

蛋糕粉中无铝复合膨松剂的优化配方

段红玉, 李文钊, 肖 海

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

摘要: 研究蛋糕粉中添加的无铝复合膨松剂, 首先通过单因素实验确定了碳酸氢钠、柠檬酸、酒石酸氢钾、葡萄糖酸内酯的添加范围分别为 26%~28%、5%~10%、18%~23%、12%~17%, 再通过正交实验对配方进行优化, 最终确定蛋糕粉中无铝复合膨松剂各组分最佳添加量为碳酸氢钠 28%、葡萄糖酸内酯 15%、酒石酸氢钾 23%、柠檬酸 10%、食盐 15%、淀粉 9%。在最佳配方下进行验证实验, 蛋糕品质感官评分为 92.5。

关键词: 蛋糕粉; 无铝膨松剂; 感官评价; 质构

中图分类号: TS202.3

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2013)02-0011-04

Optimized Formula of Aluminum-free Composite Leavening Agent in Cake Powder

DUAN Hongyu, LI Wenzhao, XIAO Hui

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

Abstract: In this research, the aluminum-free leavening agent was studied in the cake powder. First, with single factor experiments, the amount of sodium bicarbonate, citric acid, potassium hydrogen tartrate and gluconic acid lactone added was determined, which is 26% to 28%, 5% to 10%, 18% to 23% and 12% to 17% respectively. Then with the orthogonal experiment, the formula was optimized and the optimal aluminum-free leavening agent ingredients were determined as follows: sodium bicarbonate 28%, glucose acid lactone 15%, potassium hydrogen tartrate 23%, citric acid 10%, salt 15%, and starch 9%. A verification experiment was done with the optimized formula and the sensory score was 92.5.

Key words: cake powder; aluminum-free leavening agent evaluation; sensory; texture

随着现代人们生活节奏的加快, 健康方便的食品越来越受到大众青睐。蛋糕粉是面粉与制作蛋糕所需要的各种辅料(糖、香料、改良剂、疏松剂、营养强化剂等)的混合物^[1]。膨松剂是蛋糕粉中不可或缺的重要原料之一。而目前蛋糕生产中使用的膨松剂大多含有金属元素铝, 金属铝属于低毒性金属元素, 在体内积累会给人体带来不良影响^[2]。为了食品安全和消费者的健康, 本文旨在研究蛋糕粉中添加健康安全的无铝复合膨松剂。

1 材料与方法

1.1 材料

低筋面粉, 天津利达面粉有限公司; 鸡蛋, 市售;

白砂糖, 森翔食品贸易有限公司; 碳酸氢钠, 天津中英保健食品有限公司; 柠檬酸, 郑州坤利食品添加剂有限公司; 酒石酸氢钾, 广州市富乐尔科技有限公司; 葡萄糖酸内酯, 安徽省兴宙医药食品有限公司; 食盐, 中盐天津市长芦盐业有限公司; 淀粉, 天津市德利来食品厂; 泡打粉, 天津市佳友食品厂; 蛋糕, 天津乐购超市。

HM-945 型打蛋器, 广东新宝电器股份有限公司; YXD-F18 型远红外电热食品烤炉, 瑞安市飞云电机厂; FW100 型高速万能粉碎机, 天津泰斯特有限公司; 蛋糕模具, 市售; TA.XT 质构仪, 英国 Stable Micro System 公司。

1.2 蛋糕制作配方与工艺流程

以面粉为基准, 蛋清粉 10%, 淀粉 40%, 糖粉

收稿日期: 2012-08-28; 修回日期: 2012-12-11

作者简介: 段红玉(1987—), 女, 河北邯郸人, 硕士研究生; 通信作者: 李文钊, 副教授, liwenzhao5518@sina.com.

100%，复合膨松剂 2%，鸡蛋 50%，水 15%，油 5%。

称料→打蛋→调制面糊→灌模→烘烤→冷却→成品

1.3 蛋糕品质的评定

1.3.1 蛋糕比容的测定

蛋糕出炉后，在室温下冷却，将蛋糕从模具中取出，冷却 30 min 后，将蛋糕制成边长为 5 cm 的正方体样品，计算蛋糕的体积，用天平称量蛋糕质量（精确至 0.1 g），按照式（1）计算蛋糕比容^[2]。

$$D = \frac{V}{m} \quad (1)$$

式中： D 为比容， cm^3/g ； V 为蛋糕体积， cm^3 ； m 为蛋糕质量，g。

1.3.2 质构分析

采用 TA.XT 质构仪对蛋糕进行质构测定。使用探头 P36R 对蛋糕进行压缩实验，测定蛋糕硬度和弹性。实验参数为：测试模式 TPA，测前速度 5 mm/s，测中速度 1 mm/s，测后速度 1 mm/s，下压距离 80%，感应力 5 g。蛋糕质构典型图如图 1 所示。

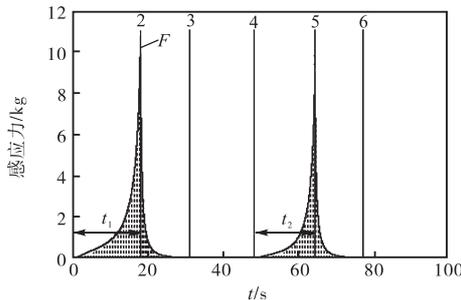


图 1 蛋糕质构测定典型图

Fig. 1 Typical chart of cake texture

在图 1 中 F 代表蛋糕硬度， t_2 与 t_1 比值代表蛋糕弹性。在质构测试中，每个水平对 3 个样品进行测试，取测试结果的平均值作为该水平下样品的测试值。蛋糕在测试前将样品制成边长为 5 cm 的正方体样品。

1.3.3 蛋糕的感官评价

根据蛋糕的特征并结合 SB/T 10142—93《蛋糕用小麦粉》^[3]和 GB/T 24303—2009《粮油检验·小麦粉蛋糕烘焙品质试验·海绵蛋糕法》^[4]进行感官评定。蛋糕烤好后在室温放置 1 h，由实验室的 10 位人员组成感官评价小组。评价人员根据感官评价标准进行相关评定，取其平均值作为样品的最终评分。蛋糕的品质评分项目及分数分配^[3-5]见表 1。

表 1 蛋糕感官评定要求及分值

Tab. 1 Requirements for and scores of cake sensory evaluation

指标	特征	得分
外观	表面光滑无斑点，环纹。且上部有较大弧度，不开裂	10
芯部	亮黄、淡黄有光泽，气孔细密均匀，孔壁薄	20
弹性	柔软有弹性，按下去后复原很快	10
硬度	硬度适中	10
口感	绵软、细腻稍有潮湿感	20
比容	参考 GB/T 24303—2009	30
总分		100

1.4 无铝复合膨松剂配方的确定

1.4.1 单因素实验

对选定的碳酸氢钠、葡萄糖酸内酯、酒石酸氢钾和柠檬酸进行单因素实验。根据酸性物质对碳酸氢钠的中和值进行选择，柠檬酸、葡萄糖酸内酯和酒石酸氢钾对碳酸氢钠的中和值分别为 130、55 和 50^[6]。

1.4.2 优化实验

根据已选定的单因素添加范围进行正交实验，对复合膨松剂配方进一步优化。

2 结果与讨论

2.1 无铝复合膨松剂配方的单因素实验

2.1.1 碳酸氢钠的添加量

根据已有的文献和研究^[7]，先基本确定葡萄糖酸内酯添加量为 15%（百分比是占整个复合膨松剂配方的百分比），酒石酸氢钾 10%，柠檬酸 10%，食盐 15%，其余的用淀粉来补足。通过中和值来确定碳酸氢钠的大致添加量（ X ），具体如下： $X = (15\% \times 55 + 10\% \times 50 + 10\% \times 130) / 100 = 26.25\%$

这是根据文献大致确定的添加量，但考虑到实验当中其他因素的影响，故选定碳酸氢钠的添加量 22%、24%、26%、28%、30% 进行单因素实验，实验结果见表 2。

表 2 碳酸氢钠单因素实验结果

Tab. 2 Experiment results of sodium bicarbonate single factor

碳酸氢钠/%	蛋糕比容/ ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$)	蛋糕硬 度/kg	蛋糕 弹性	感官 评分
22	3.6	9.995	0.875	78
24	3.6	9.657	0.890	80
26	3.9	8.379	0.904	88
28	3.9	6.960	0.905	90
30	4.0	6.757	0.903	77

由表 2 可以看出,随着碳酸氢钠添加量的增加,蛋糕的各个指标均呈现出了较好的效果,但当碳酸氢钠的添加量为 30%时,蛋糕有较大的碱味,这也是蛋糕感官评分降低的原因,所以最终选定碳酸氢钠的添加范围在 26%~28%。

2.1.2 柠檬酸的添加量

首先确定的碳酸氢钠的添加范围为 26%~28%,以 27%作为碳酸氢钠的添加量对柠檬酸进行单因素实验,葡萄糖酸内酯 15%,酒石酸氢钾 10%,食盐量 15%,淀粉补足。通过中和值确定柠檬酸的大致添加量(Y_1),具体如下: $Y_1 = (27\% \times 100 - 15\% \times 55 - 10\% \times 50) / 130 = 10.5\%$

这是根据中和值确定的添加量,但考虑到实验当中其他因素的影响,故选定柠檬酸的添加量 0%、5%、10%、15%、20%进行单因素实验,实验结果见表 3。

表 3 柠檬酸单因素实验结果

Tab. 3 Experiment results of citric acid single factor

柠檬酸/%	蛋糕比容/ ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$)	蛋糕硬度/ kg	蛋糕 弹性	感官 评分
0	3.7	10.703	0.897	85
5	4.1	8.837	0.928	89
10	4.1	8.441	0.925	91
15	4.1	7.968	0.920	84
20	4.1	8.185	0.920	80

由表 3 可以看出,蛋糕比容呈现出先增大后不变的情况,而蛋糕的硬度有所减小,弹性有所增大,当添加量在 5%和 10%时感官评分较高。分析原因可能是,当柠檬酸的添加量在 5%~10%的时候就可以和碳酸氢钠较充分的反应,使得其释放出大量的气体,而之后过多的柠檬酸已经没有产气膨松的作用,反而会影响蛋糕的口感。因此,选择柠檬酸的添加范围在 5%~10%。

2.1.3 葡萄糖酸内酯的添加量

以上已经大概确定的碳酸氢钠的添加范围为 26%~28%,柠檬酸的添加范围为 5%~10%,以 27%作为碳酸氢钠的添加量,以 7.5%作为柠檬酸的添加量,对葡萄糖酸内酯进行单因素实验。酒石酸氢钾添加量为 10%,通过中和值来确定葡萄糖酸内酯的大致添加量(Y_2),具体如下: $Y_2 = (27\% \times 100 - 7.5\% \times 130 - 10\% \times 50) / 55 = 22.27\%$

这是根据中和值确定的添加量,但考虑到实验当中其他因素的影响,故选定葡萄糖酸内酯的添加量 12%、17%、22%、27%、32%进行单因素实验,实验结果见表 4。

表 4 葡萄糖酸内酯单因素实验结果

Tab. 4 Experiment results of gluconic acid lactone single factor

葡萄糖酸 内酯/%	蛋糕比容/ ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$)	蛋糕硬 度/kg	蛋糕 弹性	感官 评分
12	3.7	10.712	0.902	88
17	3.7	10.221	0.904	90
22	3.7	11.744	0.909	85
27	3.5	13.169	0.888	83
32	3.4	14.110	0.900	83

由表 4 可以看出,随着葡萄糖酸内酯添加量的增加,蛋糕的比容呈减小的趋势。蛋糕的硬度呈增大的趋势,而蛋糕的弹性先有稍微的增大后又减小。葡萄糖酸内酯的添加量在 12%和 17%时感官评分较高。由于葡萄糖酸内酯是一种缓效性酸性物质,与速效性酸性物质柠檬酸之间存在着一定的关系,用量恰当时使得蛋糕品质较好,当用量过多,蛋糕组织凝结后尚未释放出气体,致使蛋糕体积变化不大,膨胀不好。最终选 12%~17%为葡萄糖酸内酯的添加范围。

2.1.4 酒石酸氢钾的添加量

由上述结果可以确定碳酸氢钠的添加范围为 26%~28%,柠檬酸的添加范围为 5%~10%,葡萄糖酸内酯的添加范围为 12%~17%。取范围的中间值作为下个单因素实验的添加量,即碳酸氢钠 27%,柠檬酸 7.5%,葡萄糖酸内酯 14.5%,对酒石酸氢钾进行单因素实验。通过中和值确定酒石酸氢钾的大致添加量(Y_3),具体如下: $Y_3 = (27\% \times 100 - 7.5\% \times 130 - 14.5\% \times 55) / 50 = 18.55\%$ 。

这是根据中和值确定的添加量,但考虑到实验当中其他因素的影响,故选定酒石酸氢钾的添加量 8%、13%、18%、23%、28%进行单因素实验,实验结果见表 5。

表 5 酒石酸氢钾单因素实验结果

Tab. 5 Experiment results of potassium hydrogen tartrate single factor

酒石酸 氢钾/%	蛋糕比容/ ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$)	蛋糕硬度/ kg	蛋糕 弹性	感官 评分
8	3.7	25.799	0.789	84
13	3.9	21.209	0.868	85
18	4.2	14.232	0.900	90
23	4.2	12.007	0.895	91
28	4.0	19.608	0.884	83

由表 5 可以看出,随着酒石酸氢钾添加量的增加,蛋糕的比容先增大后减小。蛋糕的硬度是先减小后增大,弹性的变化则相反。在酒石酸氢钾的添加量

为 18%和 23%的时候,蛋糕的感官评分较高.分析原因可能是酒石酸氢钾具有一定的迟发性,能与柠檬酸互补,当酒石酸氢钾的量增大,不仅维持不了原有的膨胀程度,反而会对蛋糕的膨胀起到破坏作用.只有当酒石酸氢钾的量合适的时候,酸性物质和碳酸氢钠可以充分的反应,产气较多.最终选定酒石酸氢钾的添加范围是 18%~23%.

2.2 无铝复合膨松剂的优化实验

以碳酸氢钠、葡萄糖酸内酯、酒石酸氢钾、柠檬酸的添加量为因素进行 $L_9(3^4)$ 正交实验,在膨松剂中食盐的添加量为 15%,膨松剂的总量为 2%(以面粉计),其余的用淀粉补足.实验结果见表 6,方差分析见表 7.

表 6 无铝复合膨松剂优化实验结果

Tab. 6 Optimization experiment results of composite leavening agent without aluminum

实验号	碳酸氢钠/%	葡萄糖酸内酯/%	酒石酸氢钾/%	柠檬酸/%	感官评分
1	26	13	19	6	81
2	26	15	21	8	83
3	26	17	23	10	85
4	27	13	21	10	83
5	27	15	23	6	86
6	27	17	19	8	83
7	28	13	23	8	91
8	28	15	19	10	90
9	28	17	21	6	90
k_1	83.000	85.000	84.667	85.667	
k_2	84.000	86.333	85.333	85.667	
k_3	90.333	86.000	87.333	86.000	
R	7.333	1.333	2.666	0.333	

表 7 方差分析表

Tab. 7 Table of variance analysis

因素	偏差平方和	自由度	F 值	F 临界值	显著性
碳酸氢钠	94.889	2	427.428	$F_{0.01} = 99.000$	*
葡萄糖酸内酯	2.889	2	13.014	$F_{0.05} = 19.000$	
酒石酸氢钾	11.556	2	52.054	$F_{0.05} = 19.000$	*
柠檬酸	0.222	2	1.000	$F_{0.05} = 19.000$	
误差	0.22	2			

由表 6、表 7 可以看出,碳酸氢钠对蛋糕的感官评分有极显著影响,酒石酸氢钾对蛋糕的感官评分有显著影响.影响蛋糕复合膨松剂作用效果的主次因素排序为碳酸氢钠>酒石酸氢钾>葡萄糖酸内酯>柠檬酸.根据直观分析初步确定最佳配方为碳酸氢钠 28%,葡萄糖酸内酯 15%,酒石酸氢钾 23%,柠檬酸 10%.按此组合进行验证性实验,感官评分为

92.5.因此,确定此配方为最佳配方.

2.3 无铝复合膨松剂在蛋糕中的应用

分别使用无铝复合膨松剂、普通市售膨松剂(泡打粉)制作蛋糕样品 A、B,并且与普通市售蛋糕样品 C 进行品质比较,结果见表 8.

表 8 无铝复合膨松剂应用效果验证实验结果

Tab. 8 Results of confirmatory test using aluminum-free composite leavening agent

样品	蛋糕品质评分						合计
	比容	外观	弹性	硬度	芯部	口感	
A	26	9	10	9	18	19	91
B	24	8	9	9	17	18	85
C	25	9	9	9	18	19	89

注:样品 A 为使用无铝复合膨松剂制作的蛋糕;样品 B 为普通市售膨松剂(泡打粉)制作的蛋糕;样品 C 为普通市售蛋糕.

由表 8 可以看出,无铝复合膨松剂应用于蛋糕生产是可行的,可以保证蛋糕的品质.

3 结论

通过单因素实验和正交实验确定了蛋糕粉中添加的无铝复合膨松剂最佳配方为:碳酸氢钠 28%,葡萄糖酸内酯 15%,酒石酸氢钾 23%,柠檬酸 10%,食盐 15%,淀粉 9%.在最佳配方下进行验证实验,蛋糕品质感官评分为 92.5.

参考文献:

- [1] 幸宏伟,马文燕.预混合粉原料不同配比对海绵蛋糕品质影响研究[J].湖北农业科学,2011,50(9):1874-1877.
- [2] 余蕾,李凤林.蛋糕专用无铝复合膨松剂的研究[J].江苏调味副食品,2008,25(1):22-23.
- [3] 中华人民共和国商业部.SB/T 10142—93 蛋糕用小麦粉[S].北京:中国标准出版社.
- [4] 中国国家标准化管理委员会.GB/T 24303—2009 粮油检验·小麦粉蛋糕烘焙品质试验·海绵蛋糕法[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [5] 中华人民共和国商业部.SB/T 10030—92 蛋糕通用技术条件[S].北京:中国标准出版社,1992.
- [6] 董海洲,刘传富,侯汉学.复合膨松剂的复配技术在焙烤食品中的应用[J].中国商办工业,2002(9):48-50.
- [7] 余蕾.新型复合膨松剂[J].中国食品添加剂,2006(3):128-129.

责任编辑:郎婧