

# 菠萝果皮粉的添加对馒头品质的影响

## Effect of Pineapple Peel Powder on the Quality of Steamed Bread

© 陈丽娜, 汪必快, 夏萍, 彭苏敏, 张万霞, 董引红, 马方芳, 汪磊

(玉林师范学院 化学与食品科学学院, 广西 玉林 537000)

CHEN Lina, WANG Bikuai, XIA Ping, PENG Sumin, ZHANG Wanxia, DONG Yinong, Ma Fangfang, WANG Lei

(College of Chemistry and Food Science, Yulin Normal University, Yulin 537000, China)

**摘要:** 以菠萝果皮粉为研究对象, 研究菠萝果皮粉的添加对馒头整体品质的影响。试验结果表明, 与空白组馒头相比, 随着菠萝果皮粉添加量的增加, 馒头的硬度和咀嚼性增加, 内聚性和弹性减小; 馒头明亮度降低; 膳食纤维含量增加; 淀粉消化率降低。结合感官评价, 菠萝果皮粉的添加不宜过多, 最佳添加量为 3%, 在此添加量下, 馒头品质较好, 感官评价接受程度较高, 同时富含膳食纤维, 可降低淀粉的消化率。

**关键词:** 菠萝果皮粉; 馒头品质; 质构; 膳食纤维; 体外消化率

**Abstract:** Taking pineapple peel powder as the research object, the effect of pineapple peel powder addition on the overall quality of steamed bread was studied. The results showed that the hardness and chewiness of steamed bread increased with the increase of pineapple peel powder, while the cohesion and elasticity of steamed bread decreased compared with the blank group; steamed bread brightness decreased; an increase in dietary fiber content; the starch digestibility decreases. Combined with sensory evaluation, the addition of pineapple peel powder should not be too much, and the optimal addition amount is 3%. With this addition amount, steamed bread has good quality, high sensory evaluation acceptance, and is rich in dietary fiber, which can reduce the digestibility of starch.

**Keywords:** pineapple peel powder; steamed bread quality; texture; dietary fiber; in vitro digestibility

中图分类号: TS213.2

菠萝是热带地区多年生单子叶草本植物, 而菠萝果皮是菠萝在加工过程中产生的副产物<sup>[1]</sup>。据统计, 我国每年菠萝产生的废弃物数量庞大, 有 15 万 t, 很多都未被开发利用。菠萝中富含的营养物质丰富, 尤其是糖类、维生素和膳食纤维。膳食纤维被称为“第七营养素”, 是多糖类物质及木质素的总称, 通常不会被人体消化吸收, 可减少人体对胆固醇的吸收, 降低血脂血糖, 防治便秘及一些肠道疾病<sup>[2-4]</sup>。传统的馒头已不能满足消费者的需求, 馒头的原料也不仅限于

小麦粉、糖和水, 也可以添加水果、蔬菜等原料, 丰富馒头类型<sup>[5-6]</sup>。本研究通过对菠萝果皮粉馒头的理化性质、质构特性、体外消化率等进行测定, 探究其对降低人体血糖的影响及人们的可接受程度, 为菠萝果皮等废弃物的开发及利用提供参考和技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

中筋面粉, 新乡良润全谷物食品公司; 安琪酵母,

**基金项目:** 玉林师范学院大学生创新创业训练计划项目 (202110606147)。

**作者简介:** 陈丽娜 (1989—), 女, 硕士, 高级实验师, 研究方向为农产品加工与安全检测。

**通信作者:** 汪磊 (1984—), 男, 博士, 教授, 研究方向为食品化学与营养学。E-mail: wangleimust@163.com。

安琪酵母股份有限公司；菠萝，玉林市百鲜果汇水果店； $\alpha$ -淀粉酶（BR），美国 Sigma Ardrich 化学试剂公司；胃蛋白酶（USP 级）、胰蛋白酶（牛胰）（BR）、糖化酶（BR），上海源叶生物科技有限公司；氢氧化钠、硫酸、无水乙醇、柠檬酸、磷酸二氢钠和磷酸氢二钠等试剂均为分析纯，西陇科学股份有限公司。

## 1.2 仪器与设备

AR224CN 分析天平，奥豪斯仪器（上海）有限公司；JJ500 电子天平，常熟双杰仪器厂；Y13 发酵箱，广州斌创亿厨具；SX2-10-12N 马弗炉，上海一恒科学仪器有限公司；STARTER 2100/3C Pro-F pH 计，奥豪斯仪器（上海）有限公司；H1850R 高速冷冻离心机，湖南湘仪离心机仪器有限公司；SHJ-A4 恒温磁力搅拌水浴锅，常州金坛精达仪器制造有限公司；NS810 色差仪，深圳三恩时科技有限公司；TMS-Pro 质构仪，美国 FTC 公司；UV-5200 紫外分光光度计，上海元析仪器有限公司。

## 1.3 试验方法

### 1.3.1 菠萝果皮粉馒头的制作

参照《粮油检验 小麦粉馒头加工品质评价方法》（GB/T 35991—2018）<sup>[7]</sup>中馒头的制作过程稍加修改，其中菠萝果皮粉按照 3%、6% 和 9% 的比例替代同等比例的中筋小麦粉。馒头的制作过程如下。

工艺流程：菠萝果皮粉的处理→称取原料→和面→发酵→成型→蒸制→冷却→成品。

（1）原材料的准备。准备中筋小麦面粉、菠萝果皮粉、安琪酵母、40℃温水、白砂糖。

（2）和面。取小麦面粉、安琪酵母，放在适量水中（面粉：水=2：1），加入适量白砂糖，根据面粉量添加 0%、3%、6%、9% 的菠萝果皮粉，放在盆中揉搓，揉至馒头光滑亮丽即可。

（3）一次发酵。将揉搓好的馒头置于温度 38℃、湿度 80%RH 左右的恒温发酵箱中进行发酵，40 min 即可出炉。

（4）蒸制。将馒头从发酵箱取出后，进行第 2 次揉搓，然后均匀切割，得到相同大小的馒头，放入蒸锅小火蒸 15 min。

（5）冷却。待计时结束，关火闷 5 min，使其在蒸锅内自然冷却。

### 1.3.2 比容、径高比的测定

采用小米置换法测定馒头的体积，通过体积/质

量计算得到馒头的比容<sup>[8]</sup>。将待测样馒头用游标卡尺分别测出其宽度和高度，通过直径/高度计算得到馒头的径高比。

### 1.3.3 水分和灰分的测定

水分的测定参照《食品安全国家标准 食品中水分的测定》（GB 5009.3—2016）<sup>[9]</sup>；灰分的测定参照《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》（GB 5009.4—2016）<sup>[10]</sup>。

### 1.3.4 菠萝果皮粉馒头质构特性的测定

每种馒头分别取 3 个，用切片机将馒头切割成厚度为 1.5 cm 的馒头片，均匀平整，取中间部分，用 TMS-Pro 质构仪进行测试，重复 5 次。质构仪设置参数：试验采用 TPA 模式；使用 P/36R 圆柱形探头；所选量程 500 N；起始力 10 N；上升高度 40 mm；型变量 50%；测试速度 1 mm·s<sup>-1</sup>；测前速度 3 mm·s<sup>-1</sup>；测后速度 1 mm·s<sup>-1</sup>；时间间隔 2 s。测定指标包括硬度、内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性和黏附性。

### 1.3.5 色度值的测定

用高精度分光色差仪测定菠萝果皮粉馒头的色度。其中，色度 L 值表示黑白（亮度），L 值越高表示馒头越白（亮）；a、b 代表红度和黄度，分别通过色差仪的层透对馒头表皮和馒头芯进行色度测量。

### 1.3.6 馒头感官评价

分别邀请 8 位 20~23 岁适龄青年作为小组评分成员，参考有关文献<sup>[11-12]</sup>，根据弹性、表面光泽、表面结构、内部结构、韧性、黏性和风味对菠萝果皮粉馒头进行感官评价分析，具体评价标准见表 1。

### 1.3.7 食品中膳食纤维的测定

参考《食品中总的、可溶性和不溶性膳食纤维酶-重量法 MES-TRIS 缓冲液》（AOAC 991.43）测定馒头的膳食纤维，对菠萝果皮粉馒头中可溶性膳食纤维和不溶性膳食纤维含量进行比较。

### 1.3.8 体外模拟消化试验

体外模拟消化试验以葡萄糖为标准，参考文献<sup>[13]</sup>使用 3,5-二硝基水杨酸法（3,5-Dinitrosalicylic Acid, DNS）对水解产物的还原糖含量进行测定，稍有修改。

### 1.3.9 数据处理及分析

使用 Excel 和 SPSS 进行数据处理，绘图使用 Origin 8.5 软件制图。其中，显著性分析采用 Duncan 检验， $P > 0.05$  判定为变化不显著， $P < 0.05$  判定为变化显著。



表1 馒头感官评价标准表

项目	总分/分	得分标准	得分/分
弹性	20	手指按压回弹性好	18~20
		手指按压回弹性弱	13~17
		手指按压不回弹或按压困难	5~12
表面色泽	15	光泽性好	12~15
		稍暗	8~11
		灰暗	4~7
表面结构	15	表面光滑	12~15
		皱缩、塌陷、有气泡或者烫斑	4~11
内部结构	20	气孔细腻均一	16~20
		气孔细腻稍微均一, 有个别气泡	12~15
		气孔基本均匀, 过于细密, 有稍多气泡, 气孔均一但结构稍显粗糙	8~11
		气孔不均一或结构很粗糙	2~7
韧性	10	咬劲强	8~10
		咬劲一般	6~7
		咬劲差, 切时掉渣或咀嚼干硬	4~5
黏性	10	爽口不黏牙	8~10
		稍黏牙	6~7
		咀嚼不爽口, 很黏牙	4~5
风味	10	正常菠萝特有的香味	8~10
		滋味平淡	6~7
		有异味	4~5

## 2 结果与分析

### 2.1 菠萝果皮粉添加量对馒头比容和径高比的影响

由表2可知, 随着菠萝果皮粉添加量的增加, 馒头的径高比和比容呈现出不同的变化趋势。径高比值随着菠萝果皮粉添加量的增加而上升, 但其变化不显著。随着菠萝果皮粉添加量的增加, 比容越来越小, 原因可能是菠萝果皮粉的添加使面粉的面筋指数变小, 导致面团持水持气性差, 影响了面团的面筋网络结构, 导致菠萝果皮馒头的比容变小。结果表明菠萝果皮粉的添加对馒头的径高比和比容都有一定影响。

表2 菠萝果皮粉添加量对馒头比容、径高比的影响表

菠萝果皮粉添加量/%	径高比	比容/mL·g <sup>-1</sup>
0	1.20±0.41 <sup>a</sup>	2.00±1.08 <sup>a</sup>
3	1.59±0.63 <sup>a</sup>	1.86±0.85 <sup>a</sup>
6	1.60±0.79 <sup>a</sup>	1.81±0.98 <sup>b</sup>
9	1.64±1.11 <sup>a</sup>	1.75±1.10 <sup>b</sup>

注: 同一列不同字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ), 下同。

### 2.2 菠萝果皮粉添加量对馒头水分和灰分含量的影响

由表3可知, 随着菠萝果皮粉添加量的增加, 馒头中的水分及灰分含量逐渐增加。菠萝果皮粉的加入影响馒头面团内部的结构, 使得馒头变得更细腻厚实, 对馒头的外观也起到一定修饰作用。

表3 菠萝果皮粉添加量对馒头水分和灰分含量的影响表

菠萝果皮粉添加量/%	水分含量/%	灰分含量/%
0	0.26±0.04 <sup>c</sup>	0.0039±0.0001 <sup>c</sup>
3	0.35±0.02 <sup>bc</sup>	0.0041±0.0001 <sup>c</sup>
6	0.46±0.05 <sup>b</sup>	0.0049±0.0002 <sup>b</sup>
9	0.80±0.11 <sup>a</sup>	0.0052±0.0001 <sup>a</sup>

### 2.3 菠萝果皮粉添加量对馒头质构特性的影响

由表4可知, 与空白组相比, 馒头的硬度、咀嚼性显著增大, 内聚性、弹性显著减小, 而黏附性无显著性变化, 胶黏性先降低后升高。菠萝果皮含有的膳食纤维较多, 其纤维素是一种不可被人体分解的物质, 添加菠萝果皮粉, 面筋的筋力会相对减小, 从而影响面筋性质。质构结果表明菠萝果皮粉的大量添加会增大馒头的硬度, 使馒头缺乏弹性且黏牙, 影响馒头品质。

### 2.4 菠萝果皮粉添加量对馒头皮、馒头芯色度的影响

由表5可知, 随着菠萝果皮粉添加量的增加, 馒头皮和馒头芯的  $a$  和  $b$  值显著增加,  $L$  值显著减小。菠萝果皮颜色为浅黄色, 打成粉后与小麦粉混合成暗黄色, 制作出的馒头呈现焦黄色, 随着菠萝果皮粉添加量的增加, 其馒头皮和馒头芯亮度、透光度降低, 红色调和黄色调均上升, 颜色逐渐变暗, 菠萝果皮粉的添加对馒头色差影响显著。

表4 菠萝果皮粉添加量对馒头质构特性的影响表

菠萝果皮粉添加量 /%	硬度 /N	内聚性 /Ratio	弹性 /mm	胶黏性 /N	咀嚼性 /mJ	黏附性 /mJ
0	24.57±1.34 <sup>d</sup>	0.36±0.02 <sup>a</sup>	2.85±0.50 <sup>a</sup>	8.94±0.41 <sup>ab</sup>	12.43±1.15 <sup>c</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>
3	35.15±2.33 <sup>c</sup>	0.22±0.02 <sup>b</sup>	1.85±0.19 <sup>b</sup>	7.90±0.58 <sup>b</sup>	14.56±0.83 <sup>b</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>
6	46.55±1.23 <sup>b</sup>	0.21±0.02 <sup>b</sup>	2.00±0.13 <sup>b</sup>	9.60±0.79 <sup>a</sup>	19.11±0.45 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>
9	51.01±1.50 <sup>a</sup>	0.21±0.02 <sup>b</sup>	2.24±0.21 <sup>b</sup>	9.67±1.42 <sup>a</sup>	21.50±2.44 <sup>a</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>

表5 菠萝果皮粉添加量对馒头色差的影响表

菠萝果皮粉添加量 /%	馒头皮			馒头芯		
	L	a	b	L	a	b
0	80.12±1.61 <sup>a</sup>	-0.02±0.20 <sup>d</sup>	15.40±0.56 <sup>c</sup>	81.86±1.69 <sup>a</sup>	-0.50±0.07 <sup>d</sup>	11.66±0.82 <sup>d</sup>
3	73.92±0.81 <sup>b</sup>	3.86±0.17 <sup>c</sup>	23.06±0.40 <sup>b</sup>	66.70±1.10 <sup>b</sup>	4.16±0.09 <sup>c</sup>	23.64±0.26 <sup>c</sup>
6	60.86±1.03 <sup>c</sup>	7.54±0.11 <sup>b</sup>	30.04±0.35 <sup>a</sup>	59.60±1.19 <sup>c</sup>	6.10±0.31 <sup>b</sup>	27.18±0.39 <sup>b</sup>
9	55.82±1.03 <sup>d</sup>	9.84±0.11 <sup>a</sup>	30.60±0.36 <sup>a</sup>	56.50±1.62 <sup>d</sup>	7.52±0.15 <sup>a</sup>	28.68±0.31 <sup>a</sup>

### 2.5 菠萝果皮粉添加量对馒头感官评价的影响

由表6可知,添加菠萝果皮粉对馒头的感官有一定影响。与空白组相比,馒头的弹性、表面色泽、表面结构、内部结构、韧性、黏性、食味均有显著性变化。当菠萝果皮粉添加量为3%时,馒头的弹性、表面色泽、表面结构、内部结构、韧性、黏性、食味都比较好,整体感官评价接受程度较高,添加量为6%时则次之。随着菠萝果皮粉添加量的增加,除表面结构呈上升后下降的趋势外,其他评价指标均呈现明显的下降趋势,原因是菠萝果皮粉本身呈酸味,加上菠萝果皮粉含有的膳食

纤维量较多,对馒头的发酵和蒸制有一定影响,使得面粉筋含量减少,持气性差,对馒头的结构造成破坏,使得馒头的弹性、表面色泽、表面结构、内部结构、韧性、黏性和食味方面都大打折扣,整体感官品质降低。

### 2.6 菠萝果皮粉添加量对馒头膳食纤维含量影响

由表7可知,随着菠萝果皮粉添加量的增加,菠萝果皮粉馒头的可溶性膳食纤维、不溶性膳食纤维含量以及总膳食纤维含量均呈现显著增加趋势。添加菠萝果皮粉可提高馒头的膳食纤维含量,促进肠道蠕动,帮助人体更好地消化食物。

表6 菠萝果皮粉添加量对馒头感官评价的影响表

菠萝果皮粉添加量 /%	弹性 /分	表面色泽 /分	表面结构 /分	内部结构 /分	韧性 /分	黏性 /分	食味 /分
0	17.50±0.93 <sup>a</sup>	14.00±0.76 <sup>a</sup>	13.38±0.74 <sup>a</sup>	15.13±1.36 <sup>a</sup>	8.13±0.84 <sup>a</sup>	7.50±0.54 <sup>a</sup>	8.25±0.71 <sup>a</sup>
3	16.38±0.62 <sup>b</sup>	12.38±0.74 <sup>b</sup>	13.75±0.74 <sup>a</sup>	13.38±0.74 <sup>b</sup>	7.25±0.46 <sup>b</sup>	6.50±0.76 <sup>b</sup>	6.88±0.64 <sup>b</sup>
6	15.50±0.54 <sup>c</sup>	9.75±0.71 <sup>c</sup>	8.88±0.64 <sup>b</sup>	13.25±0.71 <sup>b</sup>	6.00±0.76 <sup>c</sup>	4.75±0.89 <sup>c</sup>	4.38±0.74 <sup>c</sup>
9	12.50±0.76 <sup>d</sup>	6.63±0.52 <sup>d</sup>	7.50±0.54 <sup>c</sup>	11.13±0.64 <sup>c</sup>	5.50±0.54 <sup>c</sup>	3.13±0.64 <sup>d</sup>	3.38±0.52 <sup>d</sup>

表7 菠萝果皮粉添加量对馒头膳食纤维含量的影响表

菠萝果皮粉添加量 /%	不溶性膳食纤维 /%	可溶性膳食纤维 /%	总膳食纤维 /%
0	0.030±0.001 <sup>d</sup>	1.251±0.006 <sup>d</sup>	1.281±0.005 <sup>d</sup>
3	0.296±0.004 <sup>c</sup>	1.375±0.003 <sup>c</sup>	1.671±0.002 <sup>c</sup>
6	0.486±0.002 <sup>b</sup>	1.436±0.005 <sup>b</sup>	1.922±0.004 <sup>b</sup>
9	0.524±0.008 <sup>a</sup>	1.453±0.010 <sup>a</sup>	1.978±0.005 <sup>a</sup>

### 2.7 菠萝果皮粉添加量对馒头体外模拟消化影响

由图1和图2体外模拟消化结果可知,菠萝果皮粉的添加对馒头模拟消化有一定影响。菠萝果皮粉馒头样品中的淀粉通过酶解转化为葡萄糖,随消化时间的延长,葡萄糖含量整体呈上升趋势,淀粉消化率整体呈升高趋势。与空白组同等时间相比,添加3%、6%、9%的菠萝果皮粉馒头样品中葡萄糖含量和淀粉消化

率均大幅度下降,说明菠萝果皮粉中的膳食纤维可以阻碍消化酶与淀粉的接触,抑制淀粉转化为葡萄糖,同时膳食纤维可以增加肠液黏度,阻碍人体对葡萄糖的吸收。添加6%和9%菠萝果皮粉对馒头样品淀粉消化的影响变化曲线较相近,因此选择6%以下的菠萝果皮粉添加量为宜。



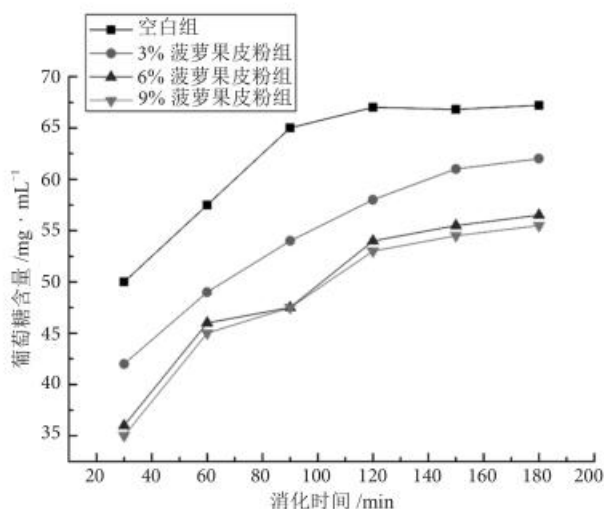


图1 不同菠萝果皮粉馒头体外消化葡萄糖含量的变化图

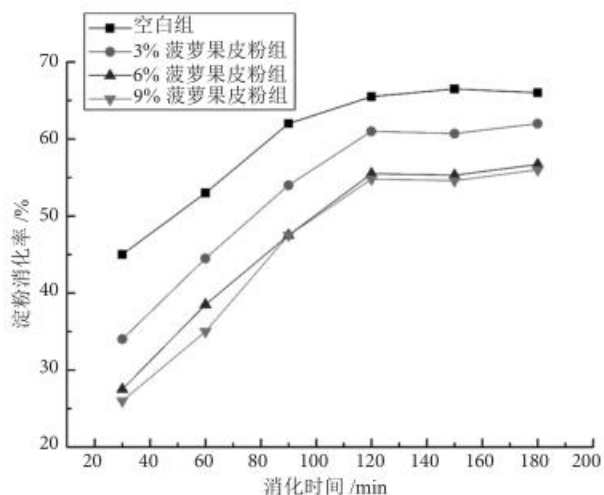


图2 不同菠萝果皮粉馒头体外淀粉消化率的变化图

### 3 结论

本文测定并分析了不同菠萝果皮粉添加量对馒头灰分、水分、色差、质构特性、膳食纤维含量及馒头感官评价等方面的影响。结果表明,随着菠萝果皮粉增加量的增加,馒头的比容、内聚性、弹性、感官评价、亮度和体外淀粉消化率整体呈下降趋势,而水分含量、灰分含量、径高比、硬度、咀嚼型、胶黏性和膳食纤维含量整体呈上升趋势。综合考虑馒头各项指标,在制作馒头工艺中,菠萝果皮粉的添加量不宜过多,最佳添加量为3%,感官评价接受程度较高,可以增加馒头中膳食纤维含量,降低人体对淀粉的消化率。菠

萝果皮粉的添加量超过6%时,馒头的整体感官指标较差,口感欠佳。

### 参考文献

- [1] 林丽静,姜永超,龚霄,等.改性菠萝皮渣膳食纤维添加对饼干品质的影响[J].食品工业,2021,42(2):135-138.
- [2] 陈思好,焦叶,崔波,等.膳食纤维理化特性及其改性方法研究进展[J].食品与机械,2022,38(5):234-240.
- [3] ZHANG W J, LI D F, LIU L, et al. The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs[J]. Journal of Animal Science and Biotechnology, 2013, 4(4):309-315.
- [4] 韩俊娟,木泰华,张柏林.膳食纤维生理功能的研究现状[J].食品科技,2008(6):243-245.
- [5] 周晓玲,黄正勇,梁贵秋,等.南方桑叶保健馒头研制[J].现代农业科技,2014,622(8):263-264.
- [6] 张欣.几种特色馒头的加工制作[J].农产品加工(创新版),2012(4):56.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.粮油检验 小麦粉馒头加工品质评价:GB 35991-2018[S].北京:中国标准出版社,2018.
- [8] 胡红娟.苦荞花叶粉馒头工艺配方研究[J].农产品加工,2016(22):28-29.
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品中水分的测定:GB 5009.3-2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [10] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品中灰分的测定:GB 5009.4-2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [11] 许芳溢,李五霞,吕曼曼,等.苦荞馒头抗氧化品质、体外消化特性及感官评价的研究[J].食品科学,2014,35(11):42-47.
- [12] 安渊.南方馒头实验室制作方法和感官评价体系研究[D].郑州:河南工业大学,2010.
- [13] 苗榕芯.发芽糙米粉和改良剂对面团特性、馒头品质及体外消化的影响[D].哈尔滨:哈尔滨商业大学,2020.