

# 不同配料对威化饼干品质的影响

万青毅<sup>1</sup>, 马雷<sup>2</sup>, \*王卫东<sup>1</sup>

(1. 徐州工程学院 食品与生物工程学院, 江苏 徐州 221018; 2. 江苏爱诗依生物科技有限公司, 江苏 徐州 221000)

**摘要:** 研究了不同配料对威化饼干感官品质和血糖生成指数的影响, 通过单因素试验和正交试验优化了威化饼干最佳配方及生产工艺参数。结果表明, 当小麦粉添加量 30%, 荞麦粉添加量 20%, 红枣粉添加量 5%, 银杏粉添加量 4%, 黄油添加量 10%, 小苏打粉添加量 0.4%, 碳酸氢铵添加量 0.4%, 水添加量 200%时, 威化饼干的感官评分最高。不同配料对威化饼干的血糖生成指数影响不同, 荞麦粉可以降低血糖生成指数, 银杏粉不会改变饼干的血糖生成指数, 而红枣粉导致威化饼干的血糖生成指数上升。

**关键词:** 威化饼干; 荞麦; 银杏; 血糖生成指数

**中图分类号:** TS213 **文献标志码:** A **doi:** 10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2021.02.032

## Effects of Different Ingredients on Quality of Wafer Biscuits

WAN Qingyi<sup>1</sup>, MA Lei<sup>2</sup>, \*WANG Weidong<sup>1</sup>

(1. School of Food and Biological Engineering, Xuzhou University of Technology, Xuzhou, Jiangsu 221018, China;

2. Jiangsu Aishinong Biotechnology Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu 221000, China)

**Abstract:** The effects of different ingredients on the sensory and glycemic index of Wafer biscuits were studied. The optimal recipe and production parameters of Wafer biscuits were optimized by single factor and orthogonal test. The results showed that when the wheat flour was 30%, buckwheat flour was 20%, jujube powder was 5%, ginkgo powder was 4%, butter was 10%, baking powder was 0.4%, ammonium bicarbonate was 0.4%, and water was 200%, the sensory score of Wafer biscuit was the highest. Buckwheat flour could reduce the glycemic index of Wafer biscuits. Ginkgo powder could not change the glycemic index of biscuits, while jujube powder could increase the glycemic index of Wafer biscuits.

**Key words:** Wafer biscuit; buckwheat; ginkgo; glycemic index

随着社会经济的快速发展, 消费者对休闲产品的需求量逐步增高, 而饼干作为休闲产品中的主打产品拥有众多的消费者。威化饼干是一种在谷物制成的单片之间夹有馅料的多层夹心饼干, 具有疏松多孔性结构, 滋味纯香甜美、口感膨松酥脆、入口即化<sup>[1]</sup>。但是, 与普通的饼干一样, 由单纯的小麦粉加工的威化饼干也存在热量高、血糖生成指数高等缺点。因此, 很多低糖低脂的饼干在市场上应运而生。但是, 较少有研究关注威化饼干的血糖生成指数。

荞麦营养价值高, 且营养成分全面, 易被人体吸收, 其氨基酸比例与 WHO/FAO 标准模式非常接近<sup>[2]</sup>。荞麦中含有丰富膳食纤维, 是一般精制大米的 10 倍, 是一种不易被人体消化酶分解的一类高分子碳水化合物, 血糖生成指数较低, 适合于糖尿病患者食用, 还具有降血脂、预防动脉硬化等功效<sup>[3-4]</sup>。银杏果富含淀粉、蛋白质、脂肪、糖类、粗纤维、矿物质、

多种维生素、银杏酸、白果酚、五碳多糖、胆固醇等成分, 具有抗氧化、降血脂、调节免疫等功效<sup>[5]</sup>。因此, 对荞麦银杏威化饼干的配方进行研究, 并分析不同配料对威化饼干血糖生成指数的影响, 研制出一种口感好、营养价值高的新型威化饼干。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

小麦粉, 新乡市新良粮油加工有限责任公司提供; 荞麦粉, 新乡良润全谷物食品有限公司提供; 银杏粉, 江苏同源堂生物工程有限公司提供; 红枣粉, 东百岁农民食品有限公司提供; 黄油, 恒天然商贸(上海)有限公司提供; 小苏打, 山东海天生物化工有限公司提供; 碳酸氢铵, 河南万邦实业有限公司提供; 葡萄糖试剂盒, 南京建成生物工程研究所提供; 猪胰  $\alpha$ -淀粉酶, 德国 Ruibio 公司提供;

收稿日期: 2020-07-12

基金项目: 江苏省苏北科技发展计划项目(XZ-SZ201849)。

作者简介: 万青毅(1999—), 女, 本科, 研究方向为功能性食品配料与添加剂。

\*通讯作者: 王卫东(1971—), 男, 博士, 教授, 研究方向为功能性食品配料与添加剂。

糖化酶,江苏博立生物制品有限公司提供。

721S型可见分光光度计,上海棱光技术有限公司产品;TMS-PRO型质构仪,美国FTC公司产品;JJ30A848型蛋卷机,浙江绍兴苏泊尔家居用品有限公司产品;L550型台式低速离心机,湖南湘仪实验室仪器开发有限公司产品;KQ-300B型超声波清洗机,昆山市超声仪器有限公司产品。

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 工艺流程

威化饼干参考陈红梅等人<sup>[6]</sup>的方法制作,具体流程如下:

①小麦粉、水等原料→搅拌→打浆→浇料→烘烤→威化单片;

②白砂糖、奶油→混合→搅拌→夹心馅料;

①+②→涂片→压片→冷藏威化→切割→整理→包装→成品。

### 1.2.2 操作要点

(1) 小麦粉等原料的品质要求。选择品质良好的原辅料,红枣粉、银杏粉要进行过筛处理。

(2) 打浆。对小麦粉、荞麦粉、银杏粉、红枣粉、小苏打、臭粉加水进行搅拌处理,搅拌至黏稠状,加入黄油继续搅拌至无凝结块,打浆时间7~9 min。

(3) 烘烤。开机将烤模加热升温至180℃,涂刷色拉油,然后注入打好的浆料烘烤,烘烤温度200~210℃,烘烤时间8~10 min。注入浆料不易过厚,单片过厚会造成产品口感不佳。

(4) 涂片、压片。取3片威化单片,夹2层夹心馅料。馅料厚3~4 mm,分布均匀。

(5) 冷藏威化。在8℃低温冷柜中保藏威化30 min,防止流馅等现象发生。

### 1.2.3 威化饼干的感官评价

由10位专业评价员构成感官评价小组,对产品的色泽、香味、滋味、组织状态进行打分。

威化饼干的感官评价标准见表1。

表1 威化饼干的感官评价标准

项目	评分标准	感官评分/分
色泽	色泽均匀一致,呈红黄色	21~30
	(满分 30分) 色泽一般,呈淡黄色	11~20
	色泽较差,呈深褐色	0~10
口感	口感酥脆	21~30
	(满分 30分) 口感较酥脆	11~20
	不酥脆,有僵硬口感	0~10
香味	香味纯正,有烘烤小麦特有的香味	16~25
	(满分 25分) 香味较弱,没有异味	6~15
	有苦涩味,无小麦烘烤后特有的香味	0~5
外观状态	外形完整,花纹清晰,分布均匀	11~15
	(满分 15分) 结构较完整,花纹较清晰,易碎	6~10
	有凝结块,花纹不清晰	0~5

### 1.2.4 威化饼干配方与烘烤工艺优化试验设计

(1) 水添加量与烘烤时间对威化饼干感官品质的影响。以小麦粉质量为100%计,碳酸氢钠和碳酸氢铵的添加量均为0.4%。固定黄油添加量为10%,考查水添加量分别为160%,180%,200%;烘烤4,6,8 min对威化饼干品质的影响。

(2) 荞麦粉添加量对威化饼干感官品质的影响。以小麦粉与荞麦粉的添加量为100%,碳酸氢钠和碳酸氢铵的添加量均为0.4%。固定黄油添加量为10%,小麦粉与荞麦粉配比分别为4:1,7:3,3:2,1:1,2:3,考查小麦粉与荞麦粉比对威化饼干感官品质的影响。

(3) 黄油添加量对威化饼干感官品质的影响。小麦粉与荞麦粉配比为3:2,以其质量为100%计,碳酸氢钠和碳酸氢铵的添加量均为0.4%,水添加量为200%,烘烤时间4.5 min,考查黄油添加量分别为2%,6%,10%,14%,18%时对威化饼干感官品质的影响。

(4) 红枣粉添加量对威化饼干感官品质的影响。小麦粉与荞麦粉配比为3:2,以其质量为100%计,碳酸氢钠和碳酸氢铵的添加量均为0.4%,黄油添加量为10%,水添加量为200%,烘烤时间4.5 min,考查红枣粉添加量分别为3%,4%,5%,6%,7%时对威化饼干感官品质的影响。

(5) 银杏粉添加量对威化饼干感官品质的影响。小麦粉与荞麦粉配比为3:2,以其质量为100%计,碳酸氢钠和碳酸氢铵的添加量均为0.4%,黄油添加量为10%,红枣粉添加量为5%,水添加量为200%,烘烤时间4.5 min,考查银杏粉添加量分别为3%,4%,5%,6%,7%时对威化饼干感官品质的影响。

(6) 正交试验设计。在单因素试验的基础上,以小麦粉与荞麦粉配比、红枣粉添加量、银杏粉添加量、黄油添加量为因素,以感官评分为指标,采用 $L_{16}(4^5)$ 正交试验优化威化饼干原辅料添加量。

正交试验因素与水平设计见表2。

表2 正交试验因素与水平设计

水平	A 小麦粉:荞麦粉	B 红枣粉添加量 /%	C 银杏粉添加量 /%	D 黄油添加量 /%
	1	10:0	3	2
2	4:1	4	4	6
3	3:2	5	6	10
4	2:3	6	8	14

### 1.2.5 威化单片硬度的测定

将烘烤完成的单片,用质构仪测定硬度。测定使用TPA模式,选择球形探头。测试前速度30 mm/min,测定速度30 mm/min,测定完返程速度60 mm/min,起始力0.05 N,破裂百分比50%,目标运行位移4 mm,每次试验测定3次后取平均值。

### 1.2.6 威化饼干血糖生成指数的测定

血糖生成指数(GI)采用Conolly ML等人<sup>[1]</sup>的方法并稍加修改。称取100 mg样品置于50 mL离心管中,加入2 mL水,经沸水浴10 min糊化,再添加13 mL pH值5.2的0.2 mol/L的乙酸-乙酸钠缓冲液;在37 °C恒温水浴下平衡10 min,再加0.2 mL混合酶液(猪胰 $\alpha$ -淀粉酶290 U/mL,糖化酶15 U/mL);在37 °C恒温水浴下振荡(转速为150 r/min)并准确计时。振荡反应0, 30, 60, 90, 120, 180 min后,分别取0.1 mL上清液加入至2 mL无水乙醇进行灭酶处理,用GOPOD葡萄糖试剂盒于波长510 nm处比色测定葡萄糖含量,每个样品平行测定3次并取平均值,绘制淀粉水解曲线。采用几何算法计算水解曲线下升高的水解面积(AUC)。再按以下公式得到HI值。

$$HI = \frac{\text{待测物水解曲线的面积}}{\text{白面包水解曲线的面积}} \times 100\%$$

以白面包作为标准物,其血糖生成指数(GI)定为100, Goni等人研究得出HI与GI之间存在高度相关性 $R^2=0.894$ ,由HI预测GI的计算公式如下:

$$GI=39.71+0.549HI.$$

## 2 结果与分析

### 2.1 水添加量与烘烤时间对饼干品质的影响

打浆时分别添加180%, 200%, 220%的水,烘烤时间4.0, 4.5, 5.0 min,考查水添加量与烘烤时间对饼干感官品质的影响。

水添加量与烘烤时间对饼干感官品质的影响见表3。

表3 水添加量与烘烤时间对饼干感官品质的影响

序号	烘烤时间 t/min	水添加量 /%	感官评价	感官评分 /分
1	4.0	180	口感良好,酥脆性一般,色泽较淡	80.4
2	4.0	200	口感良好,酥脆性好,色泽一般	76.8
3	4.0	220	口感差,酥脆性差,色泽差	73.2
4	4.5	180	口感良好,酥脆性良好,色泽一般	82.8
5	4.5	200	口感好,酥脆性好,色泽好	88.8
6	4.5	220	口感良好,酥脆性一般,色泽较差	81.6
7	5.0	180	口感差,酥脆性差,色泽呈焦糊状	67.2
8	5.0	200	口感一般,酥脆性一般,色泽较焦糊	75.6
9	5.0	220	口感良好,酥脆性一般,色泽一般	80.4

由表3可知,水分含量较低且烘烤时间较短时饼干的酥脆性较差,随着烘烤时间增加,饼干的酥脆性由好变差,在烘烤时间为4.5 min时酥脆性最好。水分含量较多且烘烤时间较短时,饼干可能出现不熟的现象。随着烘烤时间增加,饼干的颜色逐渐加深甚至出现焦糊状。在水添加量为200%,烘烤时间为4.5 min时,威化饼干的感官评分最高,口感酥脆,色泽金黄。

### 2.2 小麦粉与荞麦粉配比对威化饼干感官品质的影响

小麦粉与荞麦粉配比对威化饼干感官品质的影响见表4。

表4 小麦粉与荞麦粉对比对威化饼干感官品质的影响

序号	小麦粉:荞麦粉	感官评价	感官评分 /分
1	4:1	香味一般,酥脆性一般,口感好,色泽较好	81.6
2	7:3	香味良好,酥脆性较好,口感好,色泽呈黄色	84.0
3	3:2	香味好,酥脆性好,口感好,色泽加深	87.6
4	1:1	香味加深,酥脆性好,口感好,色泽较深	82.8
5	2:3	香味很好,酥脆性好,口感好,饼干易碎,色泽有一丝深褐色	79.2

由表4可知,添加荞麦粉时会使饼干的香味增加,但同时当小麦粉与荞麦粉的配比升高时,饼皮的酥脆性变差,色泽加深。当小麦粉与荞麦粉配比为3:2时所得饼干的感官评分最高,口感酥脆性好。

### 2.3 黄油添加量对威化饼干感官品质的影响

黄油添加量对威化饼干感官品质的影响见表5。

表5 黄油添加量对威化饼干感官品质的影响

序号	黄油添加量 /%	感官评价	感官评分 /分
1	2	口感一般,酥脆性良好,色泽较为深黄色,香味良好,成品结构较均匀	81.9
2	6	口感良好,酥脆性良好,色泽较淡黄色,香味良好,结构较均匀	85.8
3	10	口感好入口即化,酥脆性好,色泽呈淡黄色,香味好闻,结构均匀	89.7
4	14	口感有一丝油腻,酥脆性一般,色泽较淡,黄油香味加重,结构较完整	87.1
5	18	口感油腻,酥脆性较差,色泽淡,黄油香味很重	83.2

由表5可知,在黄油添加量较少时威化饼干的口感较差。当黄油添加量过多时,饼干口感油腻,酥脆度降低,色泽明亮有美感,饼皮的香味增高。当黄油添加量为10%时,威化饼干口感最好,香气浓郁、酥脆性好。因此,为了提高饼干的口感,选择黄油添加量为10%。

### 2.4 红枣粉添加量对威化饼干感官品质的影响

红枣粉添加量对威化饼干感官品质的影响见表6。

表6 红枣粉添加量对威化饼干感官品质的影响

序号	红枣粉添加量 /%	感官评价	感官评分 /分
1	3	口感良好,酥脆性好,色泽呈淡黄色,结构完整	81.9
2	4	口感好,有甜味,酥脆性好,颜色加深,花纹较好	84.5
3	5	口感好,有甜味,酥脆性好,颜色呈深黄色,花纹清晰	89.7
4	6	口感良好,甜味增加,酥脆性降低,颜色较深,结构不完整	88.4
5	7	口感良好,甜味浓,酥脆性一般,色泽不好看,花纹较清晰	83.2

由表6可知,随着红枣粉添加量的增多出现红

枣特有的甜味，但同时饼干饼皮的酥脆度会降低，而且颜色也会逐渐加深影响饼干的外观美感。在红枣粉添加量为5%时，威化饼干的口感最好，有特殊的甜味。

### 2.5 银杏粉添加量对威化饼干感官品质的影响

银杏粉添加量对威化饼干感官品质的影响见表7。

表7 银杏粉添加量对威化饼干感官品质的影响

序号	银杏粉添加量 / %	感官评价	感官评分 / 分
1	4	口感好，酥脆性好，色泽呈淡黄色	91.0
2	8	口感良好，酥脆性好，颜色呈淡黄色	88.4
3	12	口感良好，有银杏粉特有的苦味，酥脆性良好，颜色变淡	84.5
4	16	口感一般，有苦味，酥脆性一般，颜色变得更淡	80.6
5	20	口感差，有苦涩味，酥脆性一般，颜色有一丝白	72.8

由表7可知，当银杏粉添加量为4%时，威化饼干饼皮的口感最好且没有异味，酥脆性也是最好的。银杏粉的添加会使饼皮的口感下降，有苦涩味出现，同时在一定程度上影响饼干的酥脆度，使饼皮的感官评分降低。

### 3 正交试验结果

正交试验设计与结果见表8。

表8 正交试验设计与结果

试验号	A	B	C	D	感官评分 / 分
1	1	1	1	1	76.7
2	1	2	2	2	83.2
3	1	3	3	3	88.4
4	1	4	4	4	80.6
5	2	1	2	4	83.2
6	2	2	1	3	87.1
7	2	3	4	2	83.2
8	2	4	3	1	74.1
9	3	1	3	2	85.8
10	3	2	4	1	84.5
11	3	3	1	4	94.9
12	3	4	2	3	91.0
13	4	1	4	3	79.3
14	4	2	3	4	81.9
15	4	3	2	1	80.6
16	4	4	1	2	76.7
$K_1$	328.9	325.0	335.4	315.9	
$K_2$	327.6	336.7	338.0	328.9	
$K_3$	356.2	347.1	330.2	345.8	
$K_4$	236.6	322.4	327.6	340.6	
R	119.6	24.7	10.4	29.9	

由表8可知，各因素对威化饼干感官品质影响大小顺序依次为A>D>B>C，威化饼干的最佳条件为A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>D<sub>3</sub>，即小麦粉与荞麦粉配比为3:2，红枣粉添加量为5%，银杏粉添加量为4%，黄油添加量为10%。

#### 3.1 不同配料对威化饼干硬度的影响

以小麦粉的质量为100%计，饼干A为纯小麦粉

威化饼干，饼干B为添加了荞麦粉的饼干，小麦粉与荞麦粉配比为3:2，饼干C为添加2%银杏粉的威化饼干，饼干D为添加5%红枣粉的威化饼干。分别测定不同饼干的质构。

不同配料对威化饼干硬度的影响见图1。

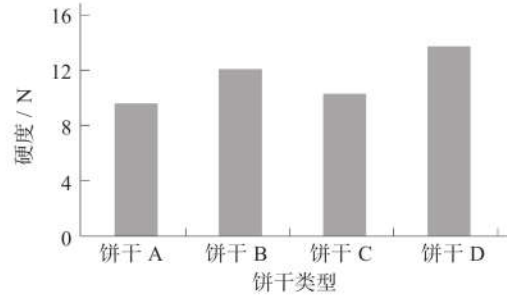


图1 不同配料对威化饼干硬度的影响

由图1可知，不同的添加物对威化饼干硬度有着较为明显的影响。当添加荞麦粉时，饼干的硬度增加，松脆度增加。其原因是荞麦粉的添加降低了面粉的筋度。添加银杏粉对饼干的硬度影响不大，饼干的松脆度增加，是由于添加银杏粉使小麦粉的比例下降，降低了面粉的筋度。红枣粉的添加使饼干的硬度增加，松脆性最好，但饼干易碎。

#### 3.2 不同添加物对威化饼干血糖生成指数的影响

饼干类型同3.1，分别测定样品的淀粉水解曲线，计算血糖生成指数。

淀粉水解曲线见图2，不同饼干的血糖生成指数见表9。

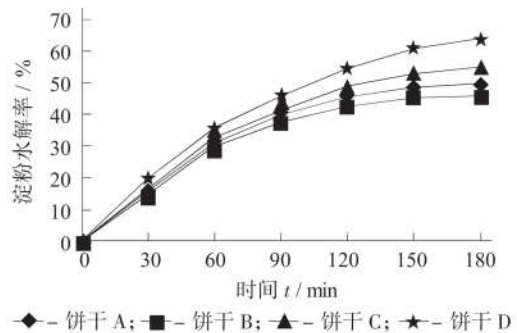


图2 淀粉水解曲线

表9 不同饼干的血糖生成指数

样品	水解指数 (HI)	血糖生成指数 (GI)
饼干 A	41.14±8.10	62.3±4.5 <sup>a</sup>
饼干 B	36.22±13.12	59.6±7.2 <sup>b</sup>
饼干 C	45.15±9.29	64.5±5.1 <sup>a</sup>
饼干 D	53.53±4.20	69.1±2.3 <sup>c</sup>

注：同列不同字母表示有显著性差异 (p<0.05)

由图2和表9可知，添加荞麦粉时会使淀粉的消化速率降低，使血糖生成指数变低，原因是荞麦粉没有小麦粉淀粉水解速率高，在添加荞麦粉时使饼干中的淀粉水解速率降低，血糖生成指数也降低。

(下转第12页)

- lanase produced on wheat bran from *Aureobasidium pullulans* NRRL Y-2311-1: Effects on dough rheology and bread quality [J]. *Food Hydrocolloids*, 2018 (8): 389-397.
- [8] 黄芳. 夜间温度对番茄生长的影响 [D]. 济南: 山东农业大学, 2002.
- [9] 宋佳锟, 张灏, 赵建新. 乳酸菌对老面团发酵过程中可溶性糖和游离氨基酸含量的影响 [J]. *安徽农业科学*, 2015, 43 (16): 256-259.
- [10] 田晓会. 酵母发酵及老面发酵馒头品质及营养特性比较研究 [D]. 郑州: 河南工业大学, 2017.
- [11] Rizzello C G, Lorusso A, Montemurro M, et al. Use of sourdough made with quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and autochthonous selected lactic acid bacteria for enhancing the nutritional, textural and sensory features of white bread [J]. *Food Microbiology*, 2016 (6): 1-13.
- [12] 常冬冬. 馒头对馒头品质特性影响的研究 [D]. 郑州: 河南工业大学, 2014.
- [13] 李英. 关于面团发酵 [J]. *食品工业科技*, 1979 (2): 66-71.
- [14] 刘长虹, 张煌, 李志建. 面糊发酵过程中微生物变化规律的研究 [J]. *粮食加工*, 2013 (5): 42-44.
- [15] Banu I, Vasilean I, Aprodu I. Effect of select parameters of the sourdough rye fermentation on the activity of some mixed starter cultures [J]. *Food Biotechnology*, 2011, 25 (4): 275-291.
- [16] 王大一, 温纪平, 李晓芳, 等. 酸面团发酵过程生化指标变化研究 [J]. *食品科技*, 2016, 41 (2): 174-180.
- [17] De Vuyst L, Harth H, Van Kerrebroeck S, et al. Yeast diversity of sourdoughs and associated metabolic properties and functionalities [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2016, 23 (9): 26-34.
- [18] Gobbetti M, Simonetti M S, Rossi J, et al. Free D- and L-amino acid evolution during sourdough fermentation and baking [J]. *Journal of Food Science*, 1994, 59 (4): 881-884.
- [19] 陈黎斌, 潘宗杰. 糖降解抑制对酵母生长和发酵中氮组分的影响 [J]. *啤酒科技*, 2004 (6): 66-68.
- [20] Batifoulier F, Verny M-A, Chanliaud E, et al. Effect of different bread making methods on thiamine, riboflavin and pyridoxine contents of wheat bread [J]. *Journal of Cereal Science*, 2005, 42 (1): 101-108.
- [21] Nurit E, Lyan B, Pujos-Guillot E, et al. Change in B and E vitamin and lutein,  $\beta$ -sitosterol contents in industrial milling fractions and during toasted bread production [J]. *Journal of Cereal Science*, 2016 (16): 290-296.
- [22] 张星元, 王琴. 代谢调节理论指导下的核黄素发酵条件 [J]. *食品与生物技术学报*, 1997 (4): 1-6.
- [23] 仪宏, 朱文众, 张华峰. 核黄素生产技术进展 [J]. *中国食品添加剂*, 2003 (4): 14-18. ◇

#### (上接第4页)

在添加银杏粉时, 与纯小麦饼干相比, 淀粉水解率会有一定程度的提高, 血糖生成指数也会升高, 但是二者之间并没有显著性差异。添加红枣粉时会使饼干的淀粉水解率增快, 同时会使血糖生成指数也略有提高, 其原因是红枣中富含糖类物质, 促进了血糖生成指数的升高。

#### 4 结论

通过单因素试验和正交试验确定了威化饼干的最佳配方。小麦粉与荞麦粉配比为3:2, 以其二者质量为100%计, 红枣粉添加量5%, 银杏粉添加量4%, 黄油添加量10%, 碳酸氢钠添加量0.4%, 碳酸氢铵添加量0.4%。与纯小麦粉制备的威化饼干相比, 添加荞麦粉可以显著降低威化饼干的血糖生成指数, 添加红枣粉升高了饼干的血糖生成指数, 添加银杏粉所得威化饼干血糖生成指数保持不变。

#### 参考文献:

- [1] 聂燕华, 杨君. 花生渣杂粮威化饼干的研制 [J]. *现代食品科技*, 2012 (5): 538-540.
- [2] 孙丽, 杨小云, 楚婉玉, 等. 正交试验优化超声波辅助提取荞麦皮色素工艺 [J]. *食品工业*, 2018, 39 (11): 41-44.
- [3] 杨鹏, 李艳琴. 荞麦黄酮和荞麦糖醇对胰脂肪酶的抑制作用 [J]. *食品科学*, 2015, 36 (11): 60-63.
- [4] 刘静雪, 李凤林, 王英臣, 等. 燕麦麸膳食纤维挤出改性工艺 [J]. *食品工业*, 2019, 40 (5): 21-24.
- [5] 徐海祥, 姚芳, 黄灵, 等. 响应面法优化白果发酵乳的工艺研究 [J]. *保鲜与加工*, 2020, 20 (3): 127-136.
- [6] 陈红梅, 张滨, 张齐英. 荞麦花生威化饼干的研制 [J]. *农产品加工*, 2008 (1): 77-79.
- [7] Connolly M L, Lovegrove J A, Tuohy K M. In vitro fermentation characteristics of whole grain wheat flakes and the effect of toasting on prebiotic potential [J]. *Journal of Medicinal Food*, 2012 (1): 33-43. ◇

欢迎订阅 《农产品加工》 欢迎投稿

邮发代号: 22-121 22-19

电 话: 0351-4606085

在线投稿: [www.ncpjpg.com](http://www.ncpjpg.com)

投稿信箱: [ncpjpgxk@163.com](mailto:ncpjpgxk@163.com)