

金针菇苏打饼干的制作工艺研究及质构分析

林琳¹, 邵馨漫¹, 刘蒲蘋², 王占龙³, 李雪⁴, 郭红珍^{1,*}

(1. 廊坊师范学院生命科学学院, 河北 廊坊 065000; 2. 河北省食药菌资源高值利用技术创新中心, 河北 廊坊 065000; 3. 河北省高校食药菌资源开发应用技术研发中心, 河北 廊坊 065000; 4. 廊坊市食品营养与安全重点实验室, 河北 廊坊 065000)

摘要:通过单因素试验和正交试验, 研究第1次发酵时间、小苏打添加量、金针菇粉添加量及酵母添加量对金针菇苏打饼干感官品质的影响, 确定饼干的最佳制备工艺及配方。通过质构分析及显著性分析, 判断金针菇粉的添加对苏打饼干品质的影响。结果表明, 金针菇苏打饼干最佳制备工艺配方为: 第1次发酵时间 1.5 h, 小苏打添加量 1.2%, 金针菇粉添加量 4%, 酵母添加量 1.0%; 添加金针菇粉与未添加金针菇粉的苏打饼干质构分析(TPA)结果显示, 未添加金针菇粉饼干的 TPA 参数值(硬度、胶黏性、咀嚼性、脆性、弹性、黏着性)均高于添加金针菇粉的饼干, 其中, 金针菇粉的添加对苏打饼干的咀嚼性影响显著($P < 0.05$)。

关键词:金针菇; 苏打饼干; 工艺研究; 质构分析

Study on Technology of *Flammulina velutipes* Soda Biscuit and Texture Analysis

LIN Lin¹, SHAO Xin-man¹, LIU Pu-pin², WANG Zhan-long³, LI Xue⁴, GUO Hong-zhen^{1,*}

(1. College of Life Sciences, Langfang Normal University, Langfang 065000, China; 2. Hebei High Value Utilization Technology Innovation Center of Edible and Medicinal Fungi Resources, Langfang 065000, China; 3. Hebei University Edible and Medicinal Fungi Resources Development and Application Technology R&D Center, Langfang 065000, China; 4. Langfang Key Laboratory of Food Nutrition and Safety, Langfang 065000, China)

Abstract: The effects of the first fermentation time, the adding amount of baking soda, *Flammulina velutipes* powder and yeast on the sensory quality of *Flammulina velutipes* soda biscuits were studied by single factor and orthogonal tests, and the best technique recipe of *Flammulina velutipes* soda biscuit was determined. The effect of addition of *Flammulina velutipes* powder on the quality of soda biscuits was judged by texture analysis and significance analysis. The results showed that the optimal recipe of *Flammulina velutipes* soda biscuit was as follows: the first fermentation time 1.5 h, addition of baking soda 1.2%, adding amount of *Flammulina velutipes* powder 4%, and addition of yeast 1.0%. The texture analysis results showed that the TPA values (hardness, stickiness, chewiness, brittleness, elasticity, adhesiveness) of the biscuits without *Flammulina velutipes* powder were higher than those biscuits with *Flammulina velutipes* powder. Among which, the effect of *Flammulina velutipes* powder addition on chewability of soda biscuits was significant ($P < 0.05$).

Key words: *Flammulina velutipes*; soda biscuits; technique study; texture analysis

基金项目: 河北省科技厅重点研发计划自筹资金项目(18227146); 廊坊师范学院校级“大学生创新创业训练计划”项目(Y202110100009)

作者简介: 林琳(1986—), 女, 汉族, 博士, 讲师, 研究方向: 功能性食品。

*通信作者: 郭红珍, 硕士, 副教授, 研究方向: 功能性食品的研究与开发。

中图分类号: TS213.22

文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.1009-6221.2023.01.007

饼干口感好且价格适中, 保质期长, 携带方便, 深受消费者的喜爱。目前, 饼干销售量日益增加, 具有良好的市场发展前景^[1]。根据配方和工艺的不同, 可将饼干分为酥性饼干、韧性饼干、发酵饼干等几大类^[2]。其中热量最低的是发酵饼干中的苏打饼干, 其也是一种弱碱性食品, 可平衡人体内酸碱度, 是爱美、减肥人士的首选^[3]。金针菇营养丰富, 且具有一定的药用价值及保健功效, 开发利用前景广阔。100 g 干金针菇中含蛋白质 31.23 g, 糖类 60.20 g, 粗脂肪 5.78 g, 膳食纤维 3.34 g, 且富含胡萝卜素和多种维生素^[4]。金针菇又名“增智菇”, 其有利于儿童智力的增长, 因此建议处于脑部发育和智力增长关键期的儿童多食用^[5]。金针菇能有效调节血糖。黄家莉^[6]从金针菇中提取的水不溶性膳食纤维, 可用于调节人体血糖水平。本研究拟考察金针菇苏打饼干的制备工艺配方以及影响其品质的主要因素。试验通过在原料中添加金针菇粉, 研究出一种口感细腻, 组织松脆, 并具有良好保健功效的

苏打饼干, 扩充饼干品种, 同时为金针菇精深加工及利用提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料与试剂

低筋面粉(新良蛋糕粉, 蛋白质含量8.5%)、干酵母(安琪高活性酵母)、小苏打、黄油、食盐、白砂糖、水、食用油, 均购于家乐福超市。金针菇粉, 购于庆元县绿尔佳食品有限公司。

1.1.2 仪器与设备

VH-24 型远红外线食品烘炉、VF-12C 型面包醒发箱, 中国杭州赛利食品机械有限公司; T500Y 型电子天平, 美国双杰公司; TMS-Pro 质构仪, 美国 FTC 公司。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程

面粉、金针菇粉、盐、小苏打、糖混合均匀 $\xrightarrow[\text{黄油加热融化}]{\text{酵母+水融化}}$ 混合成面团 → 第一次发酵 → 整形 → 醒发 → 焙烤

1.2.2 操作要点

金针菇苏打饼干的制备按以下要点进行操作。
①将面粉与金针菇粉过筛至盆中, 放入盐、小苏打和糖, 混合均匀; ②将黄油隔热水融化, 将酵母放入温水中使其融化, 然后将黄油和酵母溶液倒入面粉中, 用橡皮刮刀拌匀, 混合成面团; ③用保鲜膜将面团封好, 静置于醒发箱中 25 ℃ 发酵 1 h, 用擀面杖将面团擀成不超过 2 cm 的薄片; ④用模具进行整形, 烤盘上刷食用油, 将整形好的饼干生坯摆放至烤盘上, 饼干间留少许空隙; ⑤用叉子在饼干中间叉孔以利于排气, 静置发酵 10 min; ⑥烤箱预热 10 min, 180 ℃ 上下火烘焙 8~10 min, 期间注意观察上色情况。

1.2.3 单因素试验设计

金针菇苏打饼干基本制作工艺参照田春美等^[7]和李娜等^[8]的方法, 略有调整。

基本制作工艺及配方: 面粉 100 g, 金针菇粉 10 g, 盐 1.2 g, 小苏打 1.2 g, 糖 16 g, 黄油 20 g, 酵母 1.4 g, 温水 40 g, 第 1 次发酵时间 1 h, 180 ℃ 上下火烘焙 8~10 min 后取出冷却。原料添加以占面粉添加量的质量分数计。

1.2.3.1 第 1 次发酵时间对饼干感官品质的影响

固定基本制作工艺及配方中其他条件不变, 考察第 1 次发酵时间分别为 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 h 时对金针菇苏打饼干感官品质的影响。

1.2.3.2 小苏打添加量对饼干感官品质的影响

固定基本制作工艺及配方中其他条件不变, 考察小苏打添加量分别为 0.8%、1.2%、1.6%、2.0%、2.4% 时对金针菇苏打饼干感官品质的影响。

1.2.3.3 金针菇粉添加量对饼干感官品质的影响

固定基本制作工艺及配方中其他条件不变, 考察金针菇粉添加量分别为 4%、7%、10%、13%、16% 时对金针菇苏打饼干感官品质的影响。

1.2.3.4 酵母添加量对饼干感官品质的影响

固定基本制作工艺及配方中其他条件不变, 考察酵母添加量分别为 0.6%、1.0%、1.4%、1.8%、2.2% 时对金针菇苏打饼干感官品质的影响。

1.2.4 正交试验

在单因素试验结果的基础上, 选取第 1 次发酵时间、小苏打添加量、金针菇粉添加量及酵母添加量为金针菇苏打饼干感官品质的主要影响因素, 以产品感

官评分为考察指标,采用 $L_9(3^4)$ 试验设计方案进行正交试验,筛选产品最佳制作工艺及配方。正交试验因素及水平如表1所示。

表1 正交试验因素及水平表
Table 1 Factors and levels of orthogonal test

水平	因素			
	A 第1次发酵时间/h	B 小苏打添加量/%	C 金针菇粉添加量/%	D 酵母添加量/%
1	1.0	0.8	4	1.0
2	1.5	1.2	7	1.4
3	2.0	1.6	10	1.8

1.2.5 金针菇苏打饼干感官评定

由10名食品专业相关人员进行感官评价。评价过程中,品评人员相互之间不可进行交谈,样品采用3位数随机编码,每位品评员在品评不同种类样品之前要使用纯净水净口。感官评价参考匡钰等^[9]的方法并作适当调整,从色泽、形态、组织、口味4个方面对金针菇苏打饼干进行评分,评分标准见表2。

表2 金针菇苏打饼干感官评分标准
Table 2 Sensory scoring standard of *Flammulina velutipes* soda biscuit

指标	评分标准	评分/分
色泽 (25分)	表面呈浅褐黄色,色泽均匀,表面有光泽,无过焦或不熟现象	21~25
	表面呈褐黄色,色泽基本均匀,表面无光泽,无过焦或不熟现象	16~20
	表面呈褐黄色,色泽不均匀,表面无光泽,出现过焦或不熟现象	10~15
形态 (20分)	外形完整,薄厚均匀,无裂痕,不收缩,无变形,无凹底	16~20
	外形完整,薄厚大致均匀,略有裂痕,收缩、变形不明显,凹底不明显	11~15
	饼干外形欠佳,薄厚大致均匀,略有裂痕,收缩、变形明显,出现凹底	5~10
组织 (25分)	断面结构层次分明,无空洞	20~25
	断面结构有一定层次,无较大空洞	14~19
	断面结构无层次,有空洞	8~13
口味 (30分)	咸味或甜味适中,具有发酵香味和金针菇独特的风味,无异味,口感酥脆	25~30
	咸味或甜味不协调,具有金针菇独特的风味,口感基本酥脆	16~24
	滋味不协调,发酵香味和金针菇风味不突出,口感酥脆度不够或出现焦味	5~15

1.2.6 金针菇苏打饼干质构特征分析

食品的质构指标是食品除了色、香、味外的一种重要性质,可反映食品的感官品质^[10]。本试验利用质构仪,采用全质构分析测定模式,以未添加金针菇粉

的苏打饼干为对照,对配方优化后的金针菇苏打饼干质构特征进行分析,测定其硬度、弹性、脆性、黏着性、胶黏性及咀嚼性6项指标。检测条件为:探头类型为P100型,测试前速率1 mm/s,测试中速率1.5 mm/s,测试后速率2.0 mm/s,数据采集率500.0 pps,压缩比30%,压力5.0 N。

1.2.7 数据处理

单因素试验数据采用Origin 9软件进行分析处理;正交试验数据采用正交设计助手V3.1软件处理;方差分析采用SPASS 2.0软件;质构特征数据采用 $\bar{x} \pm s$ 表示。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 第1次发酵时间对金针菇苏打饼干感官品质的影响

由图1可知,发酵时间在0.5~2.5 h范围内,金针菇苏打饼干的感官评分呈先上升后下降的趋势。当发酵时间为1.5 h时,感官评分最高,为89.4分。发酵时间长短决定酵母的繁殖及产气情况。发酵时间较长或较短,饼干口感、色泽等均不理想。根据以上结果,后续正交试验选取第1次发酵时间1.0、1.5、2.0 h进行饼干制作工艺及配方优化。

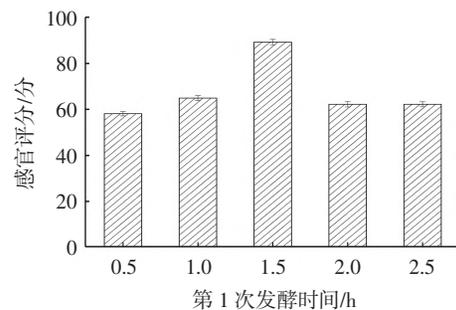


图1 第1次发酵时间对金针菇苏打饼干感官品质的影响
Fig.1 Effects of the first fermentation time on the sensory quality of *Flammulina velutipes* soda biscuits

2.1.2 小苏打添加量对金针菇苏打饼干感官品质的影响

饼干在焙烤过程中,添加的小苏打因受热分解产生 CO_2 ,形成的面筋网络包裹住 CO_2 气体,从而使饼干体积增大,口感酥脆^[11]。由图2可知,随着小苏打添加量的增加,金针菇苏打饼干感官评分随之增高,小苏打添加量为1.2%时,感官评分最高,为81.8分,当小苏打添加量大于1.2%时,感官评分随之降低。小苏打添加量较低时,饼干分层不明显,口感较粗糙、坚硬;小苏打加入量过多时,饼干的碱性增强,不但口味

受到影响,饼干内部色泽还会变黄。故后续正交试验选取小苏打添加量 0.8%、1.2%、1.6%进行饼干制作工艺及配方优化。

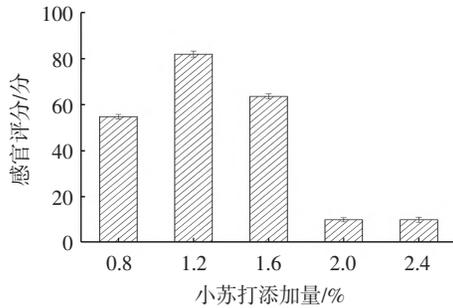


图2 小苏打添加量对金针菇苏打饼干感官品质的影响

Fig.2 Effect of soda addition on sensory quality of *Flammulina velutipes* soda biscuit

2.1.3 金针菇粉添加量对金针菇苏打饼干感官品质的影响

由图3可知,随着金针菇粉添加量的增加,饼干感官评分总体呈现先升高后降低的趋势。当金针菇粉添加量为7%时,感官评分最高,为81.5分。此时,饼干具有金针菇独特的香味,且组织状态最佳,口感酥脆。添加过少的金针菇粉制作出来的饼干,表面无光泽,不具有金针菇独特的香味;金针菇粉过多则使饼干组织结构过硬,色泽过深,口感略苦。故后续正交试验选取金针菇粉添加量4%、7%、10%进行饼干制作工艺及配方优化。

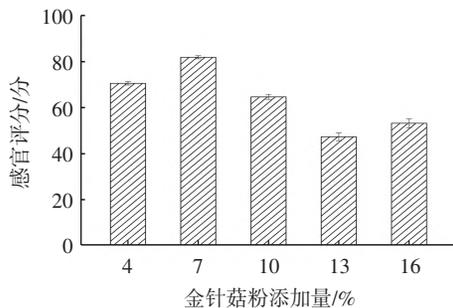


图3 金针菇粉添加量对金针菇苏打饼干感官品质的影响

Fig.3 Effect of *Flammulina velutipes* powder addition on the sensory quality of *Flammulina velutipes* soda biscuits

2.1.4 酵母添加量对金针菇苏打饼干感官品质的影响

由图4可知,随着酵母添加量的增加,饼干感官评分呈现先上升后下降的趋势,当酵母添加量为1.4%时,感官评分最高,为78.1分。在面团发酵过程中,酵母用量的增加,可以促进面团的发酵速度,使组织更有层次感^[12]。当酵母用量不足时,发酵不充分,酵母产气少,饼干组织不疏松,口感偏硬,芳香物质较少;酵母用量过多,会导致面团发酵过度,使面团持气性能变弱,影响苏打饼干的疏松感,且饼干口味发酸。

故后续正交试验选取酵母添加量1.0%、1.4%、1.8%进行饼干制作工艺及配方优化。

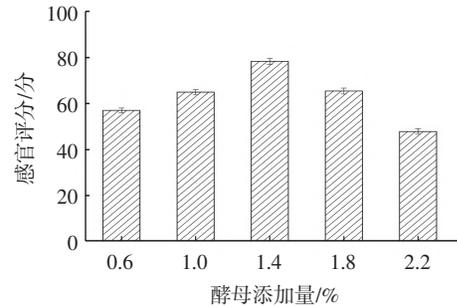


图4 酵母添加量对金针菇苏打饼干感官品质的影响

Fig.4 Effect of yeast addition on the sensory quality of *Flammulina velutipes* soda biscuits

2.2 正交试验结果与分析

正交试验结果及方差分析见表3和表4。极差分析参考章中等^[13]的方法。由表3可知,影响金针菇苏打饼干感官评分的各因素主次顺序为 $B>A>D>C$,即:小苏打添加量>第1次发酵时间>酵母添加量>金针菇粉添加量。金针菇苏打饼干的最佳制备工艺及配方为 $A_2B_2C_1D_1$,即第1次发酵时间为1.5h,小苏打添加量为1.2%,金针菇粉添加量为4%,酵母添加量为1.0%。对该配方进行试验验证,感官评分为89.6分,按该配方制备的金针菇苏打饼干口感酥脆,表面呈浅褐黄色,色泽均匀,表面有光泽,具有发酵香味和金针菇独特的风味。

由表4方差分析结果可知,小苏打添加量对金针菇苏打饼干感官评分的影响显著($P<0.05$),第1次发酵时间、金针菇添加量及酵母添加量影响均不显著。

表3 金针菇苏打饼干制备工艺及配方优化正交试验结果
Table 3 Orthogonal test results for preparation technique and formula optimization of *Flammulina velutipes* soda biscuit

序号	因素				感官评分/分
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	62.1
2	1	2	2	2	64.7
3	1	3	3	3	48.9
4	2	1	2	3	67.6
5	2	2	3	1	88.3
6	2	3	1	2	51.0
7	3	1	3	2	48.2
8	3	2	1	3	75.4
9	3	3	2	1	44.3
k_1	58.567	59.300	62.833	64.900	
k_2	68.967	76.133	58.867	54.633	
k_3	55.967	48.067	61.800	63.967	
R	13.000	28.066	3.966	10.267	

表4 方差分析
Table 4 Analysis of variance

来源	偏差平方和	自由度	F值	P值
A	283.92	2	11.18	0.240
B	1 197.29	2	47.12	0.016*
C	25.41	2	1.00	0.360
D	193.39	2	7.61	0.204
误差	25.41	2		

注:*表示影响显著($P<0.05$)。

2.3 饼干质构分析

对添加及未添加金针菇粉的苏打饼干进行质构

表5 不同处理苏打饼干质构测定结果

Table 5 Results of texture determination of soda biscuit with different treatments

处理	硬度/N	弹性/mm	脆性/N	黏着性/mJ	胶黏性/N	咀嚼性/mJ
添加金针菇粉	4.918±0.56	0.051±0.05	4.436±1.28	2.160±0.91	1.573±0.50	0.078±0.07*
未添加金针菇粉	5.023±1.17	0.221±0.39	4.785±1.43	2.986±1.57	1.971±1.00	0.504±0.27

注:*表示同一指标不同处理之间差异具有显著性($P<0.05$)。

3 结论

(1)采用单因素及正交试验,以感官评分为评价指标,确定了金针菇苏打饼干的最优制备工艺及配方为:面粉 100 g,金针菇粉 4 g,盐 1.2 g,小苏打 1.2 g,糖 16 g,黄油 20 g,酵母 1 g,温水 40 g,25℃下进行第1次发酵,发酵时间 1.5 h;静置发酵 10 min。烤箱预热 10 min,180℃上下火烘焙 8~10 min。

(2)通过质构分析方法,与未加入金针菇粉的苏打饼干相比,金针菇苏打饼干的硬度、弹性、脆性、黏着性、胶黏性及咀嚼性均降低;加入金针菇粉对于苏打饼干的咀嚼性影响显著($P<0.05$)。

(3)金针菇苏打饼干是一款新颖的休闲类食品。金针菇粉的加入使苏打饼干具有独特的色泽和风味,增加了其营养价值及附加价值,丰富了苏打饼干的口味和种类,对于金针菇的精深加工及利用具有实际意义。

参考文献:

- 王蕊,胡予,熊双丽. 山药粉对面团特性和韧性饼干品质的影响[J]. 食品工业科技,2020,41(18):193-198. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2020.18.031.
- 中国轻工业联合会. 饼干质量通则:GB/T 20980—2021[S]. 北京:中国标准出版社,2021.
- 叶彩珠. 功能性稻米无糖苏打饼干制作的研究[J]. 粮食科技与经济,2020,45(12):115-117. DOI:10.16465/j.gste.cn431252ts.20201242.
- 孙传博,姜明,张云野. 金针菇食用及药用价值概述[J]. 宁夏

测定,结果如表5所示。由表5可知,添加金针菇粉的苏打饼干硬度、弹性、脆性、黏着性、胶黏性及咀嚼性均小于未添加金针菇粉的苏打饼干。差异显著性分析结果表明,加入金针菇粉对苏打饼干的咀嚼性影响显著($P<0.05$)。咀嚼性是指将食品咀嚼到可吞咽时所需要做的功,其可以综合反映食品对咀嚼的持续抵抗性^[14]。由表5可知,添加金针菇粉的苏打饼干咀嚼性远低于未添加金针菇粉的苏打饼干,即消费者在品尝金针菇苏打饼干与未加入金针菇粉的苏打饼干时,前者完成咀嚼过程所需的功更少。

- 农林科技,2015,56(11):80-82. DOI:10.3969/j.issn.1002-204X.2015.11.035.
- 侯波,郑淑彦,邵丽梅,等. 金针菇营养保健功能及食品加工研究现状[J]. 食品研究与开发,2013,34(12):122-126. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2013.12.34.
- 黄家莉. 金针菇加工副产物综合利用研究[D]. 成都:西华大学,2012. DOI:10.7666/d.y2113123.
- 田春美,王艳领. 蛋壳粉苏打饼干的研制[J]. 粮食与油脂,2020,33(7):45-47.
- 李娜,何珊,叶玉伟,等. 石榴爆珠苏打饼干的研制[J]. 安徽农学通报,2020,26(14):128-132. DOI:10.16377/j.cnki.issn1007-7731.2020.14.052.
- 匡钰,史文斌,苏琳琳,等. 辣木苏打饼干的研制[J]. 安徽农业科学,2016,44(30):74-76,94. DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2016.30.027.
- 曾彬,谢志禄,李美凤. 玫瑰花饼干的研制[J]. 保鲜与加工,2021,21(2):116-121. DOI:10.3969/j.issn.1009-6221.2021.02.018.
- MA F, BAIK B K. Soft wheat quality characteristics required for making baking powder biscuits[J]. Journal of Cereal Science, 2018, 79: 127-133. DOI: 10.1016/j.jcs.2017.10.016.
- 王艳萍,任宇梅. 响应面法优化芦竹苏打饼干的研制[J]. 食品研究与开发,2020,41(13):133-139. DOI:10.12161/j.issn.1005-6521.2020.13.021.
- 章中,陈彦云,张惠玲. 马铃薯饼干制作配方的正交试验优化[J]. 农业科学研究,2018,39(2):78-80,96. DOI:10.3969/j.issn.1673-0747.2018.02.015.
- 江登珍,李敏,康莉,等. 食品质构评定方法的研究进展[J]. 现代食品,2019(7):99-103. DOI:10.16736/j.cnki.cn41-1434/ts.2019.07.028.

收稿日期:2022-07-14