



小麦麸酸面包制作工艺的研究

王昌禄, 赵欣, 王玉荣, 陈勉华

(天津市食品营养与安全重点实验室, 天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津 300457)

摘要: 对麦麸酸面包制作工艺进行了研究, 并针对酸性面团中小麦麸皮发酵液与面粉的配比及其对面包感官品质的影响进行了探讨. 结果表明: 以干酪乳杆菌发酵小麦麸皮制得的酸麦麸与面粉混合, 加入活性干酵母再发酵制成酸面团, 经过焙烤可制成小麦麸酸面包. 该法生产的面包在面包体积、口感、风味、保鲜期和营养品质上较普通面包有明显的改善.

关键词: 干酪乳杆菌; 麦麸; 酸性面团; 酸面包

中图分类号: TS2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-6510 (2008) 04-0044-05

Study on Making Process of Sour Bread Produced by Wheat Bran

WANG Chang-lu, ZHAO Xin, WANG Yu-rong, CHEN Mian-hua

(Tianjin Key Laboratory of Food Nutrition and Safety, College of Food Engineering and Biotechnology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: The baking process of sour bread produced by wheat bran was studied, and discussion on the fermentation liquid of wheat bran and flour ratio for sour dough, and the influence on sensory quality of the bread. The results show that the sour dough which is made by mixing flour with starter which is made by *Lactobacillus* ferment wheat bran, improved of volume, taste, flavour, shelf life extension, and nutrition improvement for the bread.

Keywords: *Lactobacillus casei*; wheat bran; sour dough; sourdough bread

酸面团是指利用乳杆菌在面糊中的发酵作用制作的含有大量乳酸菌的面团. 用酸性面团制作的面包叫酸性面团面包 (sourdough bread) 或酸性面包 (sour bread)^[1]. 酸性面团是一种古老而传统的面包发酵品种, 其应用早于烘焙酵母^[2]. 采用速溶活性干酵母制作的面包, 在营养价值、口感和风味上与传统酸性面团制作的面包相比具有很大差别. 随着人们对健康认识的不断提高, 含有高膳食纤维的小麦麸皮逐渐被用于面包生产中制成全麦面包, 但由于纤维面包口感粗糙, 其中的植酸还会降低食物中铁、钙等矿物质的有效吸收^[3], 在一定程度上限制了小麦麸皮的深入开发和应用. 利用生物技术手段对小麦麸皮进行发酵, 可将麸皮粗纤维中大分子的多糖降解为小分子单糖, 更有利于营养物质吸收, 将乳酸菌发酵后制备的

酸性面团用于面包生产中, 可有效改善口感和营养物质吸收等问题.

近年来, 利用酸面团制作的面包已受到西方国家的广泛关注. 在芬兰, 酸面包的产量已占面包总产量的 40%以上^[2], 欧洲国家和美国的酸面包比重也在不断上升. 国际上最著名的酸面包“San Francis French Sour Bread”, 是一种利用短小乳杆菌 (*Lactobacillus sanfranciscensis*) 发酵制作的营养风味法式面包^[4]. 美国有专门的机构对利用乳杆菌发酵制作酸面包的营养特性进行研究; 爱尔兰国立科克大学食品科技学院的一个谷物食品研究小组一直对酸性面团的发酵工艺及应用进行研究. 我国在这方面的研究工作少有报道^[5,6].

本文以乳酸菌为发酵剂, 将其接种到小麦麸皮中

收稿日期: 2008-02-18; 修回日期: 2008-03-27

基金项目: “十一五”科技支撑计划资助项目 (2006BAD27B09)

作者简介: 王昌禄 (1960—), 男, 河北人, 教授, 博士生导师.

进行发酵,并按一定比例添加到面粉中,再加入酵母发酵剂制作酸面包,同时,对酸面包制作工艺,面包的组织结构、感官品质、保鲜期及营养品质进行了研究。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 菌种

干酪乳杆菌 (*Lactobacillus casei* WT-8), 天津科技大学乳品生物技术实验室保藏; 活性干酵母, 安琪酵母股份有限公司。

1.1.2 主要原料

小麦麸皮, 山西省太原市小店粮店; 脱脂奶粉, 青岛蒙泰瑞商贸有限公司; 面粉, 天津利金粮油股份有限公司。

1.2 仪器

JJ16-DHP060 型电热恒温培养箱, 天津市天宇实验设备有限公司; 得宝面包发酵箱 FJ-14CQ, 广州市胜捷厨房设备有限公司; 醒发箱, 广州旭众食品机械有限公司; 远红外线食品烘炉 FD-24B, 广州白云珠江厨房设备厂; 和面机, 上海早苗食品有限公司。

1.3 方法

1.3.1 小麦麸皮发酵液的制备

小麦麸皮粉碎过 40 目筛, 以 50 °C 水配成小麦麸皮粉液, 0.1 MPa 灭菌 15 min 后冷却, 按 10% 接种量将干酪乳杆菌接种于其中, 38 °C 发酵至 60 h。

1.3.2 麦麸酸面团配方

以利用乳酸菌发酵小麦麸皮 60 h 后的发酵液为酸性面团发酵剂制备酸面团, 其原料及配方见表 1。

表 1 酸性面团制作的原料与配方

Tab. 1 Raw material and formulation of making sour dough

面团种类	原料
A (普通)	$m_{\text{水}} : m_{\text{面粉}} = 1.5 : 1$
B (酸面团)	添加麸皮发酵液 $m_{\text{面粉}} : m_{\text{发酵液}} = 4 : 1$
C (酸面团)	添加麸皮发酵液 $m_{\text{面粉}} : m_{\text{发酵液}} = 3 : 1$
D (酸面团)	添加麸皮发酵液 $m_{\text{面粉}} : m_{\text{发酵液}} = 2 : 1$

1.3.3 面包配方

添加了麦麸酸面团的麦麸酸面包与未添加麦麸酸面团的普通面包, 其配料见表 2。

表 2 麦麸酸面包与普通面包配料的对比

Tab. 2 Formulation comparison of sour bread with wheat bran and ordinary bread g

配方	麦麸酸面包		普通面包	
	种子面团	主面团	种子面团	主面团
面粉	300	700	300	700
活性干酵母	28	—	28	—
面包改良剂	2.8	—	2.8	—
鸡蛋	56	56	56	56
水	70	70	70	70
蔗糖	—	336	—	336
奶粉	—	56	—	56
黄油	—	144	—	144
食盐	—	21	—	21
麦麸酸面团	400	—	—	—

1.3.4 麦麸酸面包制作工艺

工艺流程如下:

原料预处理→种子面团调制→种子面团发酵→主面团调制→发酵→整形→醒发→烘烤→冷却

其工艺要点:

(1) 原料预处理 面粉过筛, 黄油溶化, 白砂糖、食盐各自溶解过滤, 鸡蛋打匀, 打成糊状。

(2) 种子面团调制 按种子面团配方准确称量各种原料, 将面粉、酵母、改良剂、打匀的鸡蛋糊、发酵好的麦麸酸面团一起倒入和面机, 边搅拌边将水分数次倒入, 搅拌约 20 min, 待面筋形成, 面团表面有光泽时, 关闭和面机。

(3) 种子面团发酵 将和好的种子面团放入发酵箱内, 在 28 °C, 湿度为 70% 的条件下发酵 1.5 h。

(4) 主面团调制 按主面团的配方称量各种原料, 将面粉、奶粉、糖与打好的鸡蛋一起倒入和面机中进行搅拌, 加入发酵后的种子面团, 慢慢加水, 搅拌 5 min, 待蔗糖溶化后放入黄油, 搅拌 5 min, 面筋形成后再加入食盐, 继续和面约 5 min。

(5) 发酵 将主面团放入 30 °C, 湿度为 70% 的发酵箱内发酵 1 h。

(6) 切块、整形分块、搓圆 将发酵后的主面团取出, 分割成 250 g 的小面团进行揉搓, 注意使面团表面光滑有光泽, 缺口放底部, 根据需要做成一定形状, 并注意排尽面包坯中的气体。

(7) 醒发 将经过上述加工的面包坯放回发酵箱内醒发 10 min. 用擀面棍将其擀成 1 cm 左右的面片, 整形后在温度 35 °C, 湿度 70% 下醒发 45 min. 入盘时盘底刷一层油, 当其体积膨胀到原来的 3 倍即可。

(8) 烘烤 烘烤调温分三个阶段, 第一阶段上火为 160 ℃、下火为 90 ℃, 时间 8 min; 第二阶段上下火均为 200 ℃, 时间 12 min; 第三阶段上火 180 ℃、下火 190 ℃, 4 min 后关闭烘炉。

(9) 冷却 通风冷却。

1.3.5 面包质量分析评价方法

(1) 麦麸酸面团 pH 的测定

每隔 30 min 用精密 pH 试纸测定麦麸酸面团 pH 达到 4 左右所需时间。

(2) 面包滴定酸度 (TTA) 的测定

面包滴定酸度是指中和 10 g 面包样品中的酸所需 0.1 mol · L⁻¹ KOH (或 NaOH) 的毫升数。用天平称取面包心 25 g, 放入 250 mL 量筒内, 加入 60 mL 蒸馏水, 用玻璃棒捣碎, 搅拌至均匀状态为止。再加蒸馏水至 250 mL, 振摇 2 min, 于室温下静置 10 min, 再振摇 2 min, 再静置 10 min。用纱布或滤纸将上清液过滤, 取滤液 25 mL, 放入 100 mL 三角瓶中, 加入 2~3 滴酚酞指示剂, 用 0.1 mol · L⁻¹ KOH 标准溶液滴定至显粉红色于 1 min 内不消失为止, 其计算公式为

$$\text{酸度} = \frac{K \times V \times \frac{250}{25} \times 10}{G \times 10} = \frac{10KV}{G}$$

式中: V 为滴定样品滤液消耗的碱液, mL; G 为样品质量, g; K 为 0.01 mol · L⁻¹ 碱液校正数。

(3) 面包外观品质

比容测定: 取一代表性面包, 称重后放入一定容积的容器中, 将小颗粒填充剂 (如小米或菜籽) 加入容器内摇实, 用直尺将填充剂刮平, 取出面包, 将小颗粒填充剂倒入量筒, 量其体积, 容器体积减去填充剂体积即得面包体积, 其计算公式为

$$\text{比容 (mL/g)} = \frac{\text{面包体积 (mL)}}{\text{面包质量 (g)}}$$

表皮色泽: 色泽金黄或棕黄色, 均匀一致, 无斑点, 有光泽, 不能有烤焦和发白现象。

外表形态或对称度: 外形完整, 长宽高匀称, 方正, 边缘部分稍呈圆形而不过于尖锐。两头及中间正, 不可高低不平或四端低垂。

烘焙均匀度: 全部颜色应均匀, 顶部稍深。

表皮质地: 柔软均匀薄层, 可有轻微皱纹^[8]。

(4) 面包内部品质

颗粒和气孔: 颗粒大小一致, 气孔小呈拉长形状, 气孔壁薄, 透明, 无不规则大孔洞。

内部颜色: 洁白, 乳白, 丝样光泽。

组织与结构: 内部组织均匀, 颗粒和气孔大小一

致, 无大孔洞, 柔软细腻, 不夹生, 有弹性, 疏松度好^[7]。

(5) 风味、口感、香味

将普通面包和麦麸酸面包分别切片, 邀请 10 位评审员对样品风味、口感和香味等进行评价。

(6) 面包感官评定综合评分 (满分为 100 分)

评分标准参照小麦面包评分标准 GB 14611—1993, 具体为: 比容, 20 分; 面包表皮色泽, 5 分; 烘焙均匀度, 10 分; 表皮质地, 5 分; 颗粒, 15 分; 组织结构, 15 分; 气味和口感 15 分 (气味 5 分, 口感 10 分); 内部颜色, 5 分; 柔软度, 10 分。

1.3.6 面包贮存

将冷却 3 h 后的普通面包与三种不同配方的麦麸酸面包分别用解剖刀切片并用塑料薄膜包好, 放入微波炉中用中火加热 30 s 消毒。将四种面包样品分别切取 4 块, 每块约 4 cm × 4 cm。分别置于 16 个培养皿中的无菌滤纸上, 其中两个为平行。最后将 16 个培养皿一起放入塑料盒中, 再用大透明塑料袋罩住, 放在温度约为 25 ℃ 的避光处。每隔 12 h 观察面包样品表面霉菌生长的情况并记录。

2 结果与讨论

2.1 麦麸酸面团发酵风味比较

按照 1.3.2 的方法, 以干酪乳杆菌发酵小麦麸皮后的发酵液为来源, 制作麦麸酸面团。在室温下、空气中自然发酵, 其 pH 变化和最后风味见表 3。

表 3 酸面团 pH 及其风味变化

Tab. 3 Variation of pH value and flavour in sour dough

面团种类	pH			48 h 风味
	0 h	24 h	48 h	
A	5.9	4.4	4.0	面粉味、刺鼻酸味
B	4.2	3.8	3.7	发酵酸味
C	4.1	3.6	3.5	发酵酸味
D	4.1	3.4	3.4	发酵酸味

由表 3 可见, 含有麸皮发酵液的酸面团 B、C、D, 发酵 48 h 后, 其 pH 都能降至 3.6 左右, 接近美国、德国、瑞典酸性面团所测数值 (pH 3.4~3.6)^[3,4]。用小麦麸皮发酵液制作的酸性面团, 具有独特的乳酸发酵风味, 未添加酸性面团的发酵面团 A 散发刺鼻的不良酸味。

2.2 麦麸酸面团对面包感官品质的影响

2.2.1 不同种类面包的比较

将普通面包 (A') 与麦麸酸面包 (B'、C'、

D') 体积、面包内部组织结构、内部颜色、酸度进行比较,其结果见表4。

由表4可知,麦麸酸面包体积大于普通面包,说明酸性面团具有明显的促进发酵、增加膨松度,扩大

体积的功能。四种面包内部组织结构中的颗粒和气孔大小均匀一致,具有较好的弹性,说明面包制作过程控制良好。经测定,3种麦麸酸面包的滴定酸度都高于普通面包,说明酸性面团可以增加面包酸度。

表4 不同种类面包体积、内部结构特性和酸度比较

Tab. 4 Comparison of volume, internal structure properties and acidity in different kinds of bread

面包种类	体积/cm ³	内部组织结构	内部颜色	酸度(TTA)
A'	1 106.8±0.4	颗粒和气孔大小一致,有弹性,疏松度好,柔软细腻	乳白,丝光泽	2.8±0.2
B'	1 132.3±0.5	颗粒和气孔大小一致,有弹性,疏松度好,柔软细腻	乳白,丝光泽	3.0±0.2
C'	1 137.4±0.4	颗粒和气孔大小一致,有弹性,疏松度好,柔软细腻	乳白,丝光泽	3.2±0.3
D'	1 145.6±0.6	颗粒和气孔大小一致,有弹性,疏松度好,柔软细腻	乳黄,丝光泽	3.5±0.3

注:面包体积、酸度为5个样本的平均值。

2.2.2 面包感官评定综合评分

按照1.3.5中(6)方法进行面包感官评定综合评分,其结果见表5。

从表5可以看出,麦麸酸面包比普通面包的综合品质感官评定分值高,容易受其喜爱,其中酸面包气味和口感分值高于普通面包,表明消费者更喜爱麦麸酸面包的口感、风味。表5中面包表皮色泽、烘焙均

匀度、表皮质地、颗粒、组织结构和内部颜色的分值相差不大,这可能是由于普通面包与麦麸酸面包的烘焙工艺相同所致。对3种麦麸酸面包B'、C'、D'的综合品质感官评定分值进一步进行比较,麦麸酸面包C'的总分最高,说明在麦麸酸面团配方中,在面粉与麸皮发酵液的添加比例为3:1条件下制作的麦麸酸面包更受消费者喜爱。

表5 面包品质感官评定分值

Tab. 5 Score of the quality sensory evaluation of bread

面包种类	比容	表皮色泽	烘焙均匀度	表皮质地	颗粒	组织结构	气味和口感	内部颜色	柔软度	总分
A'	7.34	4.54	6.32	4.34	12.98	13.31	10.32	4.12	7.23	70.50
B'	8.21	4.20	7.11	4.21	13.12	13.43	13.31	4.24	8.04	75.87
C'	8.62	4.29	7.12	4.25	13.34	13.58	14.45	4.32	8.12	78.09
D'	8.45	4.21	7.09	4.11	13.28	13.61	12.31	4.21	8.09	75.36

注:各项指标为10位评审员品评所得平均数。

2.2.3 酸面团对面包保质期的影响

按照1.3.6的方法,观察在不同面包中出现霉菌的时间,其结果见表6。

表6 面包开始霉变的时间

Tab. 6 Time comparison of bread to go mouldy

面包种类	A'	B'	C'	D'
霉变开始时间/d	10	14	15	15

由表6结果可知,霉菌开始出现的时间分别为:普通面包10d,麦麸酸面包14d。用酸性面团制作的小麦麸酸面包明显延长了面包的保鲜期。这是由于采用酸性面团在制作发酵面团过程中,乳酸菌产酸,使pH降低,面包酸度增加,抑制了霉菌生长的结果^[3]。Katina等人^[3]用酸性面团和外加的乳酸使面包的酸

度和pH相同,发现只有酸性面团可以抑制黏腐菌,而外加的乳酸没有作用,这说明酸性面团的抑菌保鲜作用不只是乳酸,很可能还有乳酸菌分泌的其他物质的作用。

2.2.4 麦麸酸面团对面包营养品质的影响

麦麸酸面团是利用干酪乳杆菌发酵麸皮后的发酵液制得,因此,在酸面包中含有一定的小麦麸皮,小麦麸皮含有较高的膳食纤维,有益于人体健康。麦麸酸面团不仅使面包的风味得到改善,同时还可以延长保鲜期,提高面包的营养价值。除酵母菌对面包的营养贡献外,酸性面团中的大量乳酸菌及其发酵产物,对人体的健康非常有益,实验所用干酪乳杆菌是益生菌,不仅本身有益于人体健康,其多种代谢产物

都属益生菌类物质.

3 结 论

麦麸酸面团中面粉与麸皮发酵液的添加质量比在 3:1 较适合, 经过焙烤等一系列工艺后, 加工的面包酸度适宜, 能被消费者所接受. 面粉中添加酸性面团, 可以促进面团发酵, 增加面包膨松度, 扩大体积, 还可以提高面包的酸性口感及整体口感. 此外, 酸性面团中含有一定的小麦麸皮, 其中含有丰富的营养物质及较高的膳食纤维, 提高了酸面包的营养功能特性, 更有利于现代人的消费需求. 小麦麸酸面包比普通面包延长了 1/3 的保质期.

参 考 文 献:

- [1] Lonner C, Preve Akesson K. Acidification properties of lactic acid bacteria in rye sour dough [J]. Food Microbiology, 1988, 5: 43—48.
- [2] Linko YY, Javanainen P, Linko S. Biotechnology of

bread baking [J]. Trends in Food Science and Technology, 1997, 8: 339—344.

- [3] Katina K, Sauri M, Alakomi HL, et al. Potential of lactic acid bacteria to inhibit rope spoilage in wheat sourdough bread [J]. Food Science and Technology, 2002, 35 (1): 38—45.
- [4] Romano A, Toraldo G, Cavella S, et al. Description of leavening of bread dough with mathematical modelling [J]. Food Engineering, 2007, 83 (2): 142—148.
- [5] Biljana Škrbić, Bojana Filipčev. Nutritional and sensory evaluation of wheat breads supplemented with oleicrich sunflower seed [J]. Food Chemistry, 2007, 10: 25.
- [6] Salimur Rehman, Alistair Paterson, John R. Flavour in sourdough breads: a review [J]. Trends in Food Science and Technology, 2006, 17 (10): 557—566.
- [7] 薛文通. 新版面包配方 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002.
- [8] 李培圩. 面包生产工艺与配方 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.

(上接第 43 页)

response to low temperature exposure [J]. Crop Science, 2002, 42: 2032—2033.

- [6] Chiou R Y Y, Phillips R D, Zhao P, et al. Ethanol-mediated variations in cellular fatty acid composition and protein profiles of two genotypically different strains of *Escherichia coli* O157:H7 [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2004, 4: 2204—2210.
- [7] 卢群, 丘泰球. 超声波辐照对大肠杆菌细胞膜的影响 [J]. 华南理工大学学报: 自然科学版, 2006, 34 (12): 51—54.
- [8] 李宗军. 大肠杆菌生长温度、膜脂肪酸组成和压力抗性之间的关系 [J]. 微生物学报, 2005, 45 (3): 427—430.

- [9] Delong E F, Yayanos A A. Adaptation of the membrane lipids of a deep-sea bacterium to changes in hydrostatic pressure [J]. Science, 1985, 228: 1101—1102.
- [10] Sinensky M. Homeoviscous adaptation: a homeostatic process that regulates the viscosity of membrane lipids in *Escherichia coli* [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1974, 71: 522—525.
- [11] 周爱儒, 查锡良. 生物化学 [M]. 6 版. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 106—122.
- [12] De Smet M J, Kingma J, Witholt B. The effect of toluene on the structure and permeability of the outer and cytoplasmic membranes of *Escherichia coli* [J]. Biochimica et Biophysica Acta, 1978, 506: 64—80.