

# 豌豆蛋白粉馒头加工工艺研究

吕常旭<sup>1</sup>,李颖<sup>1\*</sup>,贺金涛<sup>1,2</sup>,陈娟<sup>1</sup>

(1. 烟台南山学院 健康学院, 山东 烟台 265713; 2. 河南农业大学 食品科学技术学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:**将豌豆蛋白粉作为营养强化剂加入小麦粉中以改善馒头的口感、风味,丰富馒头的种类,增加食用者对蛋白质的摄入。选取豌豆蛋白粉添加量、加水量、二次发酵时间和馒头坯揉制次数4个因素,设计单因素和 $L_9(3^4)$ 正交试验。结果表明:豌豆蛋白粉添加量为6%、加水量为54%、二次发酵时间为45 min、馒头坯揉制次数为12次,得到豌豆蛋白粉馒头品质较好。将豌豆蛋白粉馒头与小麦粉馒头比较,蛋白质、不饱和脂肪酸、膳食纤维、赖氨酸的含量高于小麦馒头,添加豌豆蛋白粉明显改善了馒头品质,感官评分检验在5%水平下 $t=5.582$ ,大于 $t_0(5\%)=2.262$ ,两者存在显著差异,豌豆蛋白粉馒头感官性状、营养价值均优于小麦馒头。

**关键词:**豌豆蛋白粉;馒头;感官评定;正交试验;加工工艺

## Study on Processing Technology of Pea Protein Powder Steamed Bread

LÜ Chang-xu<sup>1</sup>, LI Ying<sup>1\*</sup>, HE Jin-tao<sup>1,2</sup>, CHEN Juan<sup>1</sup>

(1. College of Health, Yantai Nanshan University, Yantai 265713, Shandong, China; 2. College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, Henan, China)

**Abstract:** In order to increase the nutritional value of steamed bread, pea protein flour as nutritional additives was added to the steamed bread, which could improve its taste and flavors, enriched the varieties of steamed bread and increased consumer's intake of protein. Four factors were selected, such as the addition of pea protein flour, the amount of water, secondary fermentation time and the number of kneading steamed bread billet, to design single factor and  $L_9(3^4)$  orthogonal test. The results indicated the optimum condition for the processing technology of pea steamed bread was as follows: proportion of pea protein flour 6%, water 54%, secondary fermentation 45 min, and kneading steamed bread 12 times. Compared with the ordinary steamed bread, the pea steamed bread had higher content of protein, unsaturated fatty acid, dietary fiber and lysine. The addition of pea protein flour improved the quality of steamed bread. Scoring test of the pea protein flour steamed and the ordinary steamed bread, there were significant differences between them at the 5 percent level ( $t=5.582 > 2.262$ ), and the sensory properties and nutritional value of pea protein flour steamed bread were better than that of wheat steamed bread.

**Key words:** pea protein flour; steamed bread; sensory evaluation; orthogonal test; process technology

引文格式:

吕常旭,李颖,贺金涛,等.豌豆蛋白粉馒头加工工艺研究[J].食品研究与开发,2020,41(14):142-146

LÜ Changxu, LI Ying, HE Jintao, et al. Study on Processing Technology of Pea Protein Powder Steamed Bread[J]. Food Research and Development, 2020, 41(14): 142-146

豌豆(*Pisum sativum* L.)营养丰富,氨基酸比例均

作者简介:吕常旭(1986—),男(汉),助教,硕士,研究方向:农产品加工。

\*通信作者:李颖(1955—),女(汉),教授,学士,研究方向:农产品加工。

衡<sup>11</sup>,淀粉含量52%~56%、蛋白质含量22%~25%、粗纤维含量8%~10%、脂肪含量1%~2.7%,人体必需的8种氨基酸中除蛋氨酸含量较低,其余的均达到联合国粮食及农业组织/世界卫生组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health

Organization, FAO/WHO)氨基酸推荐值<sup>[2]</sup>。豌豆蛋白粉是从豌豆残渣中分离提取,变废为宝,实现了资源的充分利用<sup>[3]</sup>。小麦馒头中蛋白质、维生素、膳食纤维等营养物质含量较低,将豌豆蛋白粉添加到小麦面粉中,有利于提高馒头营养品质,丰富蛋白质含量,符合膳食发展需求。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与设备

面粉:山东鲁王集团有限公司;豌豆蛋白粉:烟台鼎丰生物有限公司;酵母粉、白砂糖,小米:市售;DT200/0.1g 电子天平:深圳若谷科技有限公司;YD 系列发酵箱:佛山市顺德区一达电器有限公司;30 CM 双篦蒸锅:潮安县彩塘镇正瀚不锈钢制品厂。

### 1.2 工艺流程及操作要点

工艺流程:面粉、豌豆蛋白粉、酵母、少量白砂糖、纯净水→和面→一次发酵→剩余原辅料→二次和面→二次发酵→坯成型→醒发→蒸制→冷却→成品。

操作要点:豌豆蛋白粉及配料与面粉拌匀和面至光滑柔软,温度 25℃~27℃、相对湿度 75%下发酵至面团膨胀,加入剩余原辅料再次发酵。将发酵好的面团搓成长条制成馒头坯,继续揉制增加面筋网络结构<sup>[4]</sup>,成型入恒温培养箱,在 30℃~35℃,相对湿度 65%~70%条件下醒发 15 min 后上笼屉。沸水蒸制 25 min 左右下屉室温(25℃)冷却,进行品质鉴评。

### 1.3 单因素试验参数

豌豆蛋白粉添加量:2%、4%、6%、8%、10%;加水量:50%、52%、54%、56%、58%;二次发酵时间:30、35、40、45、50 min;馒头坯揉制次数:8、10、12、14、16 次。

### 1.4 正交试验

选取合适的豌豆蛋白粉添加量、加水量、二次发酵时间、馒头坯揉制次数进行  $L_9(3^4)$  正交试验<sup>[5]</sup>,得出豌豆蛋白粉馒头制作的最佳工艺条件,正交试验因素水平表见表 1。

表 1 豌豆蛋白粉馒头正交试验因素水平表

Table 1 The orthogonal test level table of pea protein powder steamed bread

水平	A 豌豆蛋白粉添加量/%	B 加水量/%	C 二次发酵时间/min	D 馒头坯揉制次数
1	4	52	35	10
2	6	54	40	12
3	8	56	45	14

### 1.5 对照试验

将制作的豌豆蛋白粉馒头与普通小麦馒头对照,用评分检验法鉴评,t 检验法分析<sup>[6]</sup>,比较豌豆蛋白粉馒头和小麦馒头的差异。

### 1.6 馒头的品质评价

#### 1.6.1 馒头比容

称量馒头质量(g);用小米替换法测定馒头体积(mL);馒头比容/(mL/g)=馒头体积/馒头质量<sup>[7]</sup>。

#### 1.6.2 感官评定

感官评定<sup>[8]</sup>由 10 名有经验的评价人员观察比容 20 分为 2.8 mL/g;外形 15 分为外观光滑,饱满,挺立,完整;色泽 10 分为淡黄色、光洁;弹韧性 15 分为手指按压后能迅速回弹且速度快;口感 10 分为口感细腻,松软,不粘牙,有香味;气味 15 分为令人愉悦的香味;内部结构 15 分为气孔大小匀称,呈海绵状。进行品尝打分,取平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 豌豆蛋白粉添加量对馒头品质的影响

称取 5 份面粉,按 2%、4%、6%、8%、10% 的比例添加豌豆蛋白粉混合均匀,制作豌豆蛋白粉馒头,进行品质评价。豌豆蛋白粉添加量对馒头品质的影响见图 1。

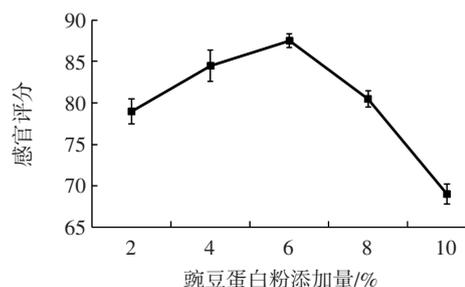


图 1 豌豆蛋白粉添加量对馒头品质的影响

Fig.1 Effect of the addition of pea protein flour on the quality of steamed bread

图 1 可以看出,豌豆蛋白粉添加比例为 6% 时,馒头表面光洁,弹韧性好,内部结构气孔组织小均匀,口感柔软有嚼劲,获得高的感官评价。豌豆蛋白粉添加量在 4%~8% 时,馒头比容、外形、内部结构、弹韧性等感官评价总体较好;添加比例大于 8% 时,馒头表面颜色变暗、弹韧性变差、比容变小、质地变硬、咀嚼性差,综合评分下降;由于豌豆蛋白粉无面筋组织,无法形成薄膜状面筋网络,对气体的包裹能力下降,持水能力下降,延展性、筋性和可塑性变差<sup>[9]</sup>;豌豆蛋白粉中缺乏淀粉酶,使面团的产气和持气能力较弱,不能充分发酵<sup>[10]</sup>。故选定豌豆蛋白粉的添加量为 4%、6%、8%。

## 2.2 加水量对豌豆蛋白粉馒头品质的影响

加水量对馒头品质的影响见图2。

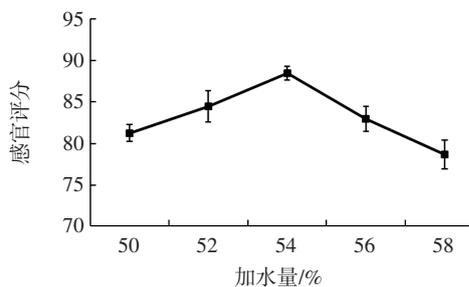


图2 加水量对馒头品质的影响

Fig.2 Effect of the amount of water on the quality of steamed bread

图2可以看出,加水量低于52%时,不易成团,面团干燥不润滑,面筋蛋白的吸水量不充分,面筋网络形成不完整,使面团内部结构粗糙,馒头体积小,质地硬,口感较差<sup>[11]</sup>。加水量超过56%时,和面时黏度过大,面筋吸水率饱和,筋力下降,面团在发酵和成型时较软,蒸出馒头外观出现凹陷,有气泡,内部气孔大小不一<sup>[8]</sup>。加水量为54%时,馒头的综合得分最高,面团柔软,和面筋道且不粘手,馒头光泽均匀,表皮无陷落、皱缩现象,口感好。故选取加水量为52%、54%、56%较合适。

## 2.3 二次发酵时间对豌豆蛋白粉馒头品质的影响

二次发酵时间对馒头品质的影响见图3。

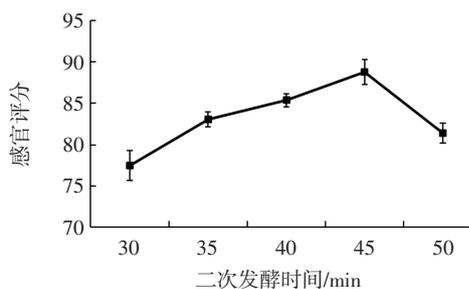


图3 二次发酵时间对馒头品质的影响

Fig.3 Effect of secondary fermentation time on the quality of steamed bread

二次发酵决定馒头的大小和松软。发酵使面团膨胀,产生芳香气味,增加馒头的体积和风味。图3可以看出,二次发酵时间为30 min的时候,馒头品质较差,这是因为添加的豌豆蛋白粉阻碍酵母的正常繁殖,面团在短时间以内不能正常的膨松,馒头体积膨胀不够。发酵时间过长,超过45 min,面团持气力下降,内部气孔大小不均匀,略有酸味,表皮凹陷,影响馒头品质。发酵时间在45 min时,馒头的口感松软,体积大,弹性好,气孔细密均匀,具有特殊的香味,品质评价较高。

故选取二次发酵时间在35、40、45 min时为好。

## 2.4 坯揉制次数对豌豆蛋白粉馒头品质的影响

馒头坯揉制次数对馒头品质的影响见图4。

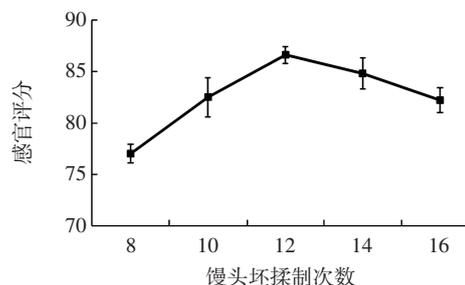


图4 馒头坯揉制次数对馒头品质的影响

Fig.4 Effect of the number of kneading steamed bread billet on the quality of steamed bread

揉馒头坯有利于面团进气,面粉中的蛋白质会逐渐聚集起来,形成面筋网络。揉馒头坯10次~14次的时候,面团中面筋蛋白的氢键和二硫键形成稳定的三维网络结构,面团具有良好的延伸性和弹性,制得的馒头表面光滑,内部结构均匀,比容较高,综合得分高<sup>[12]</sup>。揉坯12次时,馒头的体积增加,外观挺立光滑,内部结构稳定,提高了馒头的弹韧性和口感,综合得分高;揉坯大于14次时,综合变化不大;8次以下时,形成的二硫键和氢键不稳定,面筋网络形成不完整,馒头的弹性和延展性差。因此,馒头坯揉制次数选择10、12、14次。

## 2.5 正交试验

选择豌豆蛋白粉添加量4%、6%、8%;加水量52%、54%、56%;二次发酵时间35、40、45 min;馒头坯揉制次数10、12、14为范围的3个水平进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,结果见表2。

表2 豌豆蛋白粉馒头正交试验结果

Table 2 The result of orthogonal test on pea protein powder steamed bread

试验编号	A 豌豆蛋白粉添加量/%	B 加水量/%	C 二次发酵时间/min	D 馒头坯揉制次数	感官评分
1	1(4)	1(52)	1(35)	1(10)	79
2	1	2(54)	2(40)	2(12)	79.8
3	1	3(56)	3(45)	3(14)	79
4	2(6)	1	2	3	81.5
5	2	2	3	1	88
6	2	3	1	2	85
7	3(8)	1	3	2	74.5
8	3	2	1	3	73
9	3	3	2	1	69
$k_1$	79.3	78.3	79	79	
$k_2$	85.2	80.6	76.8	79.8	
$k_3$	72.2	77.7	80.8	77.8	
R	13	2.9	4	2	

表1看出,豌豆蛋白粉馒头最佳组合为 $A_2B_2C_3D_1$ ,即豌豆蛋白粉添加量为6%,加水量为54%,二次发酵时间为45 min,馒头坯揉制次数为10次时制作的豌豆蛋白粉馒头品质较优。影响豌豆蛋白粉馒头品质的因素 $A>C>B>D$ ,即豌豆蛋白粉添加量影响最为显著,

其次是二次发酵时间,加水量较小,馒头坯揉制次数不明显。

分析单因素认为较优组合为 $A_2B_2C_3D_2$ 未在正交试验中出现,故对组合 $A_2B_2C_3D_2$ 制作的馒头验证试验,感官评定验证结果如表3。

表3 验证试验结果

Table 3 The result of verified test

评价员		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均得分
样品	$A_2B_2C_3D_1$	86	87	88	86	88	86	87	90	86	86	87
	$A_2B_2C_3D_2$	87	89	90	90	88	89	91	89	88	89	89

表3结果得出, $A_2B_2C_3D_2$ 感官评分为89分,略高于 $A_2B_2C_3D_1$ 的评分87,故确定豌豆蛋白粉添加量为6%,加水量为54%,二次发酵时间为45 min,馒头坯揉制次数为12次时制作豌豆蛋白粉馒头质量为好。

## 2.6 对照试验

将按照最佳条件制得的豌豆蛋白粉馒头与小麦馒头进行对照比较,品质评价如表4,营养成分比较如表5。

表4 豌豆蛋白粉馒头和小麦馒头品质评价对照表<sup>①</sup>

Table 4 The comparison table on the quality evaluation of pea protein powder steamed bread and the ordinary steamed bread

评价员		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合计	平均值
样品	豌豆馒头	8	8	7	8	9	8	8	9	8	9	82	8.2
	对照	7	6	7	7	6	7	6	7	6	8	67	6.7
评分差	d	1	2	0	1	3	1	2	2	2	1	15	1.5
	$d^2$	1	4	0	1	9	1	4	4	4	1	29	

表5 豌豆蛋白粉馒头和小麦馒头主要营养成分比较

Table 5 Comparison of main nutritional components between pea protein flour steamed bread and the ordinary steamed bread

样品名称	水分/%	蛋白质/(g/100 g)	脂肪/(g/100 g)	膳食纤维/(g/100 g)	赖氨酸/(mg/g)
小麦馒头	2.5	7.40	1.10	1.30	30.25
豌豆蛋白粉馒头	3.7	9.86	1.34	1.96	49.58

由表3可知,t检验<sup>①</sup>解析 $t=5.582$ ,以自由度为9查t分布表,在5%水平上 $t_0(0.05)=2.262$ ,因为 $5.582>2.262$ ,所以豌豆蛋白粉馒头和小麦馒头存在显著差异。通过表4、表5综合分析,豌豆蛋白粉馒头感官性状和营养价值均优于普通小麦馒头。豌豆蛋白粉馒头外观呈淡黄色香气愉悦,表皮光滑柔软,气孔细密均匀,弹韧性好口感细腻;豌豆蛋白粉馒头中水分、蛋白质、不饱和脂肪酸、膳食纤维、赖氨酸含量高于小麦馒头;可见添加豌豆蛋白粉明显起到了改善馒头品质,增加馒头蛋白质,强化馒头营养的作用。

## 3 结论

1) 正交试验确定豌豆蛋白粉馒头最佳制作条件为:

豌豆蛋白粉量添加量为6%,加水量为54%,二次发酵时间为45 min,馒头坯揉制次数为12次。

2) 将豌豆蛋白粉馒头与小麦馒头进行对照比较,在蛋白质、不饱和脂肪酸、膳食纤维、赖氨酸含量高于小麦馒头,添加豌豆蛋白粉明显起到了改善馒头品质,以评分员自由度为9查t分布表可知<sup>①</sup>,在5%显著水平相应的临界值 $t_0(5\%)=2.262$ ,样品在5%水平下 $t=5.582$ ,大于2.262,存在显著差异,豌豆蛋白粉馒头感官性状和营养价值得到显著提升,更受消费者欢迎。

## 参考文献:

- [1] 江洋,丁文平,庄坤,等.豌豆粉对南方馒头品质的影响[J].粮食与饲料工业,2015,12(8): 22-26
- [2] 梁哈妮,唐传核.豌豆蛋白的功能特性研究[J].现代食品科技,2012,28(12): 1640-1644
- [3] 杨震.豌豆蛋白组织化挤压工艺参数优化及其在肉制品中的应用[J].延边大学农学学报,2016,38(4): 317-324
- [4] 李颖.花生蛋白馒头加工工艺的研究[J].中国粮油学报,2009,24(9): 132-136
- [5] 王钦德,杨坚.食品试验设计与统计分析[M].北京:中国农业大学出版社,2010: 331-367
- [6] 张水华,孙君社,薛毅.食品感官评定[M].广州:华南理工大学出版

# 即食海鲜调味酱的研制

姚玉静, 杨昭\*, 黄佳佳, 庄逸桐, 梁健平

(广东食品药品职业学院 食品学院, 广东 广州 510520)

**摘要:**以牡蛎酶解液和虾头虾壳为主要材料, 研制一款即食海鲜调味酱。通过单因素试验和正交试验考察各因素对调味酱感官的影响, 并对最优产品进行氨基酸测定。试验结果表明即食海鲜调味酱的最佳配方为: 虾油 15%、酱油 5%、大蒜粉 2%、白砂糖 1%、鸡精 0.5%、黑胡椒粉 1.5%、姜粉 1.5%、料酒 5%、新鲜辣椒 2.5%、虾头虾壳 15%、黄原胶 0.2%、牡蛎酶解液 6%。所得调味酱营养丰富, 咸淡适中, 鲜味突出, 色泽亮丽, 组织均匀, 具有浓郁油炸虾的香味和牡蛎特有的海鲜风味。经测定调味酱中含有丰富的氨基酸, 其中鲜味氨基酸占比为 66.29%, 甜味氨基酸占比为 18.34%。

**关键词:**牡蛎; 酶解液; 虾头; 虾壳; 调味酱

## Preparation and Development of Instant Seafood Sauce

YAO Yu-jing, YANG Zhao\*, HUANG Jia-jia, ZHUANG Yi-tong, LIANG Jian-ping

(Department of Food Science, Guangdong Food and Drug Vocational College, Guangzhou 510520, Guangdong, China)

**Abstract:** Instant seafood sauce was prepared with oyster hydrolysate and shrimp scrap as main materials. Through single factor experiment and orthogonal experiment, the influence of each factor on the sensory of sauce was investigated, and the amino acid of the optimal product was determined. The results showed that the best formula of instant seafood sauce was 15% of shrimp oil, 5% of soy sauce, 2% of garlic powder, sugar 1%, chicken essence 0.5%, black pepper 1.5%, ginger powder 1.5%, cooking wine 5%, fresh pepper 2.5%, shrimp head shrimp shell 15%, xanthan gum 0.2% and oyster enzymatic hydrolysate 6%. The sauce was rich in nutrients, moderate in saltiness, prominent in taste, bright in color and uniform in structure. It had strong aroma of fried shrimp and characteristically seafood flavor of oyster. The sauce contained abundant amino acids, of which the proportion of umami amino acids was 66.29%, and that of sweet amino acids was 18.34%.

**Key words:** oyster; enzymatic hydrolysates; shrimp head; shrimp shell; sauce

基金项目: 广东高校省级重点平台和重大科研项目-青年创新人才项目(2018GkQNCX132); 广东食品药品职业学院自然科学研究项目-自然科学一般项目(2018ZR021)

作者简介: 姚玉静(1979—), 女(汉), 副教授, 硕士, 研究方向: 食品生物技术、食品检测。

\* 通信作者: 杨昭(1987—), 男(汉), 硕士, 研究方向: 食品深加工及风味化学。

- 社, 2005: 91-93
- [7] 郑立红, 肖月娟, 杨晓宽, 等. 枸杞菜营养保健馒头的研制[J]. 河北科技师范学院学报, 2012, 26(3): 49-53
- [8] 李逸鹤, 马栎, 嵇稚雯, 等. 小麦胚紫薯复合馒头的研究[J]. 食品研究与开发, 2014(24): 84-87
- [9] 王香玉. 馒头制作过程中蛋白交联行为及其对品质的影响[D]. 无锡: 江南大学, 2016
- [10] 吴若言, 罗登林, 张康逸, 等. 超声辅助面团发酵对馒头品质的影响及工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(18): 95-101
- [11] 陆红梅. 杞菊馒头的加工工艺研究[J]. 四川旅游学院学报, 2016(5): 22-25
- [12] 彭义峰, 刘彦军. 浅谈影响馒头发酵的因素[J]. 粮食加工, 2015, 40(1): 50-51

收稿日期: 2019-07-23