

# 苹果渣膳食纤维饼干的研制

鲁文英

山西省运城市闻喜县综合检验检测中心, 山西运城 043800

**【摘要】**以苹果渣为原料, 通过酶解法提取得到苹果渣膳食纤维。以面粉、苹果膳食纤维、玉米淀粉、黄油、白砂糖等为主要原料, 研制苹果渣膳食纤维饼干。以感官评价为指标, 通过单因素实验和响应面设计实验, 优化苹果渣膳食纤维饼干最佳制作工艺配方: 以面粉为 100% 计, 添加苹果膳食纤维 12%、玉米淀粉 10%、黄油 24%、白砂糖 15%, 经面团调制、醒发、成型、烘烤、冷却, 制得苹果渣膳食纤维饼干, 饼干感官评分为 88.6。制备的苹果渣膳食纤维饼干呈淡黄色, 外形完整, 表面有光泽, 酥脆可口, 具有苹果芳香气味。

**【关键词】**苹果渣膳食纤维; 响应面; 饼干; 感官评价

**【中图分类号】**TS213.22 **【文献标识码】**A **【DOI】**10.12325/j.issn.1672-5336.2023.11.001

## 引言

苹果是我国第一大水果品种, 我国苹果产量占世界的 50% 以上<sup>[1]</sup>。据统计, 苹果鲜食与深加工的比例为 7:3, 苹果被加工为果汁等产品时会产生大量的苹果渣副产物<sup>[2]</sup>。苹果渣中含有丰富的膳食纤维、苹果多酚、可溶性糖类成分<sup>[3]</sup>, 但是目前大部分苹果渣副产物被作为饲料加工原料或者废弃物直接丢弃, 造成资源浪费和环境污染。本研究以榨汁后的苹果渣为原料, 通过酶解法提取得到苹果渣膳食纤维。以面粉、苹果膳食纤维、玉米淀粉、黄油、白砂糖等为原料, 研制苹果渣膳食纤维饼干, 为苹果渣副产物的综合利用和膳食纤维饼干新产品的开发提供新思路。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器设备

#### 1.1.1 原料及辅料

红富士苹果, 购自山西省运城市水果批发市场; 面粉、玉米淀粉、鸡蛋、黄油, 购自山西省运城市沃尔玛超市; HCl、NaOH, 上海阿拉丁生化科技有限公司; 纤维素酶, 上海麦克林生化科技股份。

#### 1.1.2 仪器与设备

打蛋机、和面机、烤箱, 新麦机械(无锡)有限公司; 旋转蒸发仪, 郑州长城科工贸有限公司; 干燥箱, 笠智精科技工厂; 粉碎机, 金坛市金城硕华仪器厂。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 苹果渣膳食纤维提取工艺流程

苹果清洗、切分→漂烫→榨汁→苹果渣→干燥→粉碎、过筛→酶解→过滤→浓缩→醇沉→抽滤→干燥→样品。

操作要点: (1) 漂烫: 切块后的苹果块, 置于沸水中中热烫 45s。(2) 苹果渣制备: 苹果榨汁后, 取苹果渣, 用 6 层纱布挤压去除苹果渣中的残余果汁, 得到苹果渣。

(3) 苹果渣干燥: 85℃干燥 12h。(4) 苹果渣粉碎: 干燥后的苹果渣, 粉碎, 过 40 目筛, 备用。(5) 苹果渣酶解: 取 20g 苹果渣, 按料液比为 1:10 添加去离子水洗涤苹果渣 3 次, 然后按料液比为 1:20 加入 pH 为 5.0 的水溶液中, 添加 3.5% 纤维素酶, 在 45℃ 温度下酶解 6h, 煮沸灭酶, 得到酶解液。(6) 浓缩: 酶解液浓缩为原体积的 1/5-1/10。(7) 醇沉: 酶解浓缩液加入 6 倍体积无水乙醇, 置于 4℃ 静置沉淀 24h。

#### 1.2.2 苹果渣膳食纤维饼干制作工艺

原料称取→面团调制→醒发→成型→烘烤→冷却→成品。

操作要点: (1) 面团调制: 将面粉、玉米淀粉、苹果膳食纤维、白砂糖、黄油按一定比例加入, 混合均匀, 加入适量温水, 和面至面团颜色均匀。(2) 醒发: 面团在 30℃ 醒发 30min。(3) 成型: 将醒发后的面团压片为 2mm 厚度, 切割为 5cm\*5cm 的正方形。(4) 烘烤: 设置下火 170℃, 上火 180℃, 烘烤 25min。

#### 1.2.3 苹果渣膳食纤维饼干加工单因素实验

作者简介: 鲁文英 (1982.09—), 女, 汉族, 山西省运城市, 本科, 工程师, 研究方向: 食品工程。

(1) 苹果渣膳食纤维添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响: 以面粉为 100% 计, 添加苹果膳食纤维分别为 8%、10%、12%、14%、16%, 玉米淀粉 8%, 黄油 25%, 白砂糖 15%, 然后进行面团调制和面, 面团在 30℃ 醒发 30min 后, 将醒发后的面团压片为 2mm 厚度, 切割为 5cm\*5cm 的正方形, 在下火 170℃, 上火 180℃ 条件下烘烤 25min, 冷却后制得苹果渣膳食纤维饼干, 采用感官评价的方法评价苹果渣膳食纤维饼干品质。

(2) 玉米淀粉添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响: 以面粉为 100% 计, 添加苹果膳食纤维 12%, 米淀粉添加量分别为 4%、6%、8%、10%、12%, 黄油 25%、白砂糖 15%, 然后进行面团调制和面, 面团在 30℃ 醒发 30min 后, 将醒发后的面团压片为 2mm 厚度, 切割为 5cm\*5cm 的正方形, 在下火 170℃, 上火 180℃ 条件下烘烤 25min, 冷却后制得苹果渣膳食纤维饼干, 采用感官评价的方法评价苹果渣膳食纤维饼干品质。

(3) 黄油添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响: 以面粉为 100% 计, 添加苹果膳食纤维 12%, 玉米淀粉 8%, 黄油添加量分别为 10%、15%、20%、25%、30%, 白砂糖 15%, 然后进行面团调制和面, 面团在 30℃ 醒发 30min 后, 将醒发后的面团压片为 2mm 厚度, 切割为 5cm\*5cm 的正方形, 在下火 170℃, 上火 180℃ 条件下烘烤 25min, 冷却后制得苹果渣膳食纤维饼干, 采用感官评价的方法评价苹果渣膳食纤维饼干品质。

(4) 白砂糖添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响: 以面粉为 100% 计, 添加苹果膳食纤维 12%, 玉米淀粉 8%, 黄油 25%, 白砂糖添加量分别为 13%、14%、15%、16%、17%, 然后进行面团调制和面, 面团在 30℃ 醒发 30min 后, 将醒发后的面团压片为 2mm 厚度, 切割为 5cm\*5cm 的正方形, 在下火 170℃, 上火 180℃ 条件下烘

烤 25min, 冷却后制得苹果渣膳食纤维饼干, 采用感官评价的方法评价苹果渣膳食纤维饼干品质。

#### 1.2.4 响应面法试验设计

以苹果渣膳食纤维饼干感官品质为指标设计响应面试验, 研究苹果渣膳食纤维饼干最佳制作工艺配方。试验因素水平表见表 1。

#### 1.2.5 苹果渣膳食纤维饼干感官评价标准

选择 10 名经过饼干感官培训的人员组成感官品评小组, 将饼干样品置于白瓷盘中, 在光源充足的白炽灯下观察色泽和状态, 嗅其味道, 用温开水漱口后品尝滋味, 参照 GB/T 7100-2015《中华人民共和国国家标准 饼干》<sup>[4]</sup> 开展感官评价。见表 2。

#### 1.2.6 菌落总数和大肠菌群测定

菌落总数和大肠菌群分别参照国标《菌落总数测定》<sup>[5]</sup> 和国标《大肠菌群计数》<sup>[6]</sup> 进行测定。

## 2 结果与讨论

### 2.1 苹果渣膳食纤维饼干加工工艺配方单因素实验

#### 2.1.1 苹果渣膳食纤维添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响

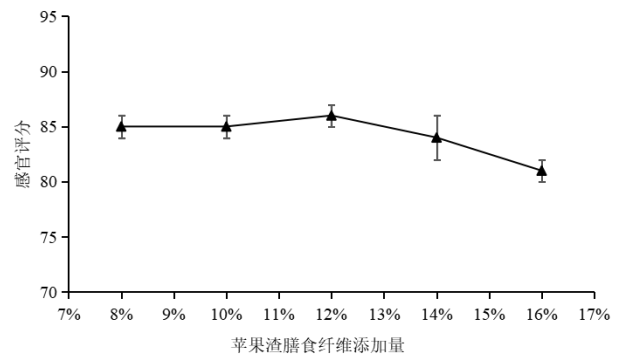


图 1 苹果渣膳食纤维添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响

表 1 苹果渣膳食纤维饼干试验因素水平表

水平	因素			
	A 苹果渣膳食纤维添加量 /%	B 玉米淀粉添加量 /%	C 黄油添加量 /%	D 白砂糖添加量 /%
-1	10	6	20	14
0	12	8	25	15
1	14	10	30	16

表 2 苹果渣膳食纤维饼干感官评价表

项目	分值	评分标准
形态	15	饼干外观整齐, 不变形, 切口整齐, 厚薄一致
色泽	20	饼干色泽呈现淡黄色, 饼干表面有光泽, 色泽自然均匀
滋味与口感	25	饼干甜味适中, 酥脆可口, 有苹果香味, 无异味
组织	20	饼干不起泡, 无空洞, 无裂缝及过硬现象
杂质	20	无肉眼可见的外来杂质, 无油渍
总分	100	苹果渣膳食纤维饼干制品评分 ≥ 80 分。

以面粉为 100% 计, 控制苹果膳食纤维添加量分别为 8%、10%、12%、14%、16%, 玉米淀粉 8%, 黄油 25%, 白砂糖 15%, 进行面团调制、醒发、成型、烘烤、冷却, 冷却后制得苹果渣膳食纤维饼干, 采用感官评价的方法评价苹果渣膳食纤维饼干品质。见图 1。

苹果渣膳食纤维饼干制备的过程中, 将苹果渣膳食纤维添加量由 8% 逐渐增加到 16%, 苹果渣膳食纤维添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响呈现感官品质缓慢减小的趋势, 苹果渣膳食纤维在添加量较低的情况下, 对饼干感官质量影响较小。但当苹果渣膳食纤维含量较高的情况下, 饼干脆性降低, 饼干口味变差<sup>[7]</sup>, 导致苹果渣膳食纤维饼干感官品质降低。

### 2.1.2 玉米淀粉添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响

以面粉为 100% 计, 控制玉米淀粉添加量分别为 4%、6%、8%、10%、12%, 添加苹果膳食纤维 12%, 黄油 25%、白砂糖 15%, 进行面团调制、醒发、成型、烘烤、冷却, 冷却后制得苹果渣膳食纤维饼干, 采用感官评价的方法评价苹果渣膳食纤维饼干品质。见图 2。

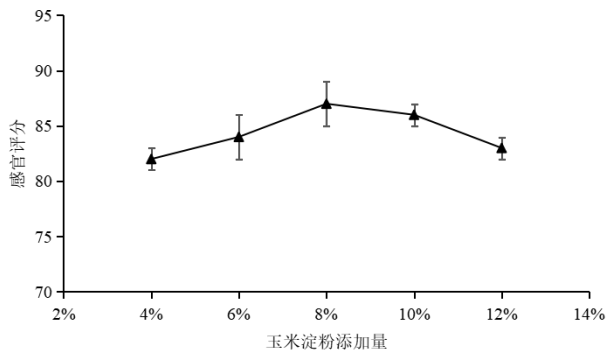


图 2 玉米淀粉添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响

苹果渣膳食纤维饼干制备的过程中, 在玉米淀粉添加量由 4% 逐渐增加到 12%, 玉米淀粉添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响呈现感官品质先增加后减小

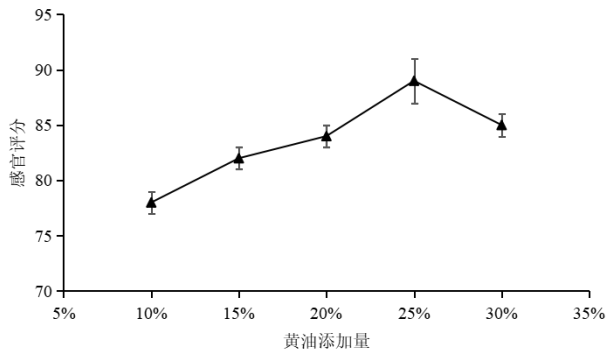


图 3 黄油添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响

的趋势, 添加玉米淀粉可以增加饼干的酥性, 但添加量过高会导致饼干成型效果变差。

### 2.1.3 黄油添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响

以面粉为 100% 计, 控制黄油添加量分别为 10%、15%、20%、25%、30%, 添加苹果膳食纤维 12%, 玉米淀粉 8%, 白砂糖 15%, 进行面团调制、醒发、成型、烘烤、冷却, 冷却后制得苹果渣膳食纤维饼干, 采用感官评价的方法评价苹果渣膳食纤维饼干品质。见图 3。

苹果渣膳食纤维饼干制备的过程中, 将黄油添加量由 10% 逐渐增加到 30%, 黄油添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响呈现感官品质先增加后减小的趋势, 添加黄油可以增加饼干的酥性和提高饼干的可塑性, 延长饼干货架期<sup>[8]</sup>。但添加量过高会导致饼干中淀粉和面筋蛋白被抑制, 面团吸水性降低, 饼干产品容易破碎<sup>[9]</sup>, 从而使苹果渣膳食纤维饼干感官品质下降。

### 2.1.4 白砂糖添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响

以面粉为 100% 计, 控制白砂糖添加量分别为 13%、14%、15%、16%、17%, 添加苹果膳食纤维 12%, 玉米淀粉 8%, 黄油 25%, 进行面团调制、醒发、成型、烘烤、冷却, 冷却后制得苹果渣膳食纤维饼干, 采用感官评价的方法评价苹果渣膳食纤维饼干品质。见图 4。

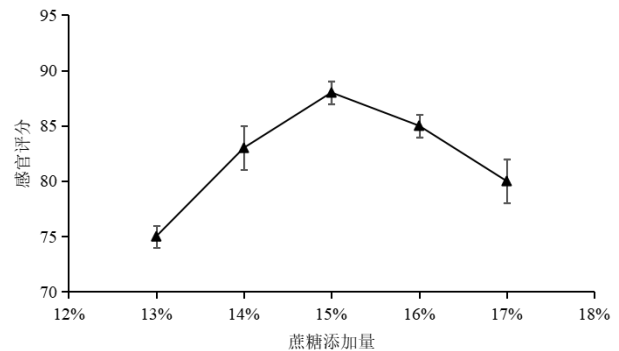


图 4 白砂糖添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响

苹果渣膳食纤维饼干制备的过程中, 将蔗糖添加量由 13% 逐渐增加到 17%, 蔗糖添加量对苹果渣膳食纤维饼干感官品质的影响呈现感官品质先增加后减少的趋势, 添加蔗糖可以增加饼干的甜度, 提高饼干口感和使用品质, 但蔗糖添加量过高会使饼干甜度过高和口感变差, 从而使苹果渣膳食纤维饼干感官品质下降。

## 2.2 苹果渣膳食纤维饼干制作工艺配方的响应面优化

### 2.2.1 响应面试验结果

在单因素实验的基础上, 以感官评价为指标, 选取 A 苹果膳食纤维添加量、B 玉米淀粉添加量、C 黄油添加量、

表3 Box-Behnken 试验设计及结果

序号	因素				R1 感官评分
	A 苹果膳食纤维添加量 /%	B 玉米淀粉添加量 /%	C 黄油添加量 /%	D 白砂糖添加量 /%	
1	10	6	25	15	83.3
2	14	6	25	15	85.7
3	10	10	25	15	87.4
4	14	10	25	15	88.8
5	12	8	20	14	76.3
6	12	8	30	14	80.7
7	12	8	20	16	86.8
8	12	8	30	16	80.9
9	10	8	25	14	81.9
10	14	8	25	14	87.7
11	10	8	25	16	84.6
12	14	8	25	16	86.8
13	12	6	20	15	86.9
14	12	10	20	15	84.9
15	12	6	30	15	81.8
16	12	10	30	15	81.9
17	10	8	20	15	83.7
18	14	8	20	15	84.9
19	10	8	30	15	80.7
20	14	8	30	15	79.8
21	12	6	25	14	85.2
22	12	10	25	14	88.4
23	12	6	25	16	84.6
24	12	10	25	16	87.6
25	12	8	25	15	88.9
26	12	8	25	15	87.7
27	12	8	25	15	89.3
28	12	8	25	15	89.7
29	12	8	25	15	89.9

表4 方差分析

类型	自由度	平方和	均方	F 值	Prob(P) > F
模型	14	281.51	20.11	5.33	< 0.005
残差	14	52.80	3.77		
失拟性	10	49.76	4.98	6.55	0.0426
纯误差	4	3.04	0.76		
总和	28	334.31			

D 白砂糖添加量等因素做响应面分析。见表3。

### 2.2.2 响应面回归模型及方差分析

应用 Design-Expert 软件进行数据分析，得到的苹果渣膳食纤维饼干预测模型为： $R1=+89.10+1.01A+0.96B-1.48C+0.92D-0.25AB-0.53AC-0.90AD+0.53BC-0.05BD-2.58CD-1.86A^2-0.46B^2-5.11C^2-2.33D^2$ 。

方差分析结果如表4，结果显示F值为6.55，模型显著（ $P < 0.05$ ），多元相关系数为 $R^2=0.8421$ ，因此拟合度为 $84.21\% > 80\%$ ；失拟P为0.76（ $P > 0.05$ ），不显著，说明苹果渣膳食纤维饼干预测模型可信度较高，

可用该模型对苹果渣膳食纤维饼干工艺配方进行预测。

### 2.2.3 响应面分析讨论

通过响应面优化的方法得到各个因子交互作用的响应曲面图，如图6。经分析可知，在试验设定的各因素范围内，对苹果渣膳食纤维饼干感官评价分数影响最大的交互作用是黄油添加量和白砂糖添加量的交互作用。

### 2.2.4 验证试验

利用 Design-expert 软件分析得到苹果渣膳食纤维饼干加工工艺配方各因素最优值为：以面粉为100%计，苹果膳食纤维添加量为12.35%，玉米淀粉添加量为9.77%，

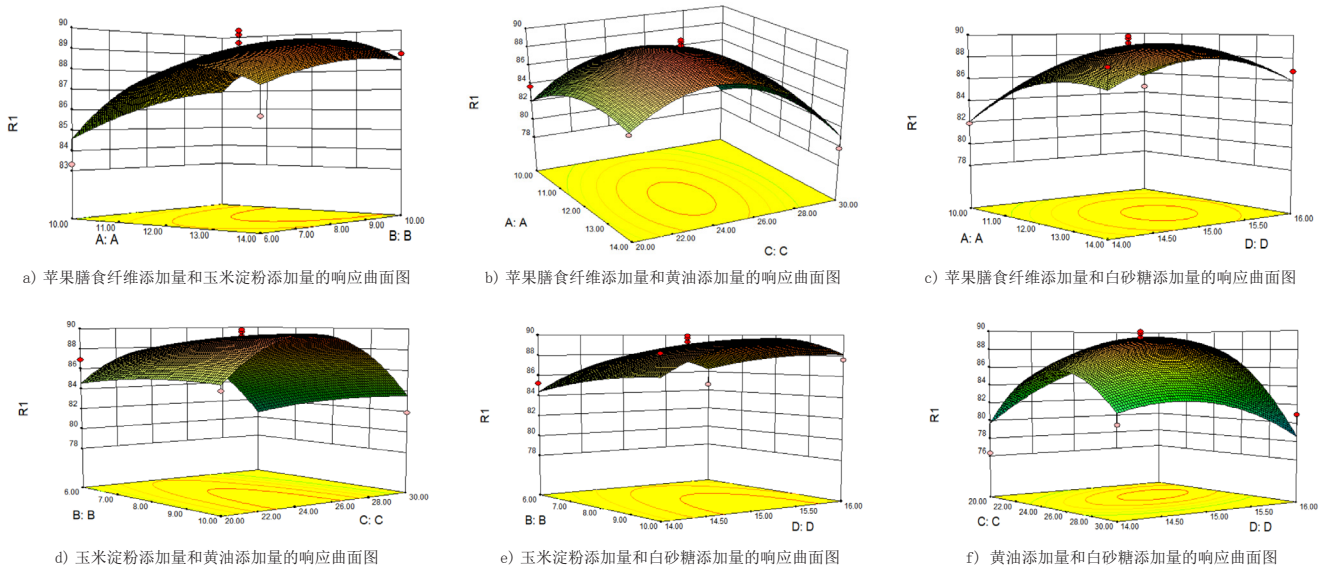


图6 苹果渣膳食纤维饼干感官评价的曲面图

黄油添加量为 24.15%，白砂糖添加量为 15.25%，经面团调制、醒发、成型、烘烤、冷却，制得苹果渣膳食纤维饼干，饼干感官评分为 89.9。调整苹果渣膳食纤维饼干加工工艺配方各因素值：以面粉为 100% 计，苹果膳食纤维添加量为 12%，玉米淀粉添加量为 10%，黄油添加量为 24%，白砂糖添加量为 15%，经面团调制、醒发、成型、烘烤、冷却，制得苹果渣膳食纤维饼干，饼干感官评分 88.6，因此证明经响应面优化所得的苹果渣膳食纤维饼干加工工艺配方具有应用价值。

### 2.3 菌落总数和大肠菌群测定

由表 5 可以看出，苹果渣膳食纤维饼干菌落总数与大肠菌群符合产品质量卫生标准，产品卫生质量合格。

表 5 苹果渣膳食纤维饼干菌落总数与大肠菌群

	指标	结果
卫生指标	菌落总数 / (CFU/g)	$4.3 \times 10^2$
	大肠菌群 / (CFU/g)	0
	霉菌 / (CFU/g)	0
	致病菌 / (CFU/g)	0

### 3 结论

本研究采用单因素试验和响应面优化的方法，依据感官评价对苹果渣膳食纤维饼干加工工艺配方进行优化，苹果渣膳食纤维饼干加工最佳工艺配方：以面粉为 100% 计，苹果膳食纤维添加量为 12%，玉米淀粉添加量为 10%，黄油添加量为 24%，白砂糖添加量为 15%，经面团调制、醒发、成型、烘烤、冷却，制得苹果渣膳食纤维饼干，其感官评分为 88.6 分，制备的苹果渣膳食纤维饼干外观整齐，切口整齐，厚薄一致，色泽呈现淡黄色，表面有光泽，色泽自然均匀，甜味适中，酥脆可口，有

苹果香味，无异味。苹果渣膳食纤维饼干产品质量良好，且符合产品卫生质量标准。

### 参考文献:

- [1] 汪景彦. 我国 2017 年苹果产量和售价预测 [J]. 果树实用技术与信息, 2017(8):4-5.
- [2] 杨哲, 张海静, 曹燕飞, 等. 单螺杆挤压对苹果渣中水溶性膳食纤维的影响 [J]. 食品研究与开发, 2021, 42(7):4-5.
- [3] SUN J, HU X, ZHAO G, et al. Characteristics of thin-layer infrared drying of apple pomace with and without hot air pre-drying [J]. Food science and technology international, 2007, 13(2):91-97.
- [4] GB/T 7100-2015, 饼干 [S]. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2015.
- [5] GB 4789.2-2016, 食品微生物学检验 菌落总数测定 [S]. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2016.
- [6] GB 4789.3-2016, 食品微生物学检验 大肠菌群计数 [S]. 北京: 中国国家标准化管理委员会, 2016.
- [7] 李榕基, 赵峰, 郑克炜, 等. 碱浸提豆渣膳食纤维提取工艺及豆基高纤饼干配方优化 [J]. 大豆科学, 2022, 41(3): 314-322.
- [8] 俞才荣, 安甜甜, 赵秀红, 等. 营养膳食纤维夹心饼干的研制 [J]. 农业科技与装备, 2018(5):58-61.
- [9] 刘学成, 王文亮, 弓志青, 等. 金针菇膳食纤维饼干的研制 [J]. 食品工业, 2021, 42(11):122-125.