

发芽青稞面包加工工艺优化

沈娜^{1,2}, 黄楠楠^{1,2}, 周选围¹

(1. 上海交通大学农业与生物学院, 上海 200240; 2. 上海克莉丝汀食品有限公司, 上海 200231)

摘要:在研究发芽青稞面粉、谷朊粉、酵母、水的添加量对青稞营养面包加工品质影响的基础上, 通过正交试验筛选了青稞营养面包的配方; 用 $L_{16}(4^5)$ 安排了5因素4水平的正交实验, 对实验结果进行了分析。结果表明, 最优的青稞营养面包的配方为: 发芽青稞面粉质量分数为40%、谷朊粉为8%、酵母质量分数为1.0%、水质量分数为65%。所制作的面包表皮色泽好、内部组织较均匀、具有青稞独特香味, 口感较好。为发芽青稞的深加工奠定了基础。

关键词:发芽青稞; 面包; 加工; 配方; 优化。

中图分类号: TS 213.2 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2017)01-0011-04

Optimization of the processing technology of germinated highland barley bread

SHEN Na^{1,2}, HUANG Nan-nan^{1,2}, ZHOU Xuan-wei¹

(1. School of Agriculture and Biology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240;
2. Shanghai Christine Foodstuffs Co., Ltd., Shanghai 200433)

Abstract: Based on the effects of the addition amount of germinated highland barley flour, wheat gluten, yeast and water on the quality of highland barley nutrition bread, the optimal processing formula of the bread was studied by orthogonal test. Table $L_{16}(4^5)$ was used to test five factors with four levels. The results showed that the optimal processing formula for the nutrition bread was as following: 40% germinated highland barley flour, 8% wheat gluten, 1% yeast and 65% water. The bread had good color with uniform texture, special aroma and good taste. This study lays a foundation for the further deep processing of germinated highland barley.

Key words: germinated highland barley; bread; processing, formula; optimization.

青稞, 又称裸大麦 (*Hordeum Valgere* Var. Mud), 是大麦的一个变种, 一年生或越年生草本植物, 是青藏高原一年一熟的高寒农业区的主要粮食作物。青稞主要分布在我国西藏、青海、四川的甘孜州和阿坝州、云南的迪庆、甘肃的甘南州等海拔 4200~4500 m 的青藏高寒地区, 是藏族人民的主要食物和青稞酒等的主要原料^[1-2]。青稞营养丰富, 具有高蛋白质、高纤维、高维生素、低脂肪、低糖等特点, 总指标符合现代营养学对新型功能食品所提出的“三高两低”的要求^[3-4]。青稞发芽是青稞种子发生生理生化变化的过程, 发芽过程中在蛋白酶酶系的作用下, 胚乳细胞壁被分解, 胚乳储存的物质开始降解并为胚轴生长提供营养^[5]。发芽后的青稞其籽粒结构疏松, 多种酶如 α -淀粉酶、纤维素酶、蛋白酶、植酸酶、 β -葡聚糖酶等的活力显著提高, 酶的数量和种类急剧

增加, 促进青稞麦粒中的亚组分含量变化^[6-7], 这种变化使得青稞的营养价值提高, 营养物质更有利于人体吸收, 并降解和消除青稞中可能存在的有毒有害物质或抗营养物质, 增加人体有益的物质如 γ -氨基丁酸、生育酚、 β -葡聚糖等的含量; 这种发芽过程变化所产生的次生代谢物增加了青稞的营养价值、保健功能和风味^[8-9], 也给青稞的深加工奠定了良好的基础。

随着全球方便食品和营养保健食品生产的迅速发展, 发芽青稞食品的开发和利用受到国内外食品专家的广泛关注, 成为一种新型食品开发的热点^[10]。在众多方便食品中, 面包是经面团制作、发酵、整形、烘烤等工艺制成的松软多孔的食品, 它以口味多样、携带方便等特点越来越受到人们的欢迎。青稞籽粒组织结构粗松、面筋蛋白含量低、淀粉中支链淀粉含量较高、面团黏度大, 这些特点影响了青稞的加工成型性能和口感, 使青稞不能像小麦那样按照正常配方和程序加工成面包等大众化食品^[11-12]。

收稿日期: 2016-06-24

基金项目: 天津汇禾食品有限公司资助项目(16H100000413)

作者简介: 沈娜, 1984年出生, 女, 硕士研究生。

通讯作者: 周选围, 1962年出生, 男, 教授。

在前期的研究中,初步探索了青稞发芽的基本工艺,通过青稞籽粒的萌动,改变其营养成分的组成,发芽后的青稞中 β -葡聚糖含量达9%~10%,比未经发芽处理的青稞高出1%~2%^[13];发芽后的青稞能明显改善青稞原有的口感,易被消化吸收,而且青稞胚芽粒中胚损失较小,营养成分丰富,特别是 γ -氨基丁酸非常丰富,是一种营养强化的功能食品^[14-15]。本实验以发芽青稞粉为原料,加谷朊粉、发芽青稞麦片、面包改良剂等,研究青稞营养面包的配方与工艺,生产具有良好口感、风味、组织状态的青稞营养面包,同时明显提高产品的营养价值和保健功能。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

发芽青稞面粉:西藏圣龙实业有限公司;高筋小麦粉:广州金禾面粉有限公司;发芽青稞麦片:西藏圣龙实业有限公司;谷朊粉:南阳天冠植物蛋白有限公司;黄油:恒天然商贸(上海)有限公司;酵母:乐斯福(明光)有限公司;面包改良剂:乐斯福(明光)有限公司;鸡蛋、白砂糖、食盐、麦芽精、葡萄干均为市售食品原料;SS-0.5和面机:珠海三麦机械有限公司;SP-8S醒发箱:珠海三麦机械有限公司;KING-3C电烤炉:珠海三麦机械有限公司;JMTY面包体积测定仪:郑州中谷机械设备厂。

1.2 原辅料预处理

种水的制作:将纯净水(28 ± 1 °C)、白砂糖和麦芽精拌匀后放入消毒后的容器中,加入葡萄干并在室温(30 ± 1 °C)条件下静置4至5 d,沥出葡萄干即得天然酵母“种水”。

老面的制作:将所得天然酵母种水、高筋小麦粉、饮用水(纯净水 28 ± 1 °C)搅拌均匀后在 30 ± 1 °C的条件下发酵12 h,至面团大小为发酵前的3倍大小,备用。

汤种的制作:操作水煮至温度95 °C以上后和高筋小麦粉一起搅拌,烫面成团后,面团温度由60~65 °C自然冷却至15 °C以下,待用。

1.3 调制与分割

将汤种、老面、发芽青稞粉、高筋小麦粉、白砂糖、谷朊粉、鸡蛋、酵母和水加入搅拌机,搅拌均匀后,加入黄油,慢速搅拌2 min,再加入食盐后快速搅拌1.5 min,面团松弛20 min后,分割、整形并在表面揉上发芽青稞麦片。

1.4 烘烤与醒发

分割后的面团在温度28 °C、湿度75%条件下,在醒发箱内醒发(一次醒发)约40 min,约至原面团的2倍体积后,再次整形,并在温度35 °C、湿度

75%条件下醒发(二次醒发)约40 min,其体积约为醒发前原体积的2倍即可。

将烤盘放入烘箱中,在烘箱面火200 °C、底火180 °C条件下先烘烤6 min;将烤盘拿出后,掉头再次放入烘箱,在面火180 °C、底火200 °C条件下,继续烘烤6 min,当面包表面呈深棕黄色时即可出炉。

1.5 实验设计

1.5.1 单因素实验

固定基本配方中的其他原料添加量,以发芽青稞粉和高筋小麦粉的总量为基准。考察发芽青稞粉用量(10%、20%、30%、40%、50%),谷朊粉用量(3%、5%、7%、9%、11%),酵母用量(0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%),加水量(55%、60%、65%、70%、75%),4因素对青稞营养面包比容及感官品质的影响。

1.5.2 正交实验

在单因素实验的基础上,选用发芽青稞粉、谷朊粉、酵母用量、水的添加量为因素,设计 $L_{16}(4^5)$ 正交实验,以面包的比容及感官评分为指标,优化出青稞营养面包加工的最佳工艺条件。

1.5.3 面包的品质评定

参考面包国家标准^[16],从面包的比容和面包的感官评分2方面进行综合评定。

比容测定:面包出炉后5 min内称量质量(g),并利用面包体积测定仪测量体积。面包的比容为面包体积与面包质量之比,计算公式为: $P = V/m$ 。

感官评价:依据面包的形态、色泽、外形、气味、口感、组织5个方面,由10位具有一定专业知识的技术人员根据面包的感官质量指标进行评分。具体评定指标见表1。

表1 青稞营养面包的评分标准

项目	满分	评分标准
形态	20	完整,无缺损龟裂,无明显斑点 16~20分;完整无缺损、龟裂,有少量斑点 11~15分;较完整,表面有龟裂 6~10分;有缺损龟裂,表面粗糙 1~5分。
色泽	20	呈金黄色,无烤焦发白 16~20分;呈金黄色,有轻微烤焦现象 11~15分;色泽较均匀,有烤焦现象 6~10分;颜色不均匀,有烤焦发白现象 1~5分。
气味	20	具有浓郁的烘烤和发酵后的面包香味,无异味 16~20分;有烘烤和发酵的面包香味,无异味 11~15分;具有较淡的烘烤和发酵后的面包香味 6~10分;没有明显的面包特有香味 1~5分。
口感	20	松软适口,不粘,不咯牙,无异味 16~20分;较松软适口,不粘,不咯牙,无异味 11~15分;较硬,较粘,较咯牙 6~10分;硬,粘,咯牙 1~5分。
组织	20	细腻,有弹性,气孔均匀,纹理清晰,切片后不断裂 16~20分;较细腻,有弹性,气孔较均匀,纹理清晰,切片后不断裂 11~15分;局部过硬,切片后断裂,有断裂和掉渣 6~10分;无弹性,纹理不均匀,切片后有断裂掉渣现象 1~5分。

2 结果与分析

2.1 单因素实验结果

2.1.1 发芽青稞粉添加量对青稞营养面包品质的影响

实验结果见图1。青稞营养面包的比容和感官评分随发芽青稞粉用量的增加呈降低趋势,当发芽青稞粉添加量达35%以后,青稞营养面包的比容下降速度减缓,感官评分在发芽青稞粉添加量25%~35%时下降速度较慢,35%~45%下降趋势较大,综合感官评分及比容两个指标,为了达到尽可能的提高发芽青稞面粉的添加量的目的,以发芽青稞粉35%添加量为佳。

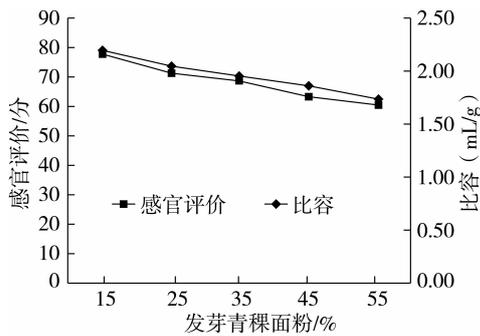


图1 发芽青稞粉添加量对青稞营养面包品质影响

2.1.2 谷朊粉添加量对青稞营养面包品质的影响

青稞营养面包的比容和感官评分随谷朊粉用量的增加,均呈现先增加后减少的趋势(见图2)。综合两个指标要求,谷朊粉7%的添加量比较适宜。

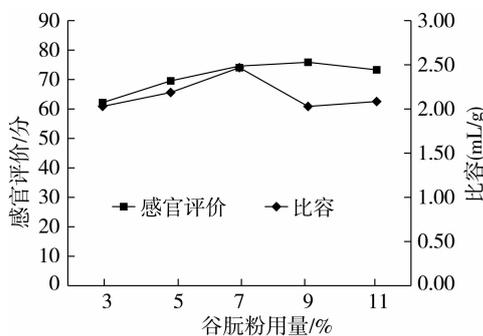


图2 谷朊粉添加量对青稞营养面包品质的影响

2.1.3 酵母添加量对青稞营养面包品质的影响

实验结果见图3。青稞营养面包的比容和感官评分呈现先上升后下降的趋势,当酵母添加量在1.0%时,青稞营养面包的感官评分达到最大值,比容也较大。故以酵母的添加量1.0%为宜。

2.1.4 加水量对青稞营养面包品质影响

青稞营养面包的比容和感官评分随水添加量的增加,均呈现先上升后下降的趋势(图4)。选用加

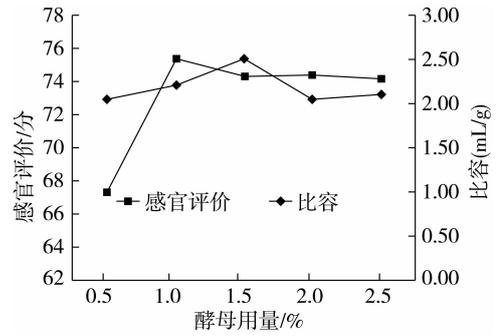


图3 酵母添加量对青稞营养面包品质影响
水量为65%时,二者均达到最大值。

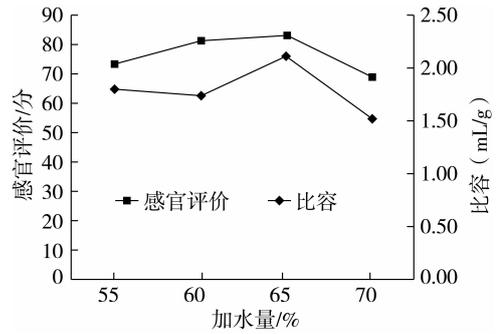


图4 加水量对青稞营养面包品质影响

2.2 正交实验设计及结果分析

根据单因素对面包品质影响的结果,选用发芽青稞粉、谷朊粉、酵母用量、水的添加量为因素,采用 $L_{16}(4^5)$ 正交实验对青稞营养面包的配方工艺进行优化。实验方案与结果见表2~表4。

表2 正交实验设计及结果

实验号	A 发芽青稞粉用量/%	B 谷朊粉用量/%	C 酵母用量/%	D 加水量/%	空列	比容	感官评分
1	1(30)	1(6)	1(0.6)	1(59)	1	1.70	55.2
2	1	2(7)	2(0.8)	2(62)	2	1.71	66.3
3	1	3(8)	3(1.0)	3(65)	3	1.78	72.6
4	1	4(9)	4(1.2)	4(68)	4	1.72	70.5
5	2(35)	1	2	3	4	1.76	62.3
6	2	2	1	4	3	1.80	64.1
7	2	3	4	1	2	1.77	63.5
8	2	4	3	2	1	1.79	68.2
9	3(40)	1	3	4	2	1.77	62.7
10	3	2	4	3	1	1.78	69.1
11	3	3	1	2	4	1.79	71.3
12	3	4	2	1	3	1.80	66.2
13	4(45)	1	4	2	3	1.78	56.4
14	4	2	3	1	4	1.79	64.3
15	4	3	2	4	1	1.78	69.2
16	4	4	1	3	2	1.76	67.5
K ₁	6.91	7.01	7.05	7.06	7.05		
K ₂	7.12	7.08	7.05	7.07	7.01		
K ₃	7.14	7.12	7.13	7.08	7.16		
K ₄	7.11	7.07	7.05	7.07	7.06		
R	0.23	0.11	0.08	0.02	0.15		

续表2

实验号	A发芽青稞粉用量/%	B谷朊粉用量/%	C酵母用量/%	D加水 量/%	空列	比容	感官评分
K ₁	264.6	236.6	258.1	249.2	261.7		
K ₂	258.1	263.8	263.0	262.2	260.0		
K ₃	269.3	276.6	267.8	271.5	259.3		
K ₄	257.4	272.4	259.5	266.5	268.4		
R	11.9	40	9.7	22.3	9.1		

表3 比容方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F值
A	0.008 65	3	0.002 9	2.804
B	0.001 55	3	0.000 5	<1
C	0.001 20	3	0.000 4	<1
D	0.000 02	3	0	<1
空列	0.003 05	3	0.001 0	
误差	0.003 08	3		
总变异	0.017 55			

表4 感官评价方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F值
A	23.982 5	3	7.99	2.110
B	242.307 5	3	57.269 2	9.672 *
C	14.652 5	3	2.884 2	<1
D	68.472 5	3	11.924 2	2.014
空列	12.962 5	3		
误差	17.762 5			
总变异	380.14			

注:表3、表4中 $F(\alpha=0.05)=9.28$, $F(\alpha=0.01)=29.46$ 。“*”表示显著。

由表2可知,极差分析可得出4个因素中影响青稞营养面包比容的主要因素是发芽青稞粉添加量,其次是谷朊粉添加量、酵母添加量、水的用量。影响青稞营养面包感官评分的因素先后次序是 $B > D > A > C$,其中谷朊粉添加量影响最大,其次是水和发芽青稞面粉,酵母添加量对青稞营养面包比容及感官评分影响均较小。

由表3、表4可知,方差分析可得出发芽青稞粉、谷朊粉、酵母和水4个因素对青稞营养面包的比容和感官评分均有影响,但仅有谷朊粉的添加量对面包的感官评分的影响达显著水平($F=9.672 > F(\alpha=0.05)$),其余因素的影响均未达到显著水平。

以面包比容为考察指标确定最佳工艺组合 $A_1B_2C_3D_3$,以感官评价为考察指标确定最佳工艺组合 $A_3B_3C_3D_3$ 。分别进行验证实验,结果分别为比容2.41、感官得分75和比容2.52、感官得分85。

3 结论

以尽可能的提高产品中青稞成分的添加量为目

标。最优的青稞营养面包的配方为:发芽青稞粉用量40%,谷朊粉用量8%,酵母添加量1.0%,水添加量65%。在此条件下制作的青稞营养面包,其比容为2.5,感官评分为85。面包表皮色泽均匀、内部组织较为均匀、带有青稞特有香味,口感较好,富含发芽青稞中的 γ -氨基丁酸、膳食纤维、 β -葡聚糖等营养成分。

参考文献:

- [1] Li Q, Pan Z, Deng G, Long H, Li Z, Deng X, Liang J, Tang Y, Zeng X, Tashi N. Effect of wide variation of the waxy gene on starch properties in hull-less barley from Qinghai-Tibet Plateau in China [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62 (47): 11369-11385.
- [2] 朱印酒. 西藏青稞资源与分布特征[J]. 西藏大学学报(自然科学版). 2011, 26(1): 42-45.
- [3] 臧靖巍, 阚建全, 陈宗道. 青稞的成分研究及应用状况[J]. 中国食品添加剂, 2004(4): 43-46.
- [4] 姚豪颖, 聂少平, 鄢为唯, 李雅静, 崔武卫. 不同产地青稞原料中的营养成分分析[J]. 南昌大学学报(工科版). 2015, 37: 11-15.
- [5] 刘宝祥, 朴永哲, 翟明昌, 等. 大麦发芽过程中蛋白质组的变化研究[J]. 食品工业科技, 2013(11): 108-111.
- [6] Schmitt M R, Skadsen R W, Budde A D. Protein mobilization and malting-specific proteinase expression during barley germination [J]. Journal of Cereal Science, 2013, 58(2): 324-332.
- [7] 张善飞, 成建国, 董亮, 刘宝祥, 赵长新. 外源添加肌醇对大麦发芽过程中一些水解酶活力的影响[J]. 麦类作物学报, 2012(3): 465-468.
- [8] Kaukovirta-Norja A, Wilhelmson A, Poutanen K. Germination: a means to improve the functionality of oat [J]. Agricultural and Food Science, 2004, 13(1-2): 100-112.
- [9] Peterson D M. Lipase activity and lipid metabolism during oat malting [J]. Cereal Chemistry, 1999, 76(1): 159-163.
- [10] 申瑞玲, 绍舒, 董吉林. 萌动青稞研究进展[J]. 粮油食品科技. 2015, 23(3): 21-25.
- [11] Janette B, Inga P P, Marketa L. Monitoring of malting process by characterization of glycation of barley protein Z [J]. European Food Research and Technology, 2010, 230: 665-673
- [12] 李涛, 王金水, 李露, 韦志彦. 青稞的特性及其应用现状[J]. 农产品加工·学刊, 2009(9): 92-93, 96.
- [13] 张伊迪, 周选围. 青稞籽粒中 β -葡聚糖在发芽过程中的变化[J]. 中国农学通报, 2014, 30(24): 294-298.
- [14] 张端莉, 桂余, 方国珊, 刘雄. 大麦在发芽过程中营养物质的变化及其营养评价[J]. 食品科学, 2014(1): 229-233.
- [15] Hübner F, Arendt E K. Germination of cereal grains as a way to improve the nutritional value: a review [J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2013, 53(8): 853-861
- [16] GB/T 20981-2007, 面包[S].