

大豆渣粉在酥性饼干中的应用研究

韩小存^{*}

(郑州旅游职业学院烹饪食品学院, 郑州 450009)

摘 要: 目的 研究大豆渣粉在酥性饼干中的应用, 探究制作酥性饼干面粉中大豆渣粉适宜添加量。**方法** 采用粉质仪和拉伸仪测定大豆渣粉对面团流变学特性的影响, 采用质构仪测定面团和酥性饼干的物性参数, 采用感官分析法评价大豆渣粉对酥性饼干感官品质的影响。**结果** 当大豆渣粉质量分数从 0 增加到 6% 时, 面团稳定时间下降 50.99%, 面团稳定时间小于 3.5 min, 拉伸能量下降 24.36%, 酥性饼干的酥松度感官评分增加 6.81%, 酥性饼干的酥脆性增加 35.14%, 酥性饼干的感官评分变化不显著($P>0.05$)。当大豆渣粉质量分数为 6% 时, 大豆渣酥性饼干感官评分为 66.03 分, 与空白相比, 酥性饼干的感官评分下降幅度小于 10%, 酥性饼干的酥松度达到最大值。当大豆渣粉质量分数超过 6% 时, 酥性饼干的酥松度开始显著下降($P<0.05$), 硬度显著增大($P<0.05$), 饼干的口感变差, 感官评分下降显著($P<0.05$)。**结论** 大豆渣粉在制作酥性饼干的面粉中的适宜添加量为 6%, 在此条件下制作的酥性饼干更加酥脆, 感官品质不仅合格, 而且更具营养价值。

关键词: 大豆渣粉; 面粉; 品质; 酥性饼干

Research on the application of soybean dregs powder in crisp biscuits

HAN Xiao-Cun^{*}

(Cooking Food College, Zhengzhou Tourism College, Zhengzhou 450009, China)

ABSTRACT: Objective To study the application of soybean dregs powder in crisp biscuits, and obtain the appropriate amount of soybean dregs powder for making crisp biscuit flour. **Method** The effects of soybean dregs powder on the rheological properties of the dough was measured by farinograph and extensograph, the physical parameters of the dough and crisp biscuits were measured by texture analyser, and the sensory analysis method was used to evaluate the sensory quality of soybean dregs powder on crisp biscuits. **Results** When the mass fraction of soybean dregs powder increased from 0 to 6%, the stability time of the dough decreased by 50.99%, the stability time of the dough was less than 3.5 minutes, the stretching energy decreased by 24.36%, and the sensory evaluation scores of the crispness of the crisp biscuits increased by 6.81%, the crispness of crisp biscuits increased by 35.14%, and the change of the sensory scores of crisp biscuits was not significantly ($P>0.05$). When the mass fraction of soybean dregs powder was 6%, the sensory scores of soybean dregs crisp biscuits was 66.03 points, compared with the blank, the sensory scores of crisp biscuits decreased by less than 10%, and the crispness of crisp biscuits reached the maximum value. When the mass fraction of soybean dregs powder exceeded 6%, the crispness of crisp biscuits began to decrease, the hardness increased significantly ($P<0.05$), the taste of biscuits became worse, and the sensory score decreased significantly ($P<0.05$). **Conclusion** Soybean dregs powder is suitable for 6% of the flour in the production of crisp biscuits, under this condition, the crisp biscuits are more crisp, the sensory quality is not only qualified, the crisp biscuits

^{*}通信作者: 韩小存, 硕士, 讲师, 主要研究方向为食品营养与检测。E-mail: Han56055606@163.com

^{*}Corresponding author: HAN Xiao-Cun, Master, Lecturer, Zhengzhou Tourism College, Intersection of Yanming Road and Yuxing Avenue, Zhengzhou 450009, China. E-mail: Han56055606@163.com

become more nutritious.

KEY WORDS: soybean dregs powder; flour; quality; crisp biscuits

0 引言

我国既是大豆种植大国,也是豆制品消费大国。据报道,我国大豆年产量约 1500 万 t,每年进口大豆约 9500 万 t,加工消费大豆共计 11000 万 t 大豆,产生约 2000 多万 t 大豆渣^[1]。大豆渣含有较高的蛋白质(32.4%)、脂肪(12.9%)、膳食纤维(41.6%),营养丰富,具有一定的保健功能,对心血管疾病、便秘、肥胖症等具有良好的预防作用^[2-3]。但是,大豆渣口感粗糙,对食品的质构具有一定的负面影响^[4]。随其粒径变小,大豆渣粗糙度变小,甚至可变得光滑细腻,其水溶性、膨胀性、黏度、阳离子交换能力等功能性也将得到改善^[5],对面制品的负面影响显著降低^[6-7],在食品中具有好的应用价值。

饼干是一种重要的休闲食品,营养丰富、口感酥脆,深受消费者喜爱。随着人民生活水平的提高和国家大健康理念的普及,消费者对饼干的要求已趋向于营养化、健康化。向饼干中添加大豆渣粉,开发营养健康的大豆渣饼干,无疑是饼干新产品的发展方向之一。但是,大豆渣粉的营养成分与面粉截然不同^[8-9],将其添加到面粉中,会改变面团的流变学特性及其制品品质^[4]。本研究拟将大豆渣真空低温干燥,水分降至 7.6%,然后采用干法超微粉碎机,将大豆渣超微粉碎,使大豆渣的平均粒径达到 40 μm,再将大豆渣粉以不同比例添加到面粉中,通过研究超微粉碎大豆渣粉对面团流变学特性及其制品品质的影响,得出大豆渣粉的适宜添加量,以期制备出营养价值更高、感官品质良好的大豆渣酥性饼干,也为大豆渣深度开发和生产营养健康的面制食品提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

小麦粉(特一粉,河南省雪健实业有限公司);超微大豆渣粉(蛋白质 32.4%、脂肪 12.9%、膳食纤维 41.6%、灰分 4.4%、水分 7.6%、其他 1.1%,平均粒径为 40 μm,自制);白

砂糖、饴糖、起酥油、奶油、柠檬酸、食盐、小苏打、碳酸氢铵、鸡蛋、奶粉均为市售;实验室用水均为一级纯净水。

1.2 仪器与设备

JMLD150 型拉伸仪(北京东方孚德技术发展中心);SS-2A 型和面机(广州三麦机械设备有限公司);JFZD 型粉质仪(北京东方孚德技术发展中心);TA.XT. plus 型质构分析仪(英国 Stable Micro Systems 公司);YXD-20 型烤箱(上海红联机械电器制造有限公司);HL120 型和面机(深圳市招财猫酒店设备用品有限公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 大豆渣粉添加

在面粉中分别添加大豆渣粉,使大豆渣粉的质量分数为 0、2%、4%、6%、8%、10%,然后混合均匀,备用。

1.3.2 面团粉质特性实验方法

大豆渣粉对面团粉质特性的影响实验,按照 GB/T 14614—2019《粮油检验 小麦粉面团流变学特性测试 粉质仪法》进行。

1.3.3 面团拉伸特性实验方法

大豆渣粉对面团拉伸特性的影响实验,按照 GB/T 14615—2019《粮油检验 小麦粉面团流变学特性测试 拉伸仪法》进行。

1.3.4 酥性饼干的制作方法

按照 1.3.1 比例在面粉中分别添加大豆渣粉,混合均匀代替面粉使用。其他物料:水、白砂糖、饴糖、起酥油、奶油、柠檬酸、食盐、小苏打、碳酸氢铵、鸡蛋、奶粉的添加比例,以及酥性饼干的制作方法及其操作标准,按照行业标准 LS/T 3206—1993《酥性饼干用小麦粉》规定的方法进行。

1.3.5 酥性饼干的感官评价方法

培训 10 位有酥性饼干感官评价经验的成员,组成感官品尝评价小组,对酥性饼干指标进行品尝评价。酥性饼干感官评定方法按照 LS/T 3206—1993 进行并作略微修改,感官评价方法见表 1。该酥性饼干感官评定的满分为 75 分。

表 1 酥性饼干感官评定标准
Table 1 Sensory evaluation criteria of crisp biscuits

项目	满分	评分标准
花纹	10	花纹明显、清晰扣 0 分;不明显扣 0.5 分;无花纹扣 1 分
形态	10	不完整扣 0.2 分;起泡扣 0.3 分;不端正扣 0.2 分;凹底 1/3 扣 0.2 分;凹底 1/5 扣 0.1 分
粘牙度	10	轻微粘牙扣 0.25 分;较粘牙扣 0.5 分
酥松度	20	很酥松扣 0 分;较酥松扣 0.5 分;不酥松扣 2 分
口感粗糙度	15	很粗糙扣 1.5 分;较粗糙扣 0.5 分;细腻扣 0 分
组织结构	10	均匀扣 0 分;轻微不均匀扣 0.25 分;较不均匀扣 0.5 分;不均匀扣 1 分
总分		75 分

1.3.6 酥性饼干面团的质构测定

取 1.3.4 调制好的酥性饼干面团, 置于质构仪载物台上, 测定面团的硬度与粘着性; 取 1.3.4 制作好的酥性饼干, 置于质构仪载物台上, 测定饼干的酥脆性、硬度、脆性和咀嚼性, 探头选用 P/2, 实验参数参照陈烨等^[10]的报道, 质构仪设置为穿刺实验模式。

1.3.7 数据处理

每组实验均作 3 个平行, 结果均以平均值±标准偏差表示。运用 SPSS 19.0 软件, 对实验数据进行显著性分析, $P<0.05$ 表示有统计学差异。

2 结果与分析

2.1 大豆渣粉对面团粉质特性的影响

大豆渣粉对面团粉质特性的影响结果见表 2 所示。

由表 2 可知, 大豆渣粉质量分数从 0 增加到 10%时, 面团吸水率逐渐增加($P<0.05$), 增加了 28.21%, 由此可见, 大豆渣粉吸水能力比面粉高, 所调制的面团比较硬; 面团形成时间增加了 60.33%, 这表明大豆渣粉延缓了面

团的形成, 需要延长和面时间才能达到面团调制效果; 面团稳定时间下降了 75.21%; 面团弱化度增加了 23.98%, 这表明大豆渣粉使面团的耐搅拌力下降, 即降低了面团的面筋强度; 面团的粉质指数下降了 9.23%。大豆渣粉中非面筋蛋白质和膳食纤维含量比较高, 可能稀释和破坏了面团的面筋网络结构, 导致面团的稳定时间下降^[11]。稳定时间是面团粉质特性最重要的指标, 饼干用小麦粉粉质曲线稳定时间小于 3.5 min^[12], 当面粉中大豆渣粉质量分数达到 6%时, 面团稳定时间下降了 50.99%, 面团的稳定时间小于 3.5 min, 混合粉可用于制作饼干。总之, 大豆渣粉由于蛋白质和膳食纤维含量比面粉高, 且大豆蛋白为非面筋蛋白, 因此, 面团的吸水率增加, 形成时间延长。另外, 大豆渣粉的加入破坏了面筋网络组织结构, 使面团稳定时间下降, 弱化度增加, 粉质指数下降。但是, 这反而有利于制作糕点、酥性饼干等需要低筋粉制作的食品。

2.2 大豆渣粉对面团拉伸特性的影响

大豆渣粉对面团拉伸特性的影响实验结果见表 3 所示。

表 2 大豆渣粉对面团粉质特性的影响
Table 2 Effects of soybean dregs powder on dough quality characteristics

添加量/%	面团吸水率/%	面团形成时间/min	面团稳定时间/min	面团弱化度/Fu	粉质指数
0	63.92±2.51 ^f	6.15±0.23 ^e	7.06±0.51 ^a	70.24±4.32 ^e	126.17±6.02 ^e
2	66.83±2.82 ^e	7.74±0.31 ^c	7.47±0.52 ^a	79.53±4.83 ^d	136.24±7.09 ^b
4	69.84±3.12 ^d	5.86±0.22 ^f	5.68±0.34 ^b	80.19±4.92 ^{cd}	147.53±8.25 ^a
6	72.70±3.31 ^c	7.16±0.23 ^d	3.46±0.23 ^c	81.24±5.03 ^{bc}	115.61±6.31 ^{de}
8	76.25±3.53 ^b	8.24±0.31 ^b	2.36±0.12 ^d	85.38±5.34 ^{ab}	119.25±7.46 ^d
10	81.95±3.82 ^a	9.86±0.42 ^a	1.75±0.12 ^e	87.09±5.41 ^a	114.52±5.07 ^e

注: a~f: 同列不同小写字母表示具有显著性差异, $P<0.05$, 下同。

表 3 大豆渣粉对面团拉伸特性的影响
Table 3 Effects of soybean dregs powder on the tensile properties of dough

添加量/%	拉伸能量/cm ²	延伸度/mm	拉伸阻力/EU	最大拉伸阻力/EU	拉伸比/(EU/mm)	最大拉伸比/(EU/mm)
0	66.35±5.06 ^a	114.37±8.15 ^a	370.53±18.09 ^d	429.62±47.13 ^a	3.24±0.21 ^e	3.76±0.32 ^d
2	58.41±4.23 ^b	98.25±7.04 ^b	400.46±41.22 ^b	436.15±48.31 ^a	4.08±0.31 ^c	4.44±0.41 ^b
4	52.17±3.05 ^c	96.38±7.13 ^b	378.45±19.07 ^c	402.36±24.15 ^b	3.93±0.32 ^{cd}	4.17±0.32 ^d
6	50.19±3.07 ^c	87.31±6.05 ^c	419.18±42.30 ^a	424.42±26.32 ^a	4.80±0.51 ^a	4.86±0.53 ^a
8	41.26±2.04 ^d	82.37±5.24 ^d	372.62±18.21 ^d	376.52±22.13 ^c	4.52±0.42 ^a	4.57±0.43 ^a
10	38.32±2.02 ^d	80.27±5.11 ^d	348.24±17.03 ^d	350.26±21.20 ^d	4.34±0.31 ^b	4.36±0.34 ^{bc}

从表 3 可知,大豆渣粉质量分数从 0 增加到 10%时,面团拉伸能量呈下降趋势,添加 6%时拉伸能量下降 24.36%,添加 10%则下降达 42.24%;面团的延伸度下降了 29.81%,这说明大豆渣粉降低了面团的延伸性,使面团的硬度和脆性增加。面团的拉伸阻力呈先上升后下降趋势,添加 6%时,面团的拉伸阻力增加 13.12%,由此可见,少量添加大豆渣粉增加了面团的强度。拉伸比是拉升阻力和延伸度的比值,面团的拉伸比总体上呈先上升后下降趋势,添加 6%时,拉伸比增加 48.15%,这说明添加大豆渣粉后,面团的拉伸阻力增加幅度超过延伸度的变化幅度,从而造成即使延伸度一直下降,但拉伸比变化趋势跟拉伸阻力保持一致。最大拉升阻力和最大拉伸比的变化趋势同拉伸阻力和拉伸比。在面团拉伸特性指标中,拉伸能量最重要^[13-14],拉伸能量是拉伸阻力和延伸度所包围成图形的积分面积,与两者数值成正比,拉伸能量越大,面团网络结构的强度和稳定性越好,越有利于制作需要高筋粉制作的

食品;反之,拉伸能量越小,越有利于制作需要低筋粉制作的食品,如糕点、酥性饼干等^[15]。大豆渣粉降低了面团的拉伸能量,因此,在面粉中添加大豆渣粉,有利于制作糕点、酥性饼干等需要低筋粉制作的食品。

2.3 大豆渣粉对酥性饼干感官评分的影响

大豆渣粉对酥性饼干感官评分的影响见表 4。
从表 4 数据可知,大豆渣粉对酥性饼干的花纹评分影响较小,对其他指标评分影响较大。大豆渣粉质量分数从 0 增加到 10%时,酥性饼干的花纹评分下降 4.5%,形态评分下降 15.4%,粘牙度评分下降 14.1%,口感粗糙度评分下降 17.1%,组织结构评分下降 23.8%,酥松度评分在大豆渣粉质量分数 2%~6%范围内上升,添加 6%时,酥松度评分增加 6.81%,超过 6%后,酥松度显著下降($P<0.05$);当大豆渣粉质量分数为 0~6%,对酥性饼干感官评分影响不显著($P>0.05$),超过 6%时,酥性饼干感官评分显著下降。

表 4 大豆渣粉对酥性饼干感官评分的影响
Table 4 Effects of soybean dregs powder on the sensory scores of crisp biscuits

项目	满分	添加量/%					
		0	2	4	6	8	10
花纹	10	9.96±0.32 ^a	9.95±0.32 ^a	9.83±0.31 ^a	9.64±0.28 ^b	9.52±0.26 ^b	9.51±0.26 ^b
形态	10	9.52±0.26 ^a	9.51±0.25 ^a	9.51±0.25 ^a	9.03±0.23 ^b	9.01±0.22 ^b	8.05±0.18 ^c
粘牙度	10	9.92±0.31 ^a	9.82±0.29 ^a	9.81±0.29 ^a	9.52±0.25 ^b	9.01±0.23 ^c	8.52±0.21 ^d
酥松度	20	17.63±0.82 ^c	18.42±0.91 ^b	18.51±0.82 ^b	18.83±0.83 ^a	15.82±0.62 ^d	13.61±0.52 ^e
口感粗糙度	15	14.53±0.82 ^a	13.52±0.71 ^b	13.52±0.72 ^b	13.23±0.62 ^b	12.13±0.54 ^c	12.04±0.51 ^c
组织结构	10	9.25±0.52 ^a	8.24±0.43 ^b	8.15±0.41 ^b	7.56±0.33 ^c	7.04±0.23 ^d	7.05±0.21 ^d
总分	75	69.32±3.54 ^a	68.94±3.43 ^a	68.65±3.24 ^a	67.03±3.12 ^a	62.04±2.81 ^b	58.52±2.62 ^c

注: a~d: 同行不同小写字母表示具有显著性差异, $P<0.05$ 。

酥松度是酥性饼干感官最重要的指标,当大豆渣粉质量分数小于 6%时,能够增加酥性饼干的酥松度,此时,酥性饼干的感官评分下降幅度小于 10%,不具显著性。因此,在酥性饼干中,大豆渣粉质量分数的适宜量为 6%。由于酥性饼干粉是低筋粉,对面筋含量的要求不高,口感需要酥脆,因此,在酥性饼干中适当添加一定比例的大豆渣粉,不仅提高了酥性饼干的酥松度,而且感官品质的影响相对较小^[16]。

2.4 大豆渣粉对面团质构的影响

大豆渣粉对面团质构的影响见表 5。
从表 5 可知,随着大豆渣粉质量分数的增加,酥性饼干面团的硬度增加,面团的粘着性下降。由于大豆渣粉中的蛋白质和膳食纤维含量较高,吸水性比面粉强^[17],因此,面团的硬度逐渐增大。当大豆渣粉质量分数达到 6%时,面团的硬度增加显著,粘着性显著下降。有研究显示,随着

面团弹性和粘着性的下降,面团的加工性能下降^[10],进而降低酥性饼干的品质。因此,通过对面团质构特性的综合研究和分析^[18],本研究确定大豆渣粉质量分数在 6%为宜。

2.5 大豆渣粉对酥性饼干质构的影响

大豆渣粉对酥性饼干质构的影响见表 6。
表 5 大豆渣粉对面团质构的影响
Table 5 Effects of soybean dregs powder on dough texture

添加量/%	硬度/g	粘着性/(g·sec)
0	39.42±2.21 ^d	-19.15±0.93 ^a
2	39.86±2.24 ^d	-23.36±0.81 ^{ab}
4	40.46±2.41 ^d	-29.62±1.24 ^{bc}
6	45.89±2.45 ^c	-33.47±1.41 ^d
8	49.43±2.81 ^b	-40.31±1.95 ^e
10	54.46±2.92 ^a	-52.68±2.13 ^f

表 6 大豆渣粉对酥性饼干质构的影响
Table 6 Effects of soybean dregs powder on the texture of crisp biscuits

添加量/%	酥脆性/(g/sec)	硬度/g	脆度/mm	咀嚼性/(g/sec)
0	0.313±0.011 ^c	327.158±15.315 ^c	5.44±0.407 ^c	943.196±44.184 ^d
2	0.362±0.014 ^d	397.305±18.348 ^b	6.38±0.506 ^b	1023.235±22.173 ^c
4	0.392±0.015 ^c	404.578±19.648 ^b	7.39±0.556 ^b	1136.327±38.144 ^c
6	0.423±0.015 ^a	438.215±21.347 ^b	8.21±0.605 ^b	1283.614±40.131 ^b
8	0.409±0.017 ^c	546.346±25.217 ^a	9.23±0.675 ^a	1523.156±51.125 ^a
10	0.412±0.018 ^b	566.578±28.359 ^a	10.28±0.704 ^a	1603.273±60.106 ^a

从表 6 可知,随着大豆渣质量分数的增加,酥性饼干的酥脆性先增加后下降,硬度、脆度、咀嚼性则逐渐增加。酥脆性是酥性饼干的重要指标,酥脆性越好,则饼干的口感越好^[19-20]。大豆渣粉质量分数为 6%时,酥脆性最好,酥脆性增加 35.14%,结合表 4 中的酥松度可知,大豆渣粉质量分数为 4%~6%时酥松度最好,这说明质构仪所测定的酥脆性和感官测定的酥松度结果较为一致。大豆渣粉质量分数超过 6%时,饼干的硬度显著增加($P<0.05$),而且增加幅度较大。因此,从硬度指标考虑,酥性饼干中大豆渣粉质量分数不宜超过 6%。脆度反应饼干内部结构的致密性,脆度越大,致密性越高,饼干的脆度和酥脆性、硬度指标相关^[21]。大豆渣粉质量分数超过 6%时,脆度显著增大,这是由于大豆渣粉中的膳食纤维填充了饼干中的组织空隙,使其质地更加致密,从而导致脆度增加。咀嚼性是咀嚼食物所做的功,咀嚼性越大,说明饼干越硬,这与硬度指标反映的意义相似^[21]。从大豆渣质量分数和饼干质构指标酥脆性、硬度、脆度、咀嚼性的关系可知,大豆渣质量分数为 6%左右时,酥性饼干品质达到最好区域范围。

3 结论与讨论

大豆渣粉质量分数为 6%时,无论是大豆渣酥性饼干感官指标酥松度,还是质构指标酥脆性,都达到最大值。但是,大豆渣粉对酥性饼干与感官评分中的花纹、形态、粘牙度、口感粗糙度、组织结构存在有负相关作用,因此,大豆渣酥性饼干的感官评分总体呈下降趋势。但是,当大豆渣粉质量分数为 6%时,大豆渣酥性饼干感官评分为 66.03 分,与空白相比,酥性饼干的感官评分下降幅度小于 10%,不具统计学差异。大豆渣粉质量分数超过 6%时,饼干的酥脆性显著下降,硬度也显著增大,酥性饼干口感变差,感官评分显著下降。因此,大豆渣粉在酥性饼干中的适宜添加量为 6%。

大豆渣粉的营养成分为:蛋白质 32.4%、脂肪 12.9%、膳食纤维 41.6%、灰分 4.4%,而饼干粉的营养成分为:蛋白质 8.0%、脂肪 1.7%、膳食纤维 2.5%、灰分 0.4%。对比可知,大豆渣粉中蛋白质、脂肪、膳食纤维、灰分比饼干粉的高。因此,在面粉中添加大豆渣粉,能够提高面粉中蛋白质、

脂肪、膳食纤维、灰分的含量,从而提高面粉的营养价值,进而提高了酥性饼干的营养价值,为开发营养型酥性饼干提供良好条件,满足我国人民对营养食品的需求。

通过大豆渣粉在酥性饼干中的应用研究,发现适量添加大豆渣粉有利于制作酥性饼干,尤其对酥性饼干的酥松度具有有利作用。在评价酥性饼干品质时,所采用的感官评价和质构评价都有其优点和缺点,综合 2 种方法评判产品的品质,具有重要参考价值^[22]。本研究结合感官评价和质构评价,相辅相成,质构测定的酥脆性、硬度、脆度与感官指标酥松度评价结果相互验证,更具有参考价值,同时,感官评价也弥补了质构无法测定酥性饼干花纹、形状等指标的缺陷,为大豆渣粉的开发利用提供更为科学、全面的基础数据。

参考文献

[1] 喻远东,张喻.豆渣的价值及加工利用分析探讨[J].粮食科技与经济,2018,43(6):114-115.
YU YD, ZHANG Y. Analysis and discussion on the value and processing and utilization of soybean dregs [J]. Grain Sci Technol Econ, 2018, 43(6): 114-115.

[2] 刘原媛.大豆发酵食品对机体的保健作用[J].食品与发酵科技,2020,56(4):65-68.
LIU YY. The health function of fermented soybean food to the body [J]. Food Ferment Sci Technol, 2020, 56(4): 65-68.

[3] 贺丽珍,郑宗平,陈洪彬,等.可溶性大豆多糖在食品领域中应用研究进展[J].现代食品,2021,(6):37-39.
HE LZ, ZHENG ZP, CHEN HB, et al. Research progress in the application of soluble soybean polysaccharides in food [J]. Mod Food, 2021, (6): 37-39.

[4] 王苏闽.豆渣膳食纤维对面团流变学特性的影响[J].安徽农业科学,2010,15(38):8194-8196.
WANG SM. The effect of soybean dregs dietary fiber on the rheological properties of dough [J]. J Anhui Agric Sci, 2010, 15(38): 8194-8196.

[5] 谢怡斐,田少君,马燕,等.超微粉碎对豆渣功能性质的影响[J].食品与机械,2014,30(2):7-11.
XIE YF, TIAN SJ, MA Y, et al. The effect of ultrafine pulverization on the functional properties of bean dregs [J]. Food Mach, 2014, 30(2): 7-11.

[6] 齐惠,倪春蕾,尹园,等.不同处理方法对豆渣水溶性膳食纤维结构与功能的影响[J].食品工业科技,2016,37(16):61-66.

- QI H, NI CL, YIN Y, *et al.* The effect of different treatment methods on the structure and function of soybean dregs water-soluble dietary fiber [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2016, 37(16): 61–66.
- [7] 叶韬, 陈志娜, 尹琳琳, 等. 超微豆渣部分替代面粉对广式月饼品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2017, 36(6): 256–260.
- YE T, CH ZN, YIN LL, *et al.* Effects of partial replacement of flour with ultra-micro bean dregs on the quality of Cantonese-style mooncakes [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2017, 36(6): 256–260.
- [8] 林德荣, 涂宗财, 阮榕生, 等. 提高大豆膳食纤维中可溶性成分的方法[J]. *粮食加工*, 2008, 33(5): 39–41.
- LIN DR, TU ZC, RUAN RS, *et al.* The craft of improving soluble dietary fiber (SDF) content in soybean dregs [J]. *Grain Process*, 2008, 33(5): 39–41.
- [9] 李傲辰. 大豆的主要营养成分及营养价值研究进展[J]. *现代农业科技*, 2020, (23): 213–218.
- LI AOC. Main nutritional components and values of soybean [J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2020, (23): 213–218.
- [10] 陈烨, 段曼燕, 严成, 等. 玫瑰花粉对面团流变学特性及酥性饼干品质的影响[J]. *食品工业科技*, 2020, 41(19): 67–77.
- CHEN Y, DUAN MY, YAN C, *et al.* The effect of rose pollen on the rheological properties of dough and the quality of crisp biscuits [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2020, 41(19): 67–77.
- [11] 马倩影. 大豆营养面包工艺优化[J]. *农产品加工*, 2020, (10): 35–38.
- MA QY. Process optimization of sybean nutritional bread [J]. *Farm Prod Process*, 2020, (10): 35–38.
- [12] 李浪. 小麦面粉品质改良与检测技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- LI L. Quality improvement and detection technology of wheat flour [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2008.
- [13] 崔丽琴, 崔素萍, 马平, 等. 豆渣粉对面团特性及面团微观结构的影响[J]. *食品工业科技*, 2014, 35(5): 75–82.
- CUI LQ, CUI SP, MA P, *et al.* The effect of bean dregs powder on dough characteristics and dough microstructure [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2014, 35(5): 75–82.
- [14] 宋莲军, 李争艳, 耿瑞玲. 豆渣对面团流变学特性及面条质量的影响[J]. *河南农业大学学报*, 2011, 45(2): 241–246.
- SONG LJ, LI ZY, GENG RL. Effects of bean dregs on rheological properties to dough and craft bean dregs noodle [J]. *J Henan Agric Univ*, 2011, 45(2): 241–246.
- [15] 田纪春. 谷物品质测试理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- TIAN JC. Theories and Methods of Grain Quality Test [M]. Beijing: Science Press, 2006.
- [16] 孙禹凡, 齐宝坤, 廖一, 等. 水酶法豆渣对酥性饼干品质及消化性影响的研究[J]. *中国油脂*, 2019, 44(2): 113–117.
- SUN YF, QI BK, LIAO Y, *et al.* Study on the effect of soybean dregs by water enzymatic method on the quality and digestibility of crisp biscuits [J]. *China Oils Fats*, 2019, 44(2): 113–117.
- [17] 胡云峰, 陈媛媛, 路敏, 等. 豆渣混合粉面团特性及馒头品质的影响研究[J]. *食品科技*, 2015, 40(12): 112–116.
- HU YF, CHEN YY, LU M, *et al.* Study on the effect of bean dregs mixed flour dough characteristics and steamed bread quality [J]. *Food Sci Technol*, 2015, 40(12): 112–116.
- [18] 蒙名燕, 李汴生, 阮征, 等. 食品质构的仪器测量和感官测试之间的相关性[J]. *食品工业科技*, 2006, (9): 198–201, 206.
- MENG MY, LI BS, RUAN Z, *et al.* The correlation between instrumental measurement and sensory testing of food texture [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2006, (9): 198–201, 206.
- [19] 张丽. 测试条件对食品质构特性的影响[J]. *农产品加工*, 2017, (10): 54–55, 58.
- ZHANG L. The influence of test conditions on food texture characteristics [J]. *Farm Prod Process*, 2017, (10): 54–55, 58.
- [20] 李春红, 潘家荣, 张波. 物性测试仪对休闲食品酥脆性的测量[J]. *现代科学仪器*, 2008, 25(6): 59–62.
- LI CH, PAN JR, ZHANG B. Measurement of crispness of snack food by physical property tester [J]. *Mod Sci Instrum*, 2008, 25 (6): 59–62.
- [21] 解伟妮, 陈建杨. 食品脆度的客观表征及其通用测量公式的研究[J]. *食品科学*, 2011, 31(3): 150–152.
- XIE WN, CHEN JY. Study on the objective characterization of food crispness and its general measurement formula [J]. *Food Sci*, 2011, 31(3): 150–152.
- [22] 罗海澜, 豆康宁, 张群芝, 等. 香菇粉对面团特性和酥性饼干品质的影响[J]. *食品安全质量检测学报*, 2021, 12(13): 5380–5387.
- LUO HL, DOU KN, ZHANG QZ, *et al.* Effects of mushroom powder on dough properties and crisp biscuit quality [J]. *J Food Saf Qual*, 2021, 12(13): 5380–5387.

(责任编辑: 郑 丽 于梦娇)

作者简介

韩小存, 硕士, 讲师, 主要研究方向为食品营养与检测。

E-mail: Han56055606@163.com