

# 小米曲奇预拌粉配方的优化

吴祎帆, 邵晔, 郑徽, 赵红伟, 李美妮, 谢宏

(沈阳农业大学食品学院, 辽宁沈阳 110866)

**摘要:** 以预糊化小米粉为主要原材料, 研制小米曲奇预拌粉。通过单因素试验, 研究小米粉添加量、吉士粉添加量、奶粉添加量、泡打粉添加量、糖粉添加量对小米曲奇感官评分和硬度的影响。采用 Box-Behnken 法设计试验方案, 运用响应面分析法建立二阶多项式非线性回归方程和数值模型, 以感官评分和硬度为评判指标, 优化小米曲奇预拌粉配方。优化后配方为: 小米粉 60.00 g、低筋面粉 40.00 g、吉士粉 6.50 g、泡打粉 1.00 g、糖粉 45.00 g、奶粉 8.00 g。在此条件下小米曲奇的理论感官评分为 95.04 分、硬度为 510.11 g。在此配方下制作的小米曲奇呈棕黄色, 与市售黄油曲奇相比, 具有独特的小米香气和风味。预拌粉降低了小米曲奇制作的专业性、技术性, 提高生产效率, 利于生产品质稳定、健康美味的小米曲奇产品。

**关键词:** 曲奇预拌粉; 小米; Box-Behnken 法; 感官评价; 硬度

文章编号: 1673-9078(2020)08-258-264

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.8.0208

## Optimization of Millet Cookie Premix Powder Formula

WU Yi-fan, SHAO Ye, ZHENG Hui, ZHAO Hong-wei, LI Mei-ni, XIE Hong

(School of Food Science and Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

**Abstract:** Pre-gelatinized millet flour was used as the main raw material to develop a millet cookie mix. The effects of varying the amounts of millet flour, custard powder, milk powder, baking powder, and powdered sugar on millet cookie sensory evaluation score and hardness were examined using single-factor experiments. The Box-Behnken experimental design was adopted, and the response surface method was used to establish a second-order polynomial nonlinear regression equation and quantitative model, in which sensory evaluation score and hardness were used as indicators to optimize the millet cookie mix formula. The optimized formula was as follows: 60 g millet flour, 40 g low-gluten flour, 6.5 g custard powder, 1 g baking powder, 45 g powdered sugar, and 8 g powdered milk. Millet cookies made with this formula had a sensory evaluation score of 95.04, and a hardness of 510.11g. They had a brownish yellow color, and a unique aroma and millet flavor distinct from that of butter cookies on the market. Optimized cookie mix reduces the level of professional expertise required, and technical difficulty involved in making millet cookies, thereby improving efficiency and allowing the production of healthy, delicious millet cookies of consistent quality.

**Key words:** cookie mix; millet; Box-Behnken design; sensory evaluation; hardness

引文格式:

吴祎帆,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

随着烘焙行业的不断发展,大街小巷出现的西点、甜点、蛋糕等烘焙店铺越来越多,层出不穷,由于蛋糕、面包、甜品饮品等甜品越来越受喜爱,人们也开始追求西点烘焙快速方便的生产方式,在烘焙行业中使用可快速处理的原材料、半成品或成品<sup>[1]</sup>,是未来发展的新趋势。这种在短时间内即可加工成成品的烘焙预拌粉、冷冻的挞皮、冷冻蛋糕等烘焙产品,广受业界欢迎<sup>[2]</sup>。预拌粉的使用可节省工业化生产的人工

收稿日期: 2020-03-05

作者简介: 吴祎帆(1994-),女,硕士研究生,研究方向:食品加工与安全

通讯作者: 谢宏(1970-),女,博士,副教授,研究方向:粮食科学与工程

成本、时间以及提高产品的合格率,保证产品的统一。

曲奇源于英语 cookie(音/koki/)的译音,是一种高糖、高油脂的西式甜点<sup>[3]</sup>,它的油、糖用量较高,加水量小,面筋形成受限制,面团的弹性极小。曲奇饼干的结构比较紧密,产品质地酥松,入口后很快融化,其花纹较深,立体感强,图案类似浮雕形状,块形小而厚。在国外,曲奇饼干深受西方人的喜爱,被作为人们餐后或者下午茶的小甜点。上世纪 80 年代,曲奇由欧美传入中国,并在 21 世纪初掀起热潮,随之便不断流行开来,形成了千姿百态各种样式。随着改革开放以来,我国饼干业也得到了迅速的发展,尤其是近

几年,国内涌现出了一批年产量在几万吨以上颇有实力的民营企业,代表着行业新的发展趋势。市场上酥性饼干的产品琳琅满目,随着时代的不断进步以及人们生活方式的改变,越来越多的人青睐于将曲奇饼干作为茶余饭后的小甜点,以及上班族在上班期间补充能量的小零食,深受国内市场欢迎。日益受到我国人民的喜爱,但是过量的高脂高糖食品导致的高血脂高血糖类“文明病”已经严重危害健康<sup>[4-6]</sup>。因此,开发富含膳食纤维降糖降脂的曲奇产品<sup>[7,8]</sup>,具有十分积极的意义。

小米中膳食纤维含量丰富<sup>[9]</sup>,是大米的2.5倍,纤维素虽不能被人体吸收,但却是人体不可缺少的碳水化合物,膳食纤维可促进肠道蠕动,降低肠道中某些致癌物的产生。因此,把小米作为主要原料制作曲奇饼干符合消费者对于烘焙产品发展的理念。小米磨粉后适口性差,筋力较弱,容易导致曲奇口感较硬,组织不均匀,质地不够酥松<sup>[10,11]</sup>,小米粉的预糊化处理提高了小米原粉的粉质特性,改善由于小米粉添加导致的曲奇口感较硬、组织不均匀等问题<sup>[12,13]</sup>。本论文选用预糊化小米粉替代大部分低筋面粉开发小米曲奇预拌粉,研究预糊化小米粉使用量和糖粉、吉士粉、泡打粉等辅料对小米曲奇品质的影响,采用响应面试验优化小米曲奇预拌粉配方<sup>[14-16]</sup>。进而降低小米曲奇制作的专业性、技术性,提高生产效率,利于生产品质稳定、健康味美的小米曲奇产品。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

预糊化小米粉:实验室自制;糖粉、吉士粉、双效泡打粉、全脂奶粉、鸡蛋、黄油:市售。

### 1.2 试验仪器

ALC-210.2型电子天平,北京赛多利斯仪器系统有限公司;ZG-LZ908型厨师机,中山市灿欣电器制品有限公司;CT3质构仪,美国BROOKFIELD博勒飞;SEC-3Y型电烤箱,珠海三麦机械有限公司;XM-2500y型磨粉机,铂欧五金制品有限公司。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 小米曲奇的制备流程

基本工艺流程:称料→面团调制→挤制成型→烘焙→冷却

#### 1.3.2 感官评定

根据感官评价标准进行感官评分,感官评定满分100分,形态30分、色泽20分、滋味气味15分、组

织结构15分、质地口感20分<sup>[17]</sup>。

#### 1.3.3 曲奇硬度测定

采用CT3质构仪对小米曲奇硬度进行测定<sup>[18]</sup>,本实验采用穿刺测试方法,测定参数为:探头为TA39,测前速度为1 mm/s,测中速度为1 mm/s,测后速度为10 mm/s,测试类型为压缩,目标类型为形变,距离3 mm,速度0.5 mm/s,触发力为5 g。

#### 1.3.4 小米曲奇预拌粉配方单因素试验

本试验研究对小米曲奇感官、硬度的影响。保持其他因素不变,预糊化小米粉与低筋粉混合共100 g计,预糊化小米粉:低筋粉分别为3:7、4:6、5:5、6:4、7:3、8:2,吉士粉使用量为3.00 g、5.00 g、7.00 g、9.00 g、11.00 g,泡打粉使用量为0.00 g、0.50 g、1.00 g、1.50 g、2.00 g,糖粉使用量为35.00 g、40.00 g、45.00 g、50.00 g、55.00 g,奶粉使用量为4.00 g、6.00 g、8.00 g、10.00 g、12.00 g。

#### 1.3.5 Box-Behnken 试验设计

在单因素试验的基础上,确定各因素的水平值范围,采用Box-Behnken法设计试验,优化小米曲奇预拌粉配方。以小米粉使用量(A)、吉士粉使用量(B)、泡打粉使用量(C)为自变量,以感官评价、硬度为响应值,其因素水平编码见表1。

表1 试验因素水平编码表

Table 1 Horizontal coding table of test factors

水平	因素		
	A 小米粉 使用量/g	B 吉士粉 使用量/g	C 泡打粉 使用量/g
-1	50	5	0.5
0	60	7	1
1	70	9	1.5

### 1.4 数据处理

采用Design Expert 7.0软件设计响应面;SPSS 18统计分析软件对试验数据进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 小米曲奇预拌粉配方单因素试验

由图1可知,随着小米粉使用量增加,感官评分先上升后下降,添加60.00 g时感官评分最高。硬度先减后增,超过50.00 g后硬度增加显著。说明预糊化处理提高了小米原粉的粉质特性,有效增加了小米使用量。我们认为小米粉稀释了面筋蛋白使曲奇组织酥松是小米曲奇硬度先下降的原因。

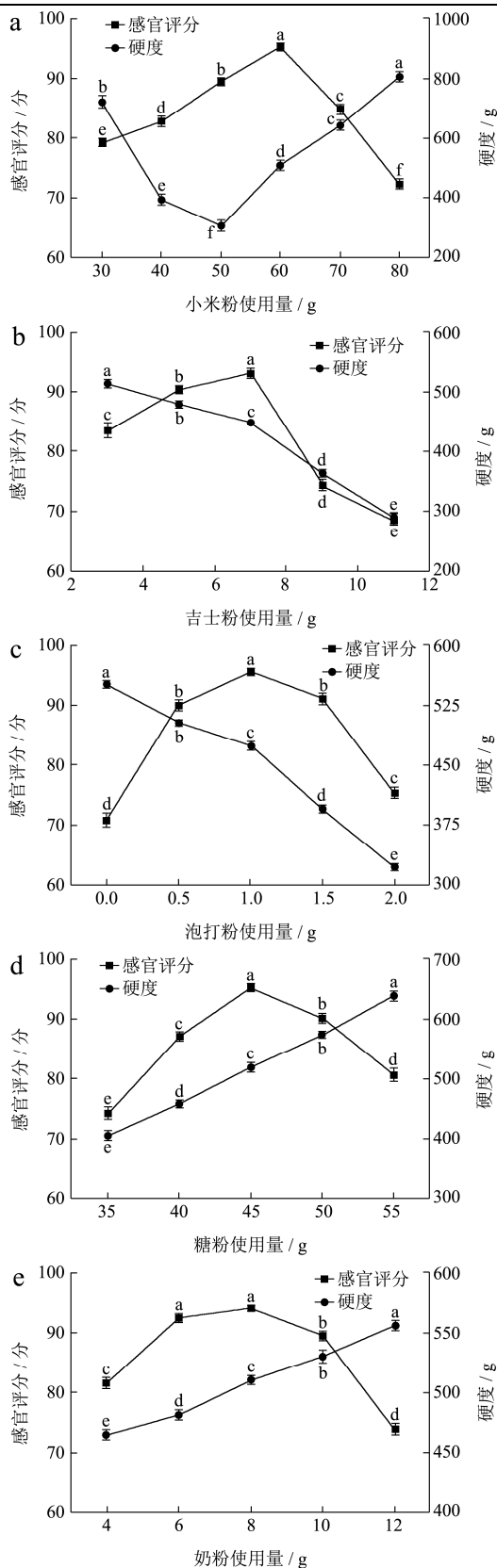


图1 小米粉、吉士粉、泡打粉、糖粉、奶粉使用量对曲奇品质的影响

Fig.1 Effects of rice flour, cheese powder, powdered sugar and milk powder on the quality of cookies

注：图中标注的字母不同代表存在显著性差异 ( $p < 0.05$ )。

吉士粉在曲奇中有增香、增色的作用<sup>[19]</sup>。随着吉士粉使用量增大曲奇感官评分先增后降，7.00 g 时评分最高。吉士粉使面糊变黏稠，对曲奇硬度影响较大，使用量增加硬度不断下降，超过 7.00 g 下降更加显著。

泡打粉使用量较少，但在烘烤时受热分解，释放出大量气体形成曲奇多孔结构<sup>[20]</sup>，使质地酥松硬度变小，影响到曲奇的感官质量。试验表明泡打粉使用量 1.00 g 感官质量最好。

糖粉吸水性强，随使用量增加，面团变硬<sup>[21]</sup>，我们认为是导致曲奇硬度越来越大的原因。糖粉对滋味影响很大，使用量 45.00 g 时感官评分最高。

奶粉对曲奇硬度影响的趋势与原因和糖分基本一致，感官评分也是先上升后下降，使用量 6.00 g~8.00 g，感官评分较高差异不显著。

综上所述，依据显著性分析确定预拌粉配方糖分 45.00 g、奶粉 8.00 g，选择小米粉 50.00 g~70.00 g、吉士粉 5.00 g~9.00 g、泡打粉 0.50 g~1.50 g 做响应面试验优化预拌粉配方。

## 2.2 Box-Behnken 响应曲面设计优化小米曲奇预拌粉配方

### 2.2.1 回归模型的建立和显著性分析

Box-Behnken 响应曲面设计优化小米曲奇预拌粉配方试验结果见表 2。

应用 Design Exper 7.0 软件进行数据分析，建立二次响应面回归模型为：

$$Y_1 = 94.10 - 3.44A - 5.38B - 1.44C - 2.25AB - 1.63AC - 3.50BC - 10.86A^2 - 9.49B^2 - 8.11C^2$$

$$Y_2 = 498.40 + 134.88A - 117.00B - 114.88C + 14.50AB - 8.75AC + 11.50BC + 58.68A^2 + 23.42B^2 + 10.17C^2$$

由表 3 可知，感官评价总分的回归模型  $p < 0.0001$ ，表明该回归模型显著。失拟项  $p$  值为 0.181 ( $p > 0.05$ )，失拟项不显著，表明检验结果和模型的计算差异不显著。模型的矫正决定系数  $R^2 = 0.9970$ ，说明该模型可以解释 99.7% 的响应值变化。综上所述，可以通过用此模型对小米曲奇预拌粉最优配方进行分析和预测。从回归方程系数显著性可知，方程的二次项交互影响显著，这表明各因素对感官评分的影响不只是简单的线性关系，所以可通过回归方程来确定小米曲奇预拌粉的最优配方。由各参数估计值可以判断出各因素影响顺序为：吉士粉添加量 > 小米粉添加量 > 泡打粉添加量。

由表 4 可知，硬度的回归模型  $p < 0.0001$ ，表明该回归模型显著。失拟项  $p$  值为 0.8483 ( $p > 0.05$ )，失拟

项不显著,表明检验结果和模型的计算差异不显著。模型的矫正决定系数  $R^2=0.9996$ ,说明该模型可以解释 99.96%的响应值变化。

综上所述,可以通过用此模型对小米曲奇预拌粉最优配方进行分析和预测。从回归方程系数显著性可

知,方程的二次项交互影响显著,这表明各因素对硬度的影响不只是简单的线性关系,所以可通过回归方程来确定小米曲奇预拌粉的最优配方。由各参数估计值可以判断出各因素影响顺序为:小米粉添加量>吉士粉添加量>泡打粉添加量。

表2 响应面中心组合设计的试验结果

Table 2 Experimental results of response surface center combination design

试验序号	因素			感官评分/ $Y_1$	硬度/ $Y_2$
	A 小米粉使用量	B 吉士粉使用量	C 泡打粉使用量		
1	60.00	7.00	1.00	93.50	483.00
2	60.00	7.00	1.00	94.00	496.00
3	60.00	9.00	0.50	75.50	507.00
4	60.00	9.00	1.50	65.50	303.00
5	60.00	5.00	0.50	80.50	766.00
6	60.00	7.00	1.00	95.00	487.00
7	60.00	7.00	1.00	94.50	494.00
8	50.00	5.00	1.00	79.50	569.00
9	70.00	9.00	1.00	63.50	603.00
10	50.00	7.00	0.50	78.50	533.00
11	70.00	5.00	1.00	77.50	806.00
12	60.00	5.00	1.50	84.50	516.00
13	50.00	7.00	1.50	79.00	318.00
14	50.00	9.00	1.00	74.50	308.00
15	70.00	7.00	0.50	74.50	816.00
16	70.00	7.00	1.50	68.50	566.00
17	60.00	7.00	1.00	93.50	487.00

表3 感官评分模型方差分析表

Table 3 Variance analysis table of sensory score model

方差来源	平方和	自由度	均方	F值	p值	显著性
模型	1707.89	9	189.77	258.56	<0.0001	**
A	94.53	1	94.53	128.8	<0.0001	**
B	231.12	1	231.12	314.91	<0.0001	**
C	16.53	1	16.53	22.52	0.0021	**
AB	20.25	1	20.25	27.59	0.0012	**
AC	10.56	1	10.56	14.39	0.0068	**
BC	49	1	49	66.76	<0.0001	**
A <sup>2</sup>	496.82	1	496.82	676.93	<0.0001	**
B <sup>2</sup>	379	1	379	516.4	<0.0001	**
C <sup>2</sup>	277.11	1	277.11	377.57	<0.0001	**
残差	5.14	7	0.73			
失拟项	3.44	3	1.15	2.7	0.181	不显著
纯误差	1.7	4	0.42			
总和	1713.03	16				

注:\*\*表示  $p<0.01$  为极显著,\*表示  $p<0.05$  为显著。

表 4 硬度模型方差分析表

Table 4 Hardness model variance analysis table

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	p 值	显著性
模型	3.76E+05	9	41820.89	2084.34	< 0.0001	**
A	1.41E+05	1	1.41E+05	7039.68	< 0.0001	**
B	1.10E+05	1	1.10E+05	5458.06	< 0.0001	**
C	1.06E+05	1	1.06E+05	5261.59	< 0.0001	**
AB	841	1	841	41.92	0.0003	**
AC	306.25	1	306.25	15.26	0.0058	**
BC	529	1	529	26.37	0.0013	**
A <sup>2</sup>	14495.81	1	14495.81	722.47	< 0.0001	**
B <sup>2</sup>	2310.44	1	2310.44	115.15	< 0.0001	**
C <sup>2</sup>	435.92	1	435.92	21.73	0.0023	**
残差	140.45	7	20.06			
失拟项	23.25	3	7.75	0.26	0.8483	不显著
纯误差	117.2	4	29.3			
总和	3.77E+05	16				

注: \*\*表示  $p < 0.01$  为极显著, \*表示  $p < 0.05$  为显著。

各因素间交互作用对感官评价及硬度影响的响应面图见图 2-5。

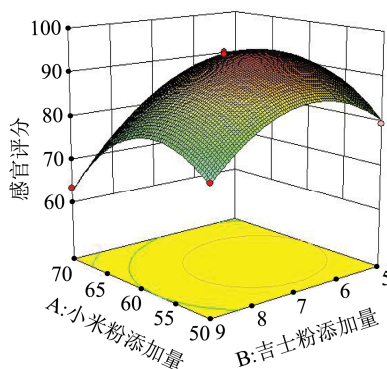


图 2  $Y_1=f(A, B)$  的响应曲面图

Fig.2  $Y_1=f(A, B)$  Response surface diagram

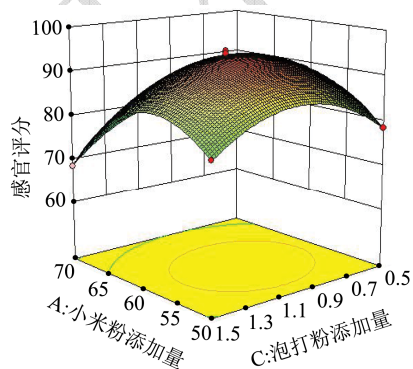


图 3  $Y_1=f(A, C)$  的响应曲面图

Fig.3  $Y_1=f(A, C)$  Response surface diagram

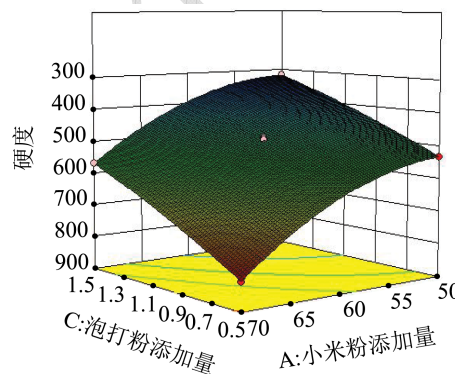


图 4  $Y_2=f(A, C)$  的响应曲面图

Fig.4  $Y_2=f(A, C)$  Response surface diagram

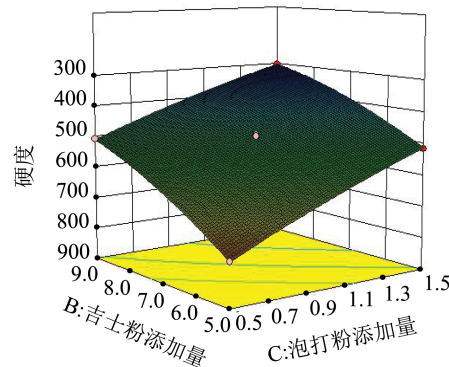


图 5  $Y_2=f(B, C)$  的响应曲面图

Fig.5  $Y_2=f(B, C)$  Response surface diagram

### 2.2.2 优化的预拌粉配方与验证试验

根据 Design Expert 7.0 得出预测的小米曲奇预拌

粉配方为:小米粉 58.75 g, 吉士粉 6.46 g, 泡打粉 0.99 g, 曲奇预测感官评分为 95.04、硬度为 510.11。为便于生产结合单因素试验结果确定配方为:小米粉 60.00 g、低筋面粉 40.00 g、吉士粉 6.50 g、泡打粉 1.00 g、糖粉 45.00 g、奶粉 8.00 g。3 次验证试验得出感官评分为 95.5, 硬度为 508.33。与预测值相近。因此, 响应曲面对小米曲奇预拌粉配方优化可行, 模型方程适合, 预测值可靠。

小米曲奇预拌粉生产的小米曲奇如图 6 所示, 色泽金黄, 与市售丹麦黄油曲奇感官评分为 92.67、硬度为 514.17 相比, 感官硬度相当, 并具有独特的小米风味。



图 6 小米预拌粉烘烤的曲奇

Fig.6 Millet mix baked cookies

### 3 结论

3.1 采用 Box-Behnken 法优化预拌粉配方为:小米粉 60.00 g、低筋面粉 40.00 g、吉士粉 6.50 g、泡打粉 1.00 g、糖粉 45.00 g、奶粉 8.00 g, 感官评分为 95.00 分、硬度为 510.11 g。口感风味与市售黄油曲奇相近, 组织均匀细密多孔, 无粗糙感, 色泽金黄具有独特的小米风味。

3.2 小米曲奇预拌粉的研制丰富了曲奇品种, 提高了膳食纤维含量<sup>[22]</sup>, 也降低小米曲奇生产的专业性、技术性, 对生产品质稳定、健康味美的小米曲奇具有积极意义。

### 参考文献

- [1] 邓梁虹,张方,王晗,等.我国即食食品的开发现状与市场前景展望[J].保鲜与加工,2017,17(6):112-121  
DENG Liang-hong, ZHANG Fang, WANG Han, et al. The development status and market prospect of ready-to-eat food in China [J]. Storage and Process, 2017, 17(6): 112-121
- [2] 肖容雍,李铭,侯萍.冷冻面团的现状及应用前景[J].科技资讯,2019,17(32):63-65  
XIAO Rong-yong, LI Ming, HOU Ping. Current situation and application prospect of frozen dough [J]. Science & Technology Information, 2019, 17(32): 63-65
- [3] Song Yun-xian, Li Xu, Zhong Yu-yue. Optimization of butter, xylitol, and high-amylose maize flour on developing a low-sugar cookie [J]. Food Science & Nutrition, 2019, 7(11): 3414-3424
- [4] 纪宗亚.功能性饼干发展趋势及存在问题探析[J].轻工科技, 2020,36(1):9-10  
JI Zong-ya. The development trend and existing problems of functional biscuit [J]. Guangxi Journal of Light Industry, 2020, 36(1): 9-10
- [5] Curutchet A, Cozzano S, Amparo Tórrega, et al. Blueberry pomace as a source of antioxidant fibre in cookies: consumer's expectations and critical attributes for developing a new product [J]. Food Science and Technology International, 2019, 1-7
- [6] 卜坚珍,于立梅,曾晓房,等.健康型烘焙制品的研究进展[J].安徽农业科学,2017,45(26):93-95  
BU Jian-zhen, YU Li-mei, ZENG Xiao-fang, et al. Research progress of healthy baked goods [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2017, 45(26): 93-95
- [7] 葛小琴.低脂低糖曲奇饼干工艺研究及感官评价[J].现代食品,2017,20:121-122  
GE Xiao-qin. Study on low - fat and low - sugar cookies and sensory evaluation [J]. Modern Food, 2017, 20: 121-122
- [8] 洪泽雄.功能性饼干发展趋势及存在问题探析[J].轻工科技, 2020,36(1):9-10  
HONG Ze-xiong. Development trend and existing problems of functional biscuits [J]. Guangxi Journal of Light Industry, 2020, 36(1): 9-10
- [9] 许寅生,郭亚丽,王玉祥,等.谷子的营养价值及产品开发[J].农业科技通讯,2018,3:152-154  
XU Yin-sheng, GUO Ya-li, WANG Yu-xiang, et al. The nutritional value and product development of millet [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2018, 3: 152-154
- [10] Hussain S, Mohamed A A, Alamri M S, et al. Wheat-millet flour cookies: physical, textural, sensory attributes and antioxidant potential [J]. Food Science and Technology International, 2019, 26(4): 311-320
- [11] Marak Natasha R, Malemnganbi Chungkham C, Marak Cassandra R, et al. Functional and antioxidant properties of cookies incorporated with foxtail millet and ginger powder [J]. Journal of Food Science and Technology, 2019, 56(11): 5087-5096
- [12] 王勇.小米的营养价值及内蒙古小米生产加工现状[D].呼和浩特:内蒙古大学,2010

- WANG Yong. The nutritional value of millet and the present situation of millet production and processing in Inner Mongolia [D]. Huhhot: Inner Mongolia University, 2010
- [13] 陈倩. 小米品质性状分析及膨化饼和薄脆饼干工艺优化 [D]. 咸宁: 西北农林科技大学, 2016
- CHEN Qian. Analysis of millet quality and character and optimization of puffed cake and crackers [D]. Xianning: Northwest A&F University, 2016
- [14] 廖素兰, 黄志刚, 虞华玲. 响应面法研制抹茶锥栗曲奇饼干 [J]. 粮食与油脂, 2017, 30(12): 34-38
- LIAO Su-lan, HUANG Zhi-gang, YU Hua-ling. Response surface method to develop matcha cone cookies [J]. Cereals & Oils, 2017, 30(12): 34-38
- [15] 张翊, 黄岚. 响应面法优化枸杞富硒曲奇饼干配方 [J]. 粮食与油脂, 2018, 31(8): 50-54
- ZHANG Yi, HUANG Lan. Response surface method was used to optimize the formula of selenium-enriched cookies [J]. Cereals & Oils, 2018, 31(8): 50-54
- [16] 张强, 赵奔珉, 梁进. 响应面法优化戊聚糖曲奇饼干工艺配方研究 [J]. 粮油食品科技, 2019, 27(1): 24-29
- ZHANG Qiang, ZHAO Hui-min, LIANG Jin. Study on optimization of pentosan cookie recipe by response surface method [J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2019, 27(1): 24-29
- [17] 赖锦晖, 叶健恒, 赵世民, 等. 小米饼干的制作及影响因素的研究 [J]. 粮食与油脂, 2017, 42(4): 143-151
- LAI Jin-hui, YE Jian-heng, ZHAO Shi-min, et al. Study on the making and influencing factors of millet biscuit [J]. Cereals & Oils, 2017, 42(4): 143-151
- [18] 黄峻榕, 李艳芳, 蒲华寅, 等. 质构仪在淀粉及淀粉基食品品质研究中应用的研究进展 [J]. 食品工业科技, 2017, 4: 390-395
- HUANG Jun-rong, LI Yan-fang, PU Hua-yin, et al. Advances in the application of texture analyzer in the study of starch and starch-based food quality [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 4: 390-395
- [19] 曾永青, 李慧琴. 新型吉士粉的研究及应用 [J]. 中国食品添加剂, 2009, 3: 146-152
- ZENG Yong-qing, LI Hui-qin. Research and application of new type cheese powder [J]. China Food Additives, 2009, 3: 146-152
- [20] 李瑶. 泡打粉在糕点食品加工中的应用机理 [J]. 农产品加工, 2008, 8: 21
- LI Yao. Application mechanism of baking powder in pastry food processing [J]. Farm Products Processing, 2008, 8: 21
- [21] 施译琳, 黄钰雯, 黄嘉仪, 等. 糖粉中(淀粉类)抗结剂的鉴定研究 [J]. 甘蔗糖业, 2017, 5: 24-31
- SHI Yi-lin, HUANG Yu-wen, HUANG Jia-yi, et al. Study on the identification of anticoagulant of starch in powdered sugar [J]. Sugar Canes, 2017, 5: 24-31
- [22] 何勇林, 刘丹, 王帅, 等. 小米营养成分制备方法研究进展 [J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(6): 2041-2046
- HE Yong-lin, LIU Dan, WANG Shuai, et al. Research progress in the preparation of nutrition components of millet [J]. Food Safety and Quality Detection Technology, 2017, 8(6): 2041-2046

(上接第 55 页)

- [31] 吕海鹏, 张悦, 陈兴华, 等. 不同花色种类白茶的抗氧化活性及其主要品质化学成分分析 [J]. 食品科学, 2016, 37(20): 42-50
- LYU Hai-peng, ZHANG Yue, CHEN Xing-hua, et al. Antioxidant activities and major chemical components in tea infusions of different kinds of white tea [J]. Food Science, 2016, 37(20): 42-50
- [32] Gong J S, Peng C X, He X, et al. Antioxidant activity of extracts of Pu-erh tea and its material [J]. Asian Journal of Agricultural Sciences, 2009, 1(2): 48-54
- [33] Lee K J. Antioxidant activity analysis of catechin compounds in Korean green tea using HPLC on-line ABTS<sup>+</sup> antioxidant screening system [J]. Korean Journal of Biotechnology & Bioengineering, 2008, 23(1): 96-100
- [34] Stewart A J, Mullen W, Crozier A. On-line high-performance liquid chromatography analysis of the antioxidant activity of phenolic compounds in green and black tea [J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2010, 49(1): 52-60
- [35] Lan-Sook L, Sang-Hee K, Young-Boong K, et al. Quantitative analysis of major constituents in green tea with different plucking periods and their antioxidant activity [J]. Molecules, 2014, 19(7): 9173-9186
- [36] Zhang Y, Shen Y, Zhu Y, et al. Assessment of the correlations between reducing power, scavenging DPPH activity and anti-lipid-oxidation capability of phenolic antioxidants [J]. LWT - Food Science and Technology, 2015, 63(1): 569-574