

富硒面包的加工工艺研究

丁静华, 李瑶璐, 刘倩谥, 苏立杰, *陈骁熠

(广州医科大学 公共卫生学院, 广东 广州 511436)

摘要:以富硒平菇粉和高筋面粉为主要原料,通过单因素试验及正交试验法,以感官评分为评价指标,探究富硒面包的最佳加工工艺和配方,并对成品进行TPA质构分析和硒含量的测定。结果表明,富硒面包的最佳加工工艺和配方为烘烤时间30 min,烘烤温度210℃,富硒平菇粉添加量0.06% (即配方中150 g面粉添加0.09 g富硒平菇粉);富硒面包的硬度为217.27,弹性为0.83,咀嚼性为152.19,回复性为0.56,总硒含量为0.416 mg/kg。利用最佳加工工艺和配方研制出的富硒面包口感松软细腻,气孔细密、分布均匀,有一定弹性,咸甜适中,表皮呈金黄色。

关键词:富硒平菇粉;面包;质构

中图分类号: TS219

文献标志码: A

doi: 10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2021.09.008

Study on Processing Technology of Selenium-rich Bread

DING Jinghua, LI Yaolu, LIU Qianmi, SU Lijie, *CHEN Xiaoyi

(School of Public Health, Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong 511436, China)

Abstract: Using selenium-rich *Pleurotus ostreatus* powder and high-gluten flour as main raw materials, through single factor and orthogonal test, taking sensory score as evaluation index, the best processing technology and formula of selenium-rich bread were explored, and the selenium content of the finished product was determined and TPA texture analysis was carried out. The results showed that the best processing technology and formula of selenium-rich bread were as follows: baking time was 30 min, baking temperature was 210℃, the addition of selenium-rich *Pleurotus ostreatus* powder was 0.06%, that was 0.09 g of selenium-enriched mushroom powder was added to 150 g of flour in this formula, the selenium content of selenium-rich bread was 0.416 mg/kg, the hardness was 217.27, the elasticity was 0.83, the chewiness was 152.19, and the recovery was 0.56. The selenium-enriched bread developed by the best processing technology and formula had soft and delicate taste, fine stomata, uniform distribution, certain elasticity, moderate salty and sweet, and golden skin.

Key words: selenium-rich *Pleurotus ostreatus* powder; bread; texture analysis

0 引言

硒是人和哺乳动物必需的微量元素之一,具有促进生长、抗氧化、抗癌、抗衰老、增强免疫等生物学作用^[1]。缺硒会导致机体功能障碍,免疫力低下,严重缺硒可引发克山病、大骨节病、关节炎等多种疾病^[2]。硒在全球范围内分布不均,其中40多个国家或地区的居民生活在缺硒的环境中,而我国72%的土壤处于低硒状态,居民硒元素缺乏风险较大。据调查,我国居民每日硒摄入量在26~32 μg,严重低于中国居民膳食营养素参考量(WS/T 578.3—2017)中规定的推荐摄入量(60 μg)^[3]。因此,科学补硒,势在必行。

由于硒不能在人体内合成,必须由外界摄入,因此,富硒食品成为一种理想的补硒途径。而食用

菌是一种良好的硒生物转化载体,能够将环境中的无机硒转化为安全有效的有机硒,且自身含有丰富蛋白质和多种营养元素,具有很大的应用潜力^[4]。对食用菌进行硒的生物强化主要通过向栽培基质中添加外源硒(硒酸钠、亚硒酸钠、富硒酵母、硒代蛋氨酸、纳米硒等),或利用富硒农产品废弃物(如富硒的小麦、水稻秸秆等)进行人工培养的方式实现^[5]。我国相关国家标准规定(GB 14880—2012《食品营养强化剂使用卫生标准》)富硒食用菌粉可作为营养强化剂加入到食品中,这使得富硒食用菌粉在食品中的应用更为广泛^[6]。平菇在生长过程中已被证明具有较强的富硒耐硒能力,是优质的富硒载体之一,现有研究表明,富硒平菇中的硒蛋白占比为73.3%~77.5%,具有较高的营养价值与药用价值^[7-8]。因此,选用富硒食用菌粉中的富硒平菇粉进行富硒

收稿日期: 2021-02-08

作者简介: 丁静华(1996—),女,硕士,研究方向为营养与食品卫生学。

*通讯作者: 陈骁熠(1965—),女,博士,教授,研究方向为营养与食品卫生学。

食品研发。

面包是以小麦粉为基本原料制成的面制品,具有生产简单、方便携带、储存时间长等优点,在日常生活中颇受人们喜爱。目前,富硒面包多是通过添加富硒酵母发酵而成,未见利用富硒食用菌粉研发富硒面包的报道^[9-10]。因此,在传统面包生产工艺的基础上,将富硒平菇粉与小麦粉相结合,以期研发出一款口感香甜、营养价值高、有保健功能的富硒面包,为富硒食用菌相关功能食品研发提供新思路。

1 材料与方法

1.1 材料

富硒平菇粉(总硒含量 310 $\mu\text{g/g}$)、高筋小麦粉(新良)、即发活性干酵母、细砂糖、食盐。

1.2 仪器和设备

PT2531 型烤箱,广东美的厨房电器制造有限公司产品;ICP-MS 型电感耦合等离子体质谱仪;微波消解仪(配有聚四氟乙烯消解内罐);压力消解罐(配有聚四氟乙烯消解内罐);Rapid TA+ 质构仪,上海腾拔仪器科技有限公司产品。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

面包所需原料→面团调制→发酵(一次发酵)→分割与搓圆→醒发(二次发酵)→烘烤→冷却。

1.3.2 操作要点

(1) 面团调制。将所有材料(高筋面粉 150 g,细砂糖 5 g,食盐 1 g,水 100 g,干性酵母 4 g,不同剂量的富硒平菇粉)放入大碗中,食盐、白砂糖各放一个角,不要接触,面粉中间挖空放入酵母,最后贴边倒入纯净水,用刮刀翻拌均匀即可。

(2) 发酵(一次发酵)。翻拌好的面团盖上保鲜膜,在 15~28 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下发酵 5~7 h,观察面团状态,直至面团柔软,呈蜂窝状,疏松组织并伴有淡淡发酵酸味。

(3) 面团整形。面板撒大量干粉,取出已发酵完成的面团,采用四面折叠法将面团整成一个圆形,收口向下,表面被抻拉,变得光滑。

(4) 醒发(二次发酵)。烤盘放油纸并撒上干粉,将面团置于中间。将烤盘放入烤箱,在不通电状态下进行二次发酵,发到 2 倍大即可。

(5) 烘烤。将二次发酵后的面团撒上干粉并进行切割。烤箱 220 $^{\circ}\text{C}$ 预热 10 min,放入面包后温度调回 210 $^{\circ}\text{C}$,烘烤 30 min 后冷却,即可得到面包成品。

1.3.3 富硒面包的感官评价标准

按照国标 GB/T 20981—2007《面包》对富硒面包进行感官评价^[11]。由 10 人组成感官品评小组,根据评分标准,对面包进行评分,取平均值作为面包

的总分。

富硒面包感官评价见表 1。

表 1 富硒面包感官评价

项目	评分标准	评分/分
组织形态 (满分 20 分)	松软细腻,气孔细密、分布均匀	16~20
	较松软,有掉渣现象	10~15
	粗糙,掉渣	<10
弹性 (满分 20 分)	有一定弹性	16~20
	略有弹性	10~15
	无弹性,伴有破裂	<10
风味 (满分 20 分)	有浓郁的麦香,咸甜适中	16~20
	焦香味较淡	10~15
	有异味	<10
色泽 (满分 20 分)	表皮呈金黄色	16~20
	表皮呈黄褐色	10~15
	表皮呈白色	<10
口感 (满分 30 分)	松软,细腻	16~20
	较松软,口感尚好	10~15
	硬,口感粗糙	<10
总分	100	0~100

以感官评价为指标进行单因素试验,分别考查富硒菇粉添加量、烘烤温度、烘烤时间对面包品质的影响。

1.3.4 单因素试验

(1) 富硒平菇粉用量对富硒面包感官品质的影响。以高筋小麦粉 150 g 为基本配方,在烘烤温度为上下火 200 $^{\circ}\text{C}$,烘烤时间为 30 min 的条件下,考查富硒平菇粉用量分别为 0.06, 0.09, 0.12, 0.15, 0.18 g 时对富硒面包品质的影响。

(2) 烘烤温度对富硒面包感官品质的影响。以高筋小麦粉 150 g 为基本配方,在富硒菇粉用量为 0.12 g,烘烤时间为 30 min 的条件下,考查烘烤温度分别为 180, 190, 200, 210, 220 $^{\circ}\text{C}$ 时对富硒面包品质的影响。

(3) 烘烤时间对富硒面包感官品质的影响。以高筋小麦粉 150 g 为基本配方,在富硒菇粉用量为 0.12 g,烘烤温度为上下火 200 $^{\circ}\text{C}$,考查烘烤时间分别为 20, 25, 30, 35, 40 min 时对富硒面包品质的影响。

1.3.5 正交试验

在单因素试验基础上,以感官评价为考查指标,选取富硒平菇粉用量、烘烤温度和烘烤时间 3 个因素设计三因素三水平正交试验,优化富硒面包加工工艺^[12]。

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 富硒菇粉用量 / g	B 烘烤温度 $\theta / ^{\circ}\text{C}$	C 烘烤时间 t / min
1	0.09	200	25
2	0.12	210	30
3	0.15	200	35

1.3.6 TPA 质构分析

参照孙彩玲等人^[13]的测定方法并加以改进,采用上海腾拔公司 Rapid TA+ 专业型质构仪对富硒菇粉面包进行 TPA 质构测定,包括硬度、内聚性、弹性及咀嚼性 4 个方面。在室温条件下,将面包切成 2 cm 厚进行测定。

测定条件:样品厚度为 2 cm, P50 探头,将面包每侧切去 1 cm 厚的边,然后取 3 cm × 3 cm 大小的样品放在平台上进行试验。

试验参数如下:测试前速率 1.0 mm/s,测试后速率 0.5 mm/s,测试速率 0.5 mm/s,压缩程度 30%,感应力 0.1 kg;2 次压缩间隔时间 3 s,数据采集速率为 200 p/s。

1.3.7 面包中总硒含量测定

采用 GB 5009.268—2016《食品安全国家标准—食品中多元素的测定》中第一法电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)测定面包中硒元素的含量。

2 结果与分析

2.1 富硒平菇粉用量对富硒面包感官品质的影响

富硒平菇粉用量对感官评分的影响见图 1。

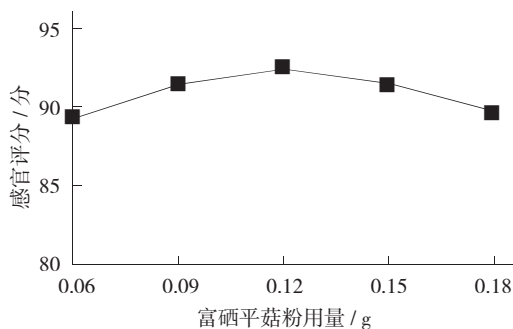


图1 富硒平菇粉用量对感官评分的影响

由图 1 可知,随着富硒平菇粉用量的增加,面包的感官评分先升高后降低,这与杨文建等人^[14]和袁彪^[15]的研究结果相近。当富硒平菇粉用量低于 0.09 g 时,面包的组成大部分是小麦面粉,口味和香气比较单一,口感上偏淡;当富硒菇粉用量超过 0.15 g 时,富硒面包中食用菌的占比较大,食用菌风味逐渐显现,会掩盖面包的麦香味,且随着平菇粉用量的增大,面团越湿软,组织越粗糙。当富硒平菇粉用量适中时,富硒面包组织细腻且有较好的硬度和弹性,且麦香味明显,具有独特的咸香风味。因此,取感官评分最高的 3 个富硒平菇粉用量值即 0.09, 0.12, 0.15 g 作为正交试验水平。

2.2 烘烤温度对富硒面包感官品质的影响

烘烤温度对感官评分的影响见图 2。

由图 2 可知,随着烘烤温度的增加,面包的感官评分先升高后下降,这与李英博等人^[16]和周家鹏等人^[17]的结果相近。当烘烤温度为 190~210 °C 时,面

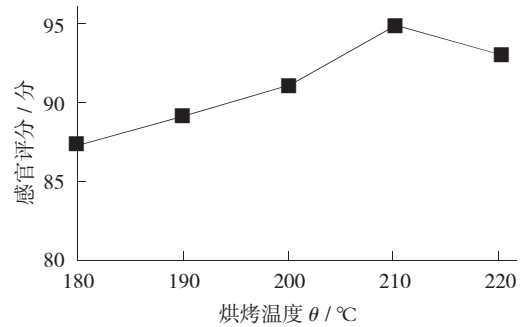


图2 烘烤温度对感官评分的影响

包的颜色从白色到金黄色,口感变得越来越柔软,香气越来越浓郁;当烘烤温度超过 210 °C 时,富硒面包色泽较深,底部出现焦糊,品质水平出现急剧下降。因此,取感官评分最高的 3 个烘烤温度值即 200, 210, 220 °C 作为正交试验水平。

2.3 烘烤时间对面包感官品质的影响

烘烤时间对感官评分的影响见图 3。

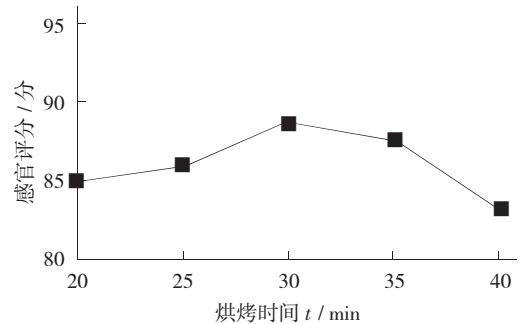


图3 烘烤时间对感官评分的影响

由图 3 可知,随着烘烤时间的增加,面包的感官评分随烘烤时间先升高后降低。当烘烤时间为 20~30 min 时,面包的颜色从白色到金黄色,内部组织变得干爽细腻,香气越来越浓郁,面包具有一定弹性;当烘烤时间超过 30 min 时,富硒面包色泽越来越深,表面形成一层硬膜,品质水平出现急剧下降。因此,取感官评分最高的 3 个烘烤时间值即 25, 30, 35 min 作为正交试验水平。

由单因素试验结果可见,富硒平菇粉用量、烘烤温度、烘烤时间对产品感官评分都有较明显影响,可纳入正交设计试验。

2.4 正交试验结果与分析

正交试验结果见表 3。

由表 3 可知,各因素对感官评价的影响存在差异,以感官评分为指标,通过极差分析各因素对产品的影响大小依次为烘烤时间、烘烤温度和富硒平菇粉用量,各因素的最优水平组合为 $A_1B_2C_2$ 且其感官评分最高,确定最优配方为富硒平菇粉用量 0.09 g,烘烤温度 210 °C,烘烤时间 30 min。以最佳工艺制作的富硒面包品质较稳定,松软细腻,气孔细密、分布均匀,有一定弹性,有浓郁的麦香,咸甜适中,

表3 正交试验结果

试验号	A	B	C	综合评分/分
1	1	1	1	91.01
2	1	2	2	96.55
3	1	3	3	90.80
4	2	1	2	95.10
5	2	2	3	93.11
6	2	3	1	90.12
7	3	1	3	90.06
8	3	2	1	91.51
9	3	3	2	90.78
$\bar{K}_1$	92.79	92.01	90.88	
$\bar{K}_2$	92.78	93.72	94.14	
$\bar{K}_3$	90.78	90.57	91.32	
R	2.00	3.15	3.26	

表皮呈金黄色,口感松软,细腻。

2.5 富硒面包与普通面包比较

2.5.1 富硒面包与同配方但未加富硒平菇粉面包的TPA质构分析比较

富硒面包与同配方但未加富硒菇粉面包TPA质构分析结果见表4。

表4 富硒面包与同配方但未加富硒菇粉面包TPA质构分析结果

产品	硬度	弹性	咀嚼性	回复性
富硒面包	217.27	0.83	152.19	0.56
同配方但未加富硒菇粉面包	1064.85	0.84	820.46	0.41

由表4可知,富硒面包的硬度和咀嚼性远低于同配方但未加富硒菇粉面包,弹性和同配方面包的基本相同,回复性略高于同配方面包。原因可能是由于富硒面包中添加了富硒平菇粉,而富硒平菇粉具有较强的吸湿性,使面团较为湿软,所以面团的硬度和咀嚼性较低,导致经过烘焙后的富硒面包较松软。

2.5.2 富硒面包与市售某普通面包总硒含量的比较

根据1.3.6对富硒面包和某市售普通面包进行硒元素的测定。

富硒面包与市售某普通面包硒含量检测结果见表5。

表5 富硒面包与市售某普通面包硒含量检测结果 / $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

面包种类	市售某普通面包	富硒面包
硒含量	0.0209	0.4160

由表5可知,试验研发的富硒面包中总硒含量为0.416 mg/kg ,远高于市售普通面包。如果人体每天食用200 g这种富硒面包,即可摄入约100 μg 硒,能够满足人体补硒所需。

3 结论

通过单因素试验与正交试验,得到富硒面包制作工艺最优条件为富硒平菇粉添加量0.06% (即配方

中150 g面粉添加0.09 g富硒平菇粉)、烘烤温度210 $^{\circ}\text{C}$ 、烘烤时间30 min。在此条件下制得的富硒面包感官评分最高,为96.55分,品质最好。通过检测可知,富硒面包硒含量为0.416 mg/kg ,硬度为217.27,弹性为0.83,咀嚼性为152.19,回复性为0.56。按最佳配方制得的富硒面包口感松软细腻,气孔细密、分布均匀,有一定弹性,有浓郁的麦香,咸甜适中,表皮呈金黄色。具有广阔的市场前景。

参考文献:

- [1] 王立平,唐德剑,沈亚美,等. 硒的营养缺乏现状及补充方式 [J]. 食品工业, 2020, 41 (1): 339-343.
- [2] Li Zhang, Huawei Zeng, Wen-Hsing Cheng. Beneficial and paradoxical roles of selenium at nutritional levels of intake in healths plan and longevity [J]. Free Radical Biology and Medicine, 2018 (4): 127-132.
- [3] Combs G F. Selenium in global food systems [J]. Br J Nutr, 2001, 85 (5): 517-547.
- [4] 胡婷,惠改芳,赵桂慎,等. 富硒食用菌研究进展 [J]. 食用菌学报, 2019, 26 (1): 68-76.
- [5] 刘书畅,马布平,周忠发,等. 富硒食用菌的研究进展 (综述) [J]. 食药用菌, 2018, 26 (2): 74-78.
- [6] 中华人民共和国卫生部. GB 14880—2012 食品安全国家标准 食品营养强化剂使用标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [7] 王杨阳,刘良忠,周雪琴. 酶法水解富硒平菇蛋白工艺优化 [J]. 食品工业科技, 2020, 41 (24): 168-173.
- [8] 邓雅元,罗晓莉,张沙沙,等. 不同贮藏温度对平菇采后生理的影响 [J]. 农产品加工, 2014 (24): 9-11.
- [9] 付俊鹤,余明华,许武桥,等. 富硒酵母在面包中的应用 [J]. 食品工业科技, 2011, 32 (10): 373-374, 377.
- [10] 汪雪雁,张钦发. 营养富硒发酵面包的研制 [J]. 粮食与油脂, 2015, 28 (8): 25-27.
- [11] 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. GB/T 20981—2007 面包 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [12] Sun Jiang-Wei, Shu Xiao-Ou, Li Hong-Lan, et al. Dietary selenium intake and mortality in two population-based cohort studies of 133 957 Chinese men and women [J]. Public Health Nutrition, 2016, 19 (16): 2 991-2 998.
- [13] 孙彩玲,田纪春,张永祥. TPA质构分析模式在食品研究中的应用 [J]. 实验科学与技术, 2007 (2): 1-4.
- [14] 杨文建,俞杰,孙勇等. 添加金针菇粉、茶树菇粉对面团流变学特性的影响 [J]. 食品科学, 2014, 35 (23): 43-47.
- [15] 袁彪. 两种富集食用菌超微粉面包特性及风味物质研究 [D]. 南京: 南京财经大学, 2013.
- [16] 李英博,豆康宁. 烘烤条件对面包品质影响的研究 [J]. 现代面粉工业, 2018, 32 (1): 16-18.
- [17] 周家鹏,王明爽,高瑞,等. 紫薯山药保健面包的研制 [J]. 农产品加工, 2018 (23): 28-30. ◇