

文章编号: 2095-6991(2020)02-0033-06

青麦仁全粉无蔗糖面包的加工工艺研究

王文婷, 韩方凯, 周 洁

(宿州学院 生物与食品工程学院, 安徽 宿州 234000)

摘要:以面包粉与青麦仁全粉的混合粉作为主原料, 麦芽糖醇替代蔗糖作为甜味剂, 通过单因素试验研究了青麦仁全粉添加量、麦芽糖醇添加量、干酵母添加量以及醒发时间对青麦仁全粉无蔗糖面包品质的影响, 再通过正交试验优化确定了青麦仁全粉无蔗糖面包的最佳加工工艺。结果表明: 青麦仁全粉添加量为 15%, 麦芽糖醇添加量为 15%, 干酵母添加量为 2%, 醒发时间为 60 min 时, 面包外形光滑饱满, 内外色泽均匀, 细腻柔软, 香甜可口, 品质最佳, 且与普通面包相比也具有更高的营养价值。

关键词:青麦仁全粉; 无蔗糖面包; 加工工艺

中图分类号:TS213.2 **文献标志码:**A

0 引言

过去因粮食缺乏而导致农民无法满足饱腹需求时, 青麦仁常用作充饥。而现在青麦仁却成为一种休闲时令食品, 它具有的清新味道及碧绿色泽, 使其成为大受欢迎的食品^[1]。此外, 青麦仁中还含有丰富的膳食纤维、维生素 C、叶绿素等营养物质, 是一种高营养且可降低血糖并对消化吸收有益的绿色食品^[2-4]。麦芽糖醇是一种热量很低的功能性甜味剂, 不会引起机体血糖升高, 特别适用于肥胖症和糖尿病高风险人群及患者, 添加到面包等甜味食品中以替代蔗糖, 既能保证口感, 也有益于消费者的身体健康^[5-6]。目前, 国内面包种类繁多, 原料及配方的不同, 加工工艺和技术参数的差异, 都会影响面包的品质。功能性是当前食品开发的趋势, 以青麦仁全粉与面包粉调配的混合粉及麦芽糖醇为原料, 通过单因素及正交试验优化制作工艺, 研发出感官品质良好、营养价值更高, 且适合更多人群, 尤其是受肥胖与高血糖困扰的人群食用的青麦仁全粉无蔗糖面包。

1 材料与方法

1.1 主要原料与试剂

速冻青麦仁(无锡市青麦源食品有限公司); 麦芽糖醇(山东福田药业有限公司); 奶粉(雀巢公

司); 氢氧化钠、浓盐酸等(国药集团化学试剂有限公司, 均为分析纯)。

1.2 主要仪器与设备

粉碎机(瑞安市永历制药机械有限公司); 电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司); 和面机(力丰和面机有限公司); 醒发箱(广州正麦机械有限公司); 远红外线食品烘炉(广州旭众食品机械有限公司); 分析天平(上海越平科学仪器有限公司); 质构仪(美国 Food Technology Corporation(FTC)公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程 速冻青麦仁解冻→清洗→烘干→粉碎过筛→干料、湿料混合→和面→发酵→排气→整形→醒发→烘烤→冷却→包装, 得成品。

1.3.2 青麦仁全粉的制备 室温下将速冻青麦仁解冻, 去除杂质后用清水洗净, 均匀放在烘盘上, 40℃烘干 12 h。将干燥好的青麦仁粉碎, 过 80 目筛, 得青麦仁全粉, 置于密封袋保存。

1.3.3 青麦仁全粉无蔗糖面包的制作要点

(1) 酵母活化: 称取适量干酵母于烧杯中, 加入 50 mL 热水, 搅拌至干酵母溶解, 于温度 30℃、湿度 85% 的醒发箱中静置 15 min^[7]。

(2) 原料准备: 分别称取混合粉 500 g、食用盐 4 g、全蛋液 60 g、奶粉 15 g、黄油 30 g, 适量麦芽糖醇, 将麦芽糖醇与食用盐用 200 mL 水充分溶

收稿日期: 2019-11-19

基金项目: 宿州学院科研平台开放课题(2019ykf11); 安徽高校自然科学研究重点项目(KJ2018A0447); 宿州学院大学生科研项目(KYLXZCXM19-44); 宿州学院大学生科研项目(KYLXYBXM19-100)

作者简介: 王文婷(1987-), 女, 安徽淮北人, 助教, 硕士, 研究方向: 功能性食品。E-mail: wangwenting666@126.com.

解,制成糖醇-盐混合液。

(3)面团调制:将混合粉、糖醇-盐混合液、全蛋液、奶粉、酵母溶液放入和面机中速搅拌,至面团表面光滑、手感柔软,加入黄油慢速搅打至黄油吸收完全后转高速继续搅打,至面团柔软不沾手,可拉出大片光滑薄膜即可。

(4)发酵:将面团取出,置于温度 30 ℃、湿度 75% 的醒发箱中进行第一次发酵,时间为 2.5 h。

(5)整形:将发酵完成的面团取出,利用压面机排出面团内气体,盖上保鲜膜,室温放置 20 min 进行中间发酵。将处理好的面团分成小块整形,放置烤盘中^[8]。

(6)醒发(最终发酵):整形后的面团放入温度 35 ℃、湿度 85% 的醒发箱中醒发一定时间^[9]。

(7)焙烤:将醒发好的面团放入上火 190 ℃、下火 220 ℃ 的烤箱中烤制 15~18 min 即可。

1.3.4 单因素试验设计

(1)青麦仁全粉添加量对面包品质的影响

以面包粉质量(500g)为基础,按 5%、10%、15%、20%、25% 的比例将等量的面包粉替换为青麦仁全粉,其他配料为干酵母 10 g、麦芽糖醇 75 g、奶粉 15 g、全蛋液 60 g、食用盐 4 g、黄油 30 g,醒发时间 60 min,研究不同青麦仁全粉添加量对面包品质的影响。

(2)干酵母添加量对面包品质的影响

以混合粉(青麦仁全粉:面包粉=1:4)质量(500 g)为基础,按 1.0%、1.5%、2%、2.5%、3.0% 的比例添加干酵母,其他配料及醒发时间同(1),研究不同干酵母添加量对面包品质的影响。

(3)麦芽糖醇添加量对面包品质的影响

以混合粉(青麦仁全粉:面包粉=1:4)质量(500 g)为基础,按 5%、10%、15%、20%、25% 的比例添加麦芽糖醇,其他配料及醒发时间同(1),研究不同麦芽糖醇添加量对面包品质的影响。

(4)醒发时间对面包品质的影响

混合粉 500 g(青麦仁全粉:面包粉=1:4),其他配料同(1),选取 30 min、40 min、50 min、60 min、70 min 进行醒发,研究不同醒发时间对面包品质的影响^[10-11]。

1.3.5 正交试验设计 通过单因素试验研究,进行正交优化试验确定制备青麦仁全粉无蔗糖面包的最佳工艺,采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计,如表 1 所列。

表 1 正交试验因素水平表

水平	因 素			
	A:青麦仁全粉 添加量/%	B:干酵母 添加量/%	C:麦芽糖醇 添加量/%	D:醒发时 间/min
1	15	1.5	10	40
2	20	2.0	15	50
3	25	2.5	20	60

1.3.6 面包品质评价

(1)面包感官评价标准

参考 GB/T 14611-2008,青麦仁全粉无蔗糖面包感官评价标准如表 2 所列。面包出炉后自然冷却 1 h,由 100 名感官评价员(男 50 名、女 50 名)对面包体积、面包外观、面包芯色泽、面包芯质地、面包纹理结构、气味、口感进行评定^[7,11-12]。

表 2 青麦仁全粉无蔗糖面包感官评价标准

感官指标	评价标准	分数
面包体积	<360 mL	0
	360~900 mL	每增加 12mL 加 1 分
	>900mL	45
面包外观	外形光滑饱满,表面色泽均匀	4~5
	外形较饱满,表面色泽正常	2~3
	外形不饱满,表面有斑点	0~1
面包芯色泽	色泽均匀	3~5
	色泽不均匀,甚至灰暗	0~2
面包芯质地	细腻,柔软,弹性好	7~10
	柔软,有一定弹性	3~6
	粗糙,弹性差	0~2
面包纹理结构	气孔均匀细密	15~20
	气孔不均匀,有少许大孔洞	7~14
	明显大孔洞和实部分	0~6
气味	有明显青麦仁香气	3~5
	无青麦仁香气	0~2
口感	明显香甜味,淡酵母香气	4~10
	酵母味浓厚,发酸或异味	0~3

(2)面包质构的测定

质构测定采用 TPA 法。室温下冷却后密封保存 24 h,切成厚度为 10 mm 的片状,取中心处进行测定。测定参数:P/36R 柱型探头,触发力为 5 N,测前、测后速度均为 60 mm/min,压缩百分比为 25%^[7,13]。

(3)面包主要营养成分的测定

根据 GB 5009.3-2016 测定水分含量;根据 GB 5009.4-2016 中第一法(食品中总灰分的测定)测定灰分含量;根据 GB 5009.88-2014(酶重量法)测定总膳食纤维的含量;根据 GB 5009.6-2016 中第二法(酸水解法)测定脂肪含量;根据 NY/T 3082-2017 测定叶绿素含量;参考姜齐永^[14]的方法测定维生素 C 含量。

2 结果与讨论

2.1 单因素试验结果分析

2.1.1 青麦仁全粉添加量对面包品质的影响

青麦仁全粉添加量对面包品质的影响如表 3 所

列。由表 3 可知,青麦仁全粉添加量与面包的硬度、粘附性、胶粘性、咀嚼性呈正相关,与面包的弹性和内聚性则呈负相关。由图 1 可知,青麦仁全粉添加量在 20% 时感官评价最高。因此,当青麦仁全粉添加量为 20% 时,面包质构优良,符合消费者对面包感官品质的要求。故综合质构数据及感官评分,最佳青麦仁全粉添加量为 20%。

2.1.2 干酵母添加量对面包品质的影响 干酵母添加量对面包品质的影响如表 4 所列。添加适量酵母使面包弹性变好,面包的口感、柔软度和蓬松度也有所改善。由表 4 可知,当干酵母添加量为 2% 时,面包的硬度与胶粘性最小,弹性最佳。由图 2 可

表 3 不同青麦仁全粉添加量的面包质构特性

青麦仁全粉	硬度	弹性	粘附性	内聚性	胶粘性	咀嚼性
5%	3.05±0.18	4.69±0.09	0.54±0.07	0.60±0.01	5.67±0.56	18.13±1.41
10%	4.87±0.29	4.61±0.14	0.61±0.05	0.56±0.03	9.54±0.73	25.18±1.48
15%	6.12±0.22	4.39±0.06	0.63±0.02	0.53±0.02	10.76±0.68	47.66±2.65
20%	7.62±0.26	4.16±0.10	0.80±0.01	0.51±0.03	11.88±0.48	62.01±1.52
25%	12.36±0.31	3.56±0.12	1.09±0.09	0.50±0.01	14.28±0.83	63.18±2.38

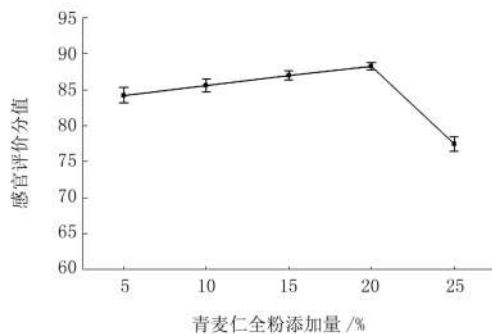


图 1 不同青麦仁全粉添加量的面包感官评价

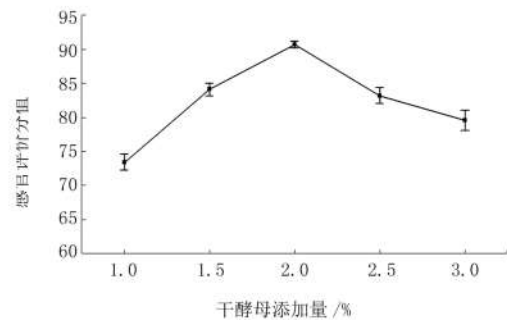


图 2 不同干酵母添加量的面包感官评价

表 4 不同干酵母添加量的面包质构特性

干酵母	硬度	弹性	粘附性	内聚性	胶粘性	咀嚼性
1.0%	9.47±0.34	3.78±0.15	0.65±0.03	0.62±0.02	11.79±0.72	67.67±2.03
1.5%	9.19±0.21	3.85±0.12	0.73±0.04	0.57±0.01	11.34±0.83	63.98±1.41
2.0%	7.58±0.23	4.14±0.11	0.79±0.04	0.51±0.03	9.92±0.48	61.93±1.33
2.5%	9.93±0.36	3.98±0.11	0.77±0.02	0.50±0.04	12.16±0.94	60.72±1.76
3.0%	10.17±0.44	3.65±0.09	0.75±0.07	0.52±0.04	13.21±0.88	65.21±2.46

知,随干酵母添加量的增加,面包感官评分先升高后下降。当酵母添加量过少时,面团无法完全发酵,面包芯实部分较多;当酵母添加量过多时,酵母气味重,味道差。故综合质构数据及感官评分,最佳干酵母添加量为 2%。

2.1.3 麦芽糖醇添加量对面包品质的影响 麦芽糖醇添加量与面包弹性呈负相关,与粘附性、胶

粘性呈正相关,如表 5 所列。当麦芽糖醇添加量为 15% 时,面包硬度最小。由图 3 可知,当麦芽糖醇添加量 15% 时,面包柔软且甜度适中,感官品质最佳。故综合质构数据及感官评分,最佳麦芽糖醇添加量为 15%。

2.1.4 醒发时间对面包品质的影响 由表 6 可知,醒发时间与面包内聚性、咀嚼性呈负相关,而

表 5 不同麦芽糖醇添加量的面包质构特性

麦芽糖醇	硬度	弹性	粘附性	内聚性	胶粘性	咀嚼性
5%	10.62±0.39	4.32±0.11	0.72±0.03	0.35±0.02	9.43±0.43	63.03±1.47
10%	9.54±0.48	4.21±0.16	0.76±0.08	0.45±0.05	10.84±0.60	62.98±1.80
15%	7.67±0.23	4.19±0.12	0.79±0.03	0.48±0.01	11.78±0.55	62.35±1.45
20%	8.87±0.35	4.18±0.09	0.82±0.05	0.51±0.04	11.91±0.44	63.78±2.28
25%	10.43±0.38	4.15±0.08	0.84±0.01	0.51±0.02	12.21±0.89	63.23±1.99

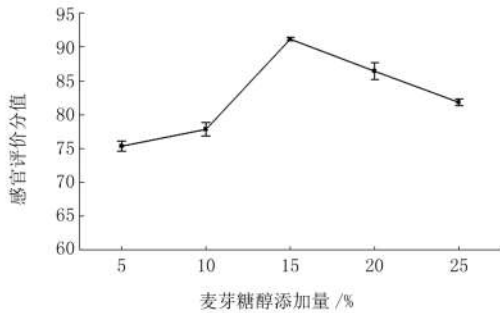


图 3 不同麦芽糖醇添加量的面包感官评价

与弹性、胶粘性则呈正相关. 由图 4 可知, 感官评价分值随着醒发时间的延长, 先升高后降低. 醒发时间短时, 面包未发酵完全, 酵母味道重且面包体积小、实心部分较多, 硬度较大; 醒发时间长时, 面包口感发酸. 当醒发时间为 50 min 时, 感官评价分值达到最大值. 故综合质构数据及感官评分, 最佳醒发时间为 50 min.

2.2 正交试验结果分析

在单因素试验基础上, 进行 4 因素 3 水平正

表 6 不同醒发时间的面包质构特性

醒发时间	硬度	弹性	粘附性	内聚性	胶粘性	咀嚼性
30 min	11.43±0.32	3.98±0.13	0.82±0.04	0.54±0.03	11.65±0.39	67.21±1.38
40 min	9.56±0.34	4.07±0.12	0.77±0.05	0.49±0.04	11.77±0.52	65.56±1.28
50 min	7.58±0.25	4.14±0.09	0.79±0.04	0.47±0.05	11.84±0.40	62.26±1.31
60 min	7.47±0.29	4.22±0.10	0.85±0.01	0.45±0.01	11.92±0.57	61.34±1.67
70 min	8.02±0.38	4.36±0.08	0.78±0.02	0.40±0.03	12.02±0.73	60.29±1.42

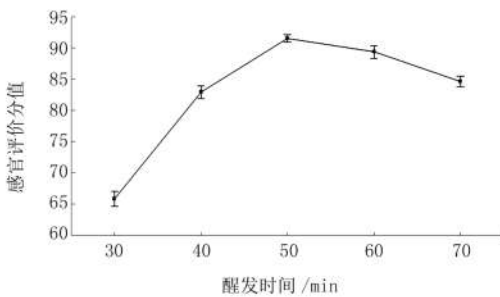


图 4 不同醒发时间的面包感官评价

表 7 正交试验结果分析表

试验号	因素				感官评价
	A	B	C	D	
1	1(15%)	1(1.5%)	1(10%)	1(40 min)	88
2	1	2(2.0%)	2(15%)	2(50 min)	93
3	1	3(2.5%)	3(20%)	3(60 min)	89
4	2(20%)	1	2	3	90
5	2	2	3	1	87
6	2	3	1	2	85
7	3(25%)	1	3	2	75
8	3	2	1	3	80
9	3	3	2	1	78
K_1	270	253	253	253	
K_2	262	270	261	253	
K_3	233	252	251	259	
k_1	90	84.33	84.33	84.33	
k_2	87.33	90	87	84.33	
k_3	77.67	84	83.67	86.33	
R	12.33	6	3.33	2	

交试验, 正交试验结果如表 7 所列.

由表 7 正交试验极差分析可以看出, 影响青麦仁全粉无蔗糖面包品质的 4 个因素的权重由大到小依次为 $A > B > C > D$, 即青麦仁全粉添加量 $>$ 干酵母添加量 $>$ 麦芽糖醇添加量 $>$ 醒发时间, 所以青麦仁全粉添加量为主要影响因素. 根据表 7 中 k_1, k_2, k_3 值确定最佳组合为 $A_1B_2C_2D_3$, 即最佳配方为青麦仁全粉添加量 15%、干酵母添加量 2%、麦芽糖醇添加量 15%、醒发时间 60 min. 参考由正交优化试验得到的最优工艺进行验证

试验,得到面包感官评分为94,与正交试验结果基本一致。

2.3 面包营养成分分析

测定青麦仁全粉无蔗糖面包和普通面包,所含主要营养成分如表8所列,可知前者叶绿素、维生素C、膳食纤维含量较高,脂肪含量较低,总体营养价值更高。

表8 青麦仁全粉无蔗糖面包
与普通面包主要营养成分表

项目	青麦仁全粉无蔗糖面包	普通面包
水分/%	32.12	30.86
灰分/%	1.37	1.36
膳食纤维/%	9.63	7.45
脂肪/%	13.27	16.12
V _C /(mg/100 g)	3.21	0.82
叶绿素/(mg/100 g)	8.26	0.00

3 结论

通过单因素及正交优化试验得出青麦仁全粉无蔗糖面包最优加工工艺:青麦仁全粉添加量15%、干酵母添加量2%、麦芽糖醇添加量15%、醒发时间60 min,面包外形光滑饱满,内外色泽均匀,细腻柔软,香甜可口,感官品质最佳。通过将青麦仁全粉无蔗糖面包与普通面包主要营养成分对比分析可知,前者具有较高含量的膳食纤维、维生素C和叶绿素。因此,用青麦仁全粉替代一定比例的面包粉,用麦芽糖醇替代蔗糖得到的青麦仁全粉无蔗糖面包具有较高的营养价值与市场价格,可为功能性面包的研发提供一定理论参考。

参考文献:

[1] 王春华. 浅谈鲜食小麦产业化发展[J]. 现代面粉工

业,2018(1):39-41.

- [2] 陈浩嘉,陈有仁,吴寿岭. 膳食纤维和肠道菌群与肥胖关系的研究进展[J]. 医学综述,2019,25(5):839-844.
- [3] 肖红梅,夏建平,智琴. 浅谈维生素C的作用及应用[J]. 世界最新医学信息文摘,2015,15(39):119-120.
- [4] 葛俊珂,孙丽娜,赵涵,等. 叶绿素的提取方法及药理作用进展[J]. 科技创新与应用,2016(24):14-15.
- [5] 翁利荣,罗发兴,黄强. 功能性甜味剂——麦芽糖醇[J]. 中国食品添加剂,2005(1):101-105.
- [6] 孟祥平,张普查. 浅谈功能性甜味剂麦芽糖醇的特性及在食品工业中的应用[J]. 中国食物与营养,2013,19(8):32-34.
- [7] 赵月,吕美. 马铃薯全粉在面包中的应用研究[J]. 粮食加工,2019,44(5):54-57.
- [8] 尤香玲,徐向波. 甜面包制作工艺研究[J]. 江苏调味品,2018(3):25-27.
- [9] 张江宁,丁卫英,张玲,等. 枣粉面包品质及质构特性研究[J]. 农产品加工,2019(8):25-26,34.
- [10] 扶庆权,王海鸥,陈守江,等. 正交实验优化酵素芋头粉面包的工艺配方研究[J]. 粮食与饲料工业,2019(7):14-17.
- [11] 柯旭清. 正交试验优化平菇面包工艺[J]. 粮食与油脂,2019,32(9):22-25.
- [12] FITZGERALD C, GALLAGHER E, DORAN L, et al. Increasing the health benefits of bread: Assessment of the physical and sensory qualities of bread formulated using a renin inhibitory *Palmaria palmata* protein hydrolysate[J]. LWT - Food Science and Technology,2014,56(2):398-405.
- [13] 贺国亚. 青麦仁面包制备及品质研究[D]. 郑州:河南工业大学,2017.
- [14] 姜齐永,冯娅男,郭风军,等. 2,4-二硝基苯肼法测定果蔬V_C含量条件探索[J]. 食品工业,2019,40(1):175-178.

[责任编辑:纪彩虹]

Study on Processing Technology of Whole Green Wheat Flour Bread without Sucrose

WANG Wen-ting, HAN Fang-kai, ZHOU Jie

(School of Biological and Food Engineering, Suzhou University, Suzhou 234000, Anhui, China)

Abstract: The mixed powder of bread flour and whole green wheat flour was used as main raw material, and sucrose was replaced by maltitol. The effects of whole green wheat flour addition, maltitol addition, dry yeast addition and proofing time on the quality of whole green wheat flour bread without sucrose were studied through single factor experiment. Then the optimal processing technology of the

bread was determined through orthogonal test optimization. The results showed that when the added amount of whole green wheat flour was 15%, the added amount of maltitol was 15%, the added amount of dry yeast was 2%, and the proofing time was 60 minutes, the appearance of bread was smooth and full, the inner and outer color was even, soft, sweet and delicious, the quality was the best, and the bread had higher nutritional value than the common bread.

Key words: green wheat kernel; sucrose-free bread; processing technology

(上接第 7 页)

[10] WANG X, ZOU X. Modeling the fear effect in predator-prey interactions with adaptive avoidance of predators[J]. *Bulletin of Mathematical Biology*, 2017, 79(6):1325-1359.

temporal patterns of diffusive predator-prey models with mutual interference[J]. *IMA Journal of Applied Mathematics*, 2015, 10(6):1-35.

[责任编辑:赵慧霞]

[11] SHI H B, RUAN S. Spatial, temporal and spatio-

Dynamic Behavior of Predator-prey Model with Fear Factor and Predator Harvesting Rates

WANG Jing

(College of Mathematics and Statistics, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: A predator-prey model with fear factor and predator harvesting rates was discussed in this paper. Firstly, the consistent and boundedness was discussed. Secondly, the existence and stability of the system equilibrium point were discussed by linearization method, thus the local stability of boundary equilibrium point and positive equilibrium point were obtained. Finally, the existence of Hopf bifurcation was discussed by using Poincare-Andronov-Hopf bifurcation theorems.

Key words: predator-prey model; Hopf bifurcation; stability; fear factor