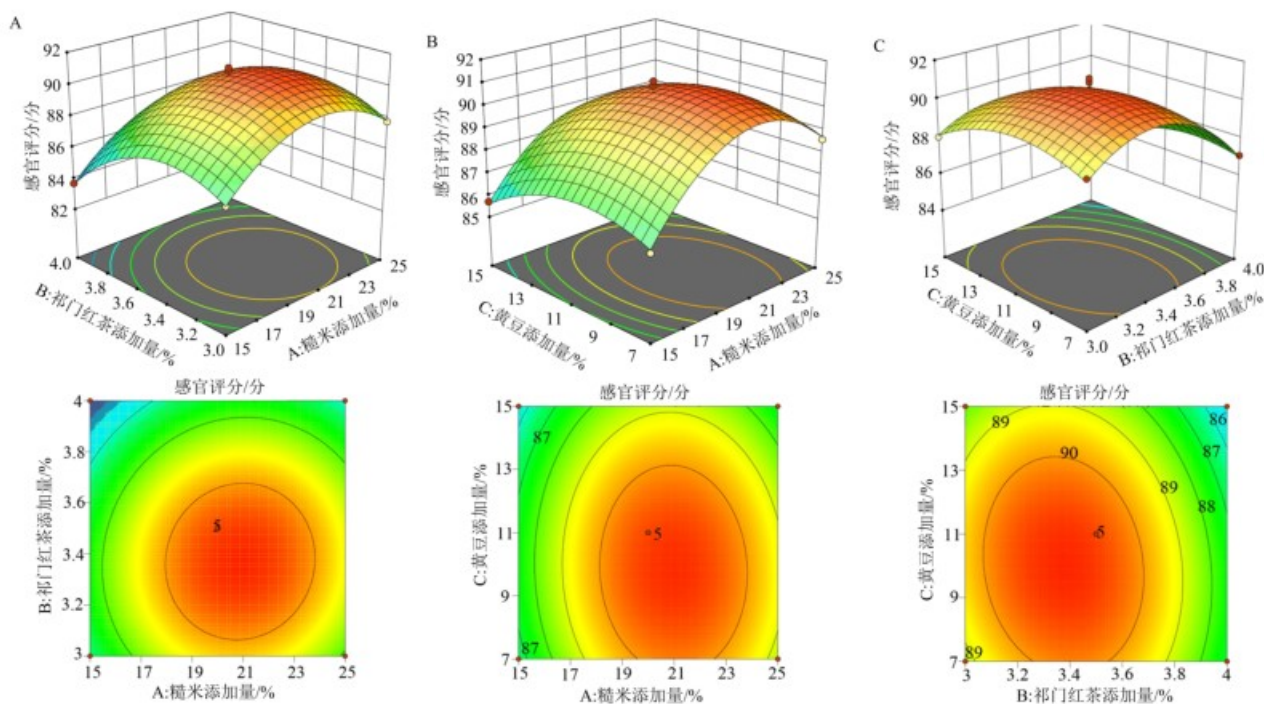


图 8 红茶营养配餐粉感官评分的响应面图

Fig. 8 Response surface diagram of sensory score of black tea meal replacement powder

2.4 红茶谷物冲调粉的营养成分分析

对优化后的冲调粉配方进行基本营养成分分析,其中总淀粉 $39.44\% \pm 0.01\%$ 、蛋白质 $7.60\% \pm 0.01\%$ 、脂肪 $1.99\% \pm 0.17\%$ 、灰分 $1.78\% \pm 0.02\%$ 、水分 $5.80\% \pm 0.01\%$ 。以 100 g 为单位,将红茶冲调粉与市售同类产品黑芝麻糊(南方黑芝麻糊)、藕粉(知味观)、高纤魔芋代餐冲调粉(五谷磨坊)、抹茶米浆(悠伽)进行能量和营养素对比,结果见表 5。红茶冲调粉所含能量值较低,约为市售冲调粉的 1/2;蛋白质含量与其他产品相当;脂肪含量为其他产品的 1/4~1/5;碳水化合物含量为其他产品的 1/2~2/3。可知该红茶冲调粉的特点是提供充分的优质蛋白质、脂肪和碳水化合物含量较低,能量较低,提供茶多酚及膳食纤维,并具有独特的红茶-谷物协调风味。

表 5 红茶冲调粉与同类产品的营养对比分析

Table 5 Nutritional comparison analysis of black tea powder

项目	红茶冲调粉		高纤魔芋代餐冲调粉		藕粉		黑芝麻糊		抹茶米浆	
	含量	营养素参考值/%	含量	营养素参考值/%	含量	营养素参考值/%	含量	营养素参考值/%	含量	营养素参考值/%
能量/kJ	860	10	1 596	19	1 532	18	1 678	20	1 779	21
蛋白质/g	7.6	13	7.6	13	0	0	6.9	11	5.4	9
脂肪/g	2.0	4	8.4	14	0	0	10.0	18	10.4	17
碳水化合物/g	39.4	14	64.2	21	90.1	30	70.0	24	76.6	26

3 结论

本研究利用真空冷冻干燥结合高速粉碎工艺对原料进行加工,以期获得营养均衡的营养冲调粉。以感官评价为指标,通过单因素试验、Box-Behnken 中心组合设计及响应面分析法对配方进行优化,最终确定冲调粉最佳配方为:糙米粉 20.92%,红茶粉 3.38%,黄豆粉 9.96%,米粉 36%,木糖醇 11%,芡实粉 6%,大豆分离蛋白 2.5%,紫薯粉 2.5%,亚麻籽油 1%。此配方下的红茶营养冲调粉口味好,茶香浓郁,色泽亮丽,并复合了红茶、谷香与豆香的醇厚,具新颖、独特的风味。对冲调粉进行营养分析显示其总淀粉含量 $39.44\% \pm 0.01\%$ 、蛋白质含量 $7.60\% \pm 0.01\%$ 、脂肪含量 $1.99\% \pm 0.17\%$ 、灰分含量 $1.78\% \pm 0.02\%$ 、水分 $5.80\% \pm 0.01\%$;与市场同类产品相比,其脂肪和碳水化合物供能比极低,同时提供充足的优质蛋白质,更加适合普遍人群的膳食补充及膳食结构改善。本研究通过添加红茶粉,为冲调粉提供了营养成分,丰富其风味,为开发富含红茶的休闲食品提供参考。

参考文献:

- [1] WANG L F, LEE J Y, CHUNG J, et al. Discrimination of teas with different degrees of fermentation by SPME-GC analysis of the characteristic volatile flavors compounds[J]. Food Chem, 2008, 109(1): 196-206.
- [2] 梁月荣. 茶资源综合利用[M]. 杭州:浙江大学出版社, 2013.
- [3] HAN M, ZHAO G, WANG Y, et al. Corrigendum: Safety and anti-hyperglycemic efficacy of various tea types in mice[J]. Sci Rep, 2016, 6: 35699.
- [4] XU N, CHU J, DONG R, et al. Yellow tea stimulates thermogenesis in mice through heterogeneous browning of adipose tissues[J]. Mol Nut Food Res, 2020, 65(2): 2000864.
- [5] YANG C S, ZHANG J S, ZHANG L, et al. Mechanisms of body weight reduction and metabolic syndrome alleviation by tea[J]. Mol Nut Food Res, 2016, 60(1): 160-174.
- [6] XU N, CHU J, WANG M, et al. Large yellow tea attenuates macrophage-related chronic inflammation and metabol-

- ic syndrome in high-fat diet treated mice[J]. J Agric Food Chem, 2018, 66(15): 3823-3832.
- [7] 陆凤娟,许娜,沈钰珠,等. 黄大茶水提物改善高脂小鼠脂肪组织的脂肪酸代谢[J]. 食品科学, 2022, 43(17): 156-163.
- [8] DOPICO-GARCÍA M S, CASTRO-LÓPEZ M M, LÓPEZ-VILARINO J M, et al. Natural extracts as potential source of antioxidants to stabilize polyolefins[J]. J Appl Poly Sci, 2010, 119(6): 3553-3559.
- [9] SANDEEP K, SINGH S, SHWETA N, et al. Green tea polyphenols: Versatile cosmetic ingredient[J]. Int J Adv Res Pharm Bio Sci, 2012, 1(3): 348-362.
- [10] 左丹,刘冬,李仕琪,等. 黄山毛峰茶多酚提取物对肝药酶 Cyp3a11 的调控作用[J]. 食品科学, 2018, 39(21): 189-195.
- [11] SANTS S A, PINTO P C R, SILVESTRE A J D, et al. Chemical composition and antioxidant activity of phenolic extracts of cork from *Quercus suber* L. [J]. Ind Crops Prod, 2010, 31(3): 521-526.
- [12] 田文静,罗红霞,林少华,等. 代餐粉的研究进展[J]. 食品科技, 2020, 45(9): 95-101.
- [13] 张晓彤,吴澎. 代餐食品的研究进展[J]. 食品工业科技, 2020, 41(12): 342-347.
- [14] 刘腾怒. 发芽黑米冲调粉的制备及其性质研究[D]. 无锡:江南大学, 2021.
- [15] 马菲菲,刘俊杰,翟立公,等. 响应面法优化桑葚甜橙复合饮料制作工艺[J]. 安徽科技学院学报, 2021, 35(3): 48-53.
- [16] 胡新,单妍妍,姬红,等. 基于响应面法果蔬奶片加工工艺优化[J]. 安徽科技学院学报, 2020, 34(3): 38-46.
- [17] TAN S L, SULAIMAN R, RUKAYAD Y, et al. Physical, chemical, microbiological properties and shelf life kinetic of spray-dried cantaloupe juice powder during storage[J]. LWT-Food Sci Technol, 2020, 140: 110597.
- [18] 樊小静,任广跃,段续,等. 不同干燥方式下紫薯全粉的物性品质及花青素含量[J]. 食品与发酵工业, 2022, 48(21): 160-166.
- [19] 张颖. 高膳食纤维红枣谷物早餐粉的制备研究[D]. 无锡:江南大学, 2014.
- [20] 李铁梅,王玺,刘美玉,等. 低血糖生成指数马铃薯代餐粉的配方优化研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(7): 2066-2074.
- [21] 杨丹. 四种营养面包的工艺优化及特性研究[D]. 沈阳:辽宁大学, 2021.
- [22] 丁忠. 基于加工适应性的豆面面条配方优化及品质研究[D]. 石家庄:河北经贸大学, 2021.
- [23] 张园园,张思颖,王子伟. 橘皮荞麦膳食纤维代餐粉的研制及其流变学特性[J]. 粮食与油脂, 2022, 35(4): 145-149.

(责任编辑:顾文亮)