

# 婴幼儿健齿食品生产工艺的研究

宁漾, 吴卫国, 周琳

(湖南农业大学食品科学与技术学院, 湖南 长沙 410128)

**摘要:** 以面粉、食盐、酵母、脱脂奶粉、碳酸钙等为原料, 经过和面、压片、成形、醒发、烘烤等工艺, 加工成了一种适合婴幼儿长牙或换牙期间使用的健齿食品。以感官评价、硬度值为指标, 通过正交试验, 确定了最佳生产工艺, 并对产品的主要质量指标进行了测定。

**关键词:** 健齿食品; 生产工艺; 婴幼儿; 面粉

**中图分类号:** TS216; **文献标识码:** A; **文章篇号:** 1673-9078(2007)06-0025-05

## Study on Processing Technology of Infant Tooth Care Food

NING Yang, WU Wei-guo, ZHOU Lin

(College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** A tooth care clava for baby teeth growing or changing were made using flour, salt, barm, defatted milk powder and  $\text{CaCO}_3$  as main raw material. The best processing technology was obtained through orthogonal experiments and the quality of the product was also assessed.

**Key words:** tooth care food; processing technology; baby kid; flour

人的一生有两副牙齿, 乳牙和恒牙。乳牙可以在出生6个月萌出, 到3岁半左右20颗乳牙全部萌出, 它们承担着美观、发音、咀嚼和诱导恒牙萌出的重任。在6岁左右, 第一颗恒牙开始萌出, 接着乳牙依次替换, 到12岁左右, 乳牙替换完毕。这一阶段, 儿童的口腔内既有乳牙又有恒牙, 通常称为换牙期。这一时期的牙齿保健, 将对孩子牙齿的健康起到至关重要的作用<sup>[1-2]</sup>。

据医学研究表明, 婴幼儿在长牙或换牙期间会出现如下症状: 流口水、牙龈肿胀、烦躁易怒、喜欢咬手指或硬物、拒绝进食等, 这些都是正常的现象, 但是此阶段由于婴幼儿个人卫生问题, 往往是龋牙形成的危险期。临床上, 有些孩子乳牙滞留迟脱, 形成“双层牙”, 造成恒牙排列不整齐。引起乳牙滞留迟脱的原因很多, 最常见的是孩子进食过于精细, 没有充分发挥牙齿的生理性刺激。牙齿的主要功能是咀嚼食物, 咀嚼食物能促进乳牙牙根的生长发育以及自然脱落<sup>[3]</sup>。因此, 随着孩子年龄的增长, 应该让孩子多吃些耐嚼食物, 以保持对乳牙的良好刺激作用, 促使乳牙按时脱落, 使换牙顺利完成。

本研究旨在研制一种以面粉为主要原料, 不添加

收稿日期: 2007-02-25

作者简介: 宁漾, 男, (1982-), 硕士研究生, 研究方向为健齿食品

通讯作者: 吴卫国, 教授

糖、油的婴幼儿健齿产品。产品具有硬度适中, 易消化, 卫生, 安全, 耐嚼等特点, 它适合婴幼儿长牙或换牙期间使用, 有利于对乳牙的保健。

## 1 试验材料与设备

### 1.1 试验材料

精制面包粉(广州南方面粉有限公司)、低糖酵母(安琪牌)、脱脂奶粉(伊利牌)、食盐(食用级)、 $\text{CaCO}_3$ 等

### 1.2 主要试验设备

电子天平、MT100压面机(广州天河东棠振雄食品机械厂)、SS05打粉机(珠海三麦机械有限公司)、醒发箱(珠海三麦机械有限公司)、SGT-3Y焙烤箱(珠海三麦机械有限公司)、钢尺、切面刀等

## 2 试验方法

### 2.1 理化检验方法

水分: 按照 GB/T14769-93 检测。

蛋白质: 按照 GB/T14771-93 检测。

脂肪: 按照 GB/T14772-93 检测。

钠、钾: 按照 GB/T5414.212-1997 检测。

碳水化合物: 按照下列公式计算

计算公式(1):  $A\% = 100\% - B\% - C\% - D\% - E\%$ ;

其中 A-碳水化合物, B-蛋白质, C-脂肪, D-水分, E-灰分。

## 2.2 硬度值

将棒状产品置于相距 6 cm 的两支点上, 将直径 3.0 mm 的铁丝钩的上端钩悬挂于产品的中部, 铁丝钩下端钩连一个已知重量的水桶, 测定时往桶中加水, 至产品断开时, 称量水的重量加上桶的重量, 即得硬度值。即硬度值 (g) = 水的重量 + 桶的重量。

## 2.3 感官质量评价方法

以 10 分法, 将外观、色泽、口感、组织形态用分数表示, 再根据其权重进行综合评定。

外观 (0.3): 外形完整规则、无明显开裂, 8~10 分; 外形较完整规则、开裂控制较好, 5~7 分; 外形不完整规则、明显开裂, 1~4 分。

色泽 (0.2): 浅棕黄色、无明显烤焦和夹生现象, 8~10 分; 棕黄色、烤焦或夹生现象控制较好, 5~7 分; 浅棕黄色偏白、有明显烤焦或夹生现象, 1~4 分。

口感 (0.2): 无焦味, 苦涩味, 适度咬嚼下无开裂成片、断裂或掉渣现象, 8~10 分; 无较明显焦味, 苦涩味, 适度咬嚼下无开裂成片、断裂或掉渣现象; 5~7 分; 明显焦味, 苦涩味, 适度咬嚼下无开裂成片、断裂或掉渣现象, 1~4 分。

组织形态 (0.3): 坚硬, 切面气孔细密均匀, 8~10 分; 坚硬, 切面气孔较细密均匀, 5~7 分; 不坚硬, 切面气孔不细密均匀, 1~4 分。

## 2.4 生产工艺和操作要点

### 2.4.1 生产工艺

面粉 (食盐、酵母、脱脂奶粉、碳酸钙) → 混匀 → 加水搅拌 → 压片 → 成形 → 醒发 → 烘烤 → 摊凉 → 烘干 → 冷却 → 成品

### 2.4.2 操作要点

#### 2.4.2.1 混匀

将 500 g 面粉、1.5 g 酵母、5 g 食盐、5 g 脱脂奶粉, 1.5 g 碳酸钙混匀。原料混合时要注意不要将酵母与食盐、脱脂奶粉直接接触, 以免影响酵母的活性; 食盐最好溶于水中, 在搅拌时一同加入, 这样可以使

食盐尽量混合均匀。

#### 2.4.2.2 加水搅拌

由于酵母在面团发酵过程中最适温度为 25~28 ℃, 在生产中, 室温和粉温也比较稳定, 不易调节, 所以面团的温度主要靠加入的水的温度进行调节。一般通过夏天用冷水、春秋用温水、冬季用温热水, 来调节面团生长繁殖所需要的温度。先将原料放入和面罐, 快速搅 2 min 后, 将水 250 mL 一次性加入, 然后快速搅拌 15 min, 再慢速搅拌至面团充分形成。

#### 2.4.2.3 压片

将面团逐步压成厚度为 0.8 cm 面带。

#### 2.4.2.4 成形

用切面刀将面团切成长 8.4 cm, 宽 1.6 cm, 高 0.8 cm 的规则长条。

#### 2.4.2.5 醒发

将产品放入醒发箱内, 在温度 38 ℃, 湿度 85% 的醒发条件下, 醒发一定时间。

#### 2.4.2.6 烘烤

将产品放入焙烤箱中烘烤, 焙烤至产品表面干燥, 颜色呈浅棕黄、无烤焦和夹生现象时为宜。

#### 2.4.2.7 摊凉

将产品取出, 摊凉至室温, 使产品水分重新均匀分布, 有利于产品的进一步干燥。

#### 2.4.2.8 烘干

将摊凉的产品重新放入焙烤箱中烘干, 至产品完全烘干, 取出冷却。

## 2.5 最佳生产工艺条件的确定<sup>[4]</sup>

根据单因素试验结果选择醒发时间等 6 个因素, 每个因素选择 5 个水平, 进行分别设计评定指标为感官评价值, 硬度值的正交试验, 从而确定最佳生产工艺条件。最佳生产工艺条件确定试验的因素水平见表 1。

表 1 最佳生产工艺条件确定试验的因素水平表

水平	A(醒发时间/min)	B(烘烤温度/℃)	C(烘烤时间/min)	D(摊凉时间/min)	E(烘干温度/℃)	F(烘干时间/min)
1	100	120	60	40	85	60
2	115	125	70	50	90	70
3	130	130	80	60	95	80
4	145	135	90	70	100	90
5	160	140	100	80	105	100

## 3 结果与分析

### 3.1 感官评价值的 $L_{25}(5^6)$ 正交试验结果与分析<sup>[4]</sup>

表 2 为感官评价值的  $L_{25}(5^6)$  正交试验结果。结

果表明能达到最佳感官评价值的最优工艺组合是  $A_5B_4C_3D_3E_1F_1$ , 即最佳工艺参数为醒发时间 160 min, 烘烤温度 135 ℃, 烘烤时间 80 min, 摊凉时间 60 min, 烘干温度 85 ℃, 烘干时间 60 min。从极差 R 可以得

出因素的主次关系为:  $B > A > D > F > E > C$ , 影响产  
品感官评价值的主要因素是醒发时间, 烘烤温度, 摊

表 2 感官评价值的  $L_{25}(5^6)$  正交试验结果

编号	A	B	C	D	E	F	感官评价值
1	1	1	1	1	1	1	2.77
2	1	2	2	2	2	2	3.89
3	1	3	3	3	3	3	5.20
4	1	4	4	4	4	4	4.92
5	1	5	5	5	5	5	3.92
6	2	1	2	3	4	5	4.18
7	2	2	3	4	5	1	5.08
8	2	3	4	5	1	2	4.24
9	2	4	5	1	2	3	5.63
10	2	5	1	2	3	4	4.02
11	3	1	3	5	2	4	3.01
12	3	2	4	1	3	5	5.11
13	3	3	5	2	4	1	6.12
14	3	4	1	3	5	2	7.05
15	3	5	2	4	1	3	5.61
16	4	1	4	2	5	3	4.12
17	4	2	5	3	1	4	5.92
18	4	3	1	4	2	5	5.34
19	4	4	2	5	3	1	6.01
20	4	5	3	1	4	2	5.15
21	5	1	5	4	3	2	4.82
22	5	2	1	5	4	3	5.57
23	5	3	2	1	5	4	6.16
24	5	4	3	2	1	5	8.17
25	5	5	4	3	2	1	6.82
K1	4.140	3.780	4.950	4.964	5.342	5.360	
K2	4.630	5.114	5.170	5.264	4.938	5.000	
K3	5.380	5.412	5.322	5.834	5.032	5.213	
K4	5.308	6.356	5.042	5.154	5.188	4.806	
K5	6.308	5.104	5.282	4.550	5.266	5.344	
R	2.168	2.576	0.372	1.284	0.404	0.554	
最优水平	A5	B4	C3	D3	E1	F1	

由表 2 可知, 感官评价值基本上随醒发时间延长而增加; 随烘烤温度升高而先增加后降低, 至  $135\text{ }^{\circ}\text{C}$  时达到最大值; 随摊凉时间先增加然后下降, 至  $60\text{ min}$  时达到最大值; 随烘干温度先降低后升高, 至  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  达到最小值; 烘干时间, 烘烤时间变化规律性不强。

### 3.2 硬度值的 $L_{25}(5^6)$ 正交试验结果与分析<sup>[4]</sup>

由表 3 可知, 能达到硬度值的最优工艺组合是

$A_5B_3C_3D_4E_3F_2$ , 即最佳工艺参数为醒发时间  $160\text{ min}$ , 烘烤温度  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 烘烤时间  $80\text{ min}$ , 摊凉时间  $70\text{ min}$ , 烘干温度  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 烘干时间  $70\text{ min}$ 。从极差 R 可以得出因素的主次关系为:  $C > D > E > A > F > B$ , 影响产品感官评价值的主要因素是烘烤时间、摊凉时间。

由表 3 还可知, 硬度值随烘烤时间先增加后下降, 至  $80\text{ min}$  时达到最大值; 随摊凉时间先增加后下降,

以 50 min、70 min 为较大值；烘烤温度先较平稳，然规律性不强。后升高再降低，至 130 °C 达到最大值；其他影响效应

表 3 硬度值的  $L_{25}(5^6)$  正交试验结果

编号	A	B	C	D	E	F	硬度值
1	1	1	1	1	1	1	3725.5
2	1	2	2	2	2	2	10571
3	1	3	3	3	3	3	12510
4	1	4	4	4	4	4	11068
5	1	5	5	5	5	5	7815
6	2	1	2	3	4	5	11523
7	2	2	3	4	5	1	12587.5
8	2	3	4	5	1	2	11395
9	2	4	5	1	2	3	7598
10	2	5	1	2	3	4	9665
11	3	1	3	5	2	4	9452.5
12	3	2	4	1	3	5	9673
13	3	3	5	2	4	1	10152.5
14	3	4	1	3	5	2	9108
15	3	5	2	4	1	3	12071.5
16	4	1	4	2	5	3	11255
17	4	2	5	3	1	4	10700
18	4	3	1	4	2	5	10081
19	4	4	2	5	3	1	10023
20	4	5	3	1	4	2	9090
21	5	1	5	4	3	2	12413
22	5	2	1	5	4	3	4471
23	5	3	2	1	5	4	9290
24	5	4	3	2	1	5	14745
25	5	5	4	3	2	1	12223
K1	9143.3	9679.2	7415.5	7880.7	10532.8	9747.7	
K2	10553.7	9600.5	10695.7	11277.7	9985.1	10871.8	
K3	10091.5	10685.7	11677.0	11212.8	10856.8	9499.3	
K4	10229.8	10508.4	11122.8	11644.2	9260.9	10035.1	
K5	10628.4	10172.9	9735.7	8631.3	10011.1	10767.4	
R	1485.1	1085.2	4261.5	3763.5	1595.9	1372.5	
最优水平	A5	B3	C3	D4	E3	F2	

### 3.3 最佳生产工艺参数的确定

对多指标正交试验，本文采用综合平衡法确定最优组合为  $A_5B_4C_3D_3E_1F_5$ ，即最佳工艺参数为醒发时间 160 min，烘烤温度 135 °C，烘烤时间 80 min，摊凉时间 60 min，烘干温度 85 °C，烘干时间 100 min。

### 3.4 验证实验

以所确定的最佳工艺参数组合作验证实验，结果是硬度值 13859 g，感观评价值 8.7，该工艺参数通过

验证实验，是加工产品的较优方案。因此生产健齿棒的最佳工艺为：醒发时间 160 min，烘烤温度 135 °C，烘烤时间 80 min，摊凉时间 60 min，烘干温度 85 °C，烘干时间 100 min。

### 3.5 产品的主要质量指标的测定

对按照最佳工艺生产的产品中的蛋白质、脂肪、碳水化合物、水分、K、Na、硬度值、60 min 吸水率进行测定，结果见表 4。

表 4 产品的营养成分含量, 硬度, 持水能力 (/100g)

成分	蛋白质/g	脂肪/g	碳水化合物/g	水分/g	K/mg	Na/mg	硬度值/g	60 min 吸水率/%
含量	15.66	1.50	60.2	10.93	153.32	323.21	13859	1.02

表 4 可看出, 该产品蛋白质含量较高, 脂肪含量低, 硬度适中, 是一种比较适合婴幼儿的健康的功能食品。

## 4 讨论

### 4.1 水分

水在发酵面团中用量仅次于面粉, 这有利于控制发酵制品的质量<sup>[5]</sup>。通过实验, 确定加水量在 50%~60% (以面粉质量为 100%) 之间效果较好。加水量小于 50 % 时, 面团较干, 不利于面筋的形成和酵母的生长繁殖; 加水量大于 60% 时, 面团过湿, 流动性较大, 粘性较强, 不利于压片和成形操作。

### 4.2 发酵

影响面团发酵的主要因素: 一是酵母自身的活性和酵母用量; 二是面粉中糖的含量或添加含有淀粉酶的麦芽糖或麦芽粉; 三是加入一定量的酵母营养剂; 四是面团的温度。此外, 如果面粉筋力过强, 面筋膨胀速度较慢, 而酵母产气速度过快, 会使面团内部产生过高压力, 当超过面筋的弹性极限而使面筋网络断裂, CO<sub>2</sub> 气体泄出, 导致发酵失败<sup>[6]</sup>。本试验醒发条件: 温度 35~38 °C, 湿度 80%~85%, 通过醒发时间来控制醒发程度, 结果表明醒发时间越长, 效果较好, 原因在于原料采用的面粉, 筋力过强, 面筋膨胀速度较慢, 而酵母产气速度过快, 会使面团内部产生过高压力, 延长醒发时间一方面可以使部分 CO<sub>2</sub> 气体泄出, 减小烘烤时来自面团内部的压力, 另一方面可以使面筋膨胀完全, 面筋网络充分形成, 有利于克服烘烤阶段开裂现象的出现。

### 4.3 烘烤

烘烤温度过高时, 虽然干燥速度快, 产率高, 但是产品色泽焦黄, 外表硬化成壳, 内部却出现夹生, 内外不均匀, 口感不佳, 同时产品开裂比较严重。这是由于干燥温度较高, 短时间内, 面团表面失水较多, 内部水分来不及扩散到外表面, 造成表面结壳所致。烘烤温度过低时, 产品又迟迟达不到应有的色泽和表面硬度。而在 135 °C, 80 min 烘烤时, 内外水分扩散较均匀, 随着烘烤时间的增长, 可以达到所要产品硬度要求, 并且有效避免了产品的开裂这一棘手问题。

因为本面粉产品组织结构紧密, 内部水分向外扩散的速度比表面失水的速度慢, 所以有必要在烘烤后, 取出制品进行摊凉, 使水分重新分布, 使里外水分含量趋于一致, 这样才能使产品充分干燥。

由于烘烤以后的产品含水量不高, 此时进行干燥应该选择低温长时间的烘干条件。烘干条件的基本要求: 烘干温度 85 °C, 烘干时间 100 min。

## 参考文献

- [1] 管宇. 乳牙、恒牙的萌出与保护[J]. 中国健康月刊, 1995(9)
- [2] 陈志春. 乳牙好恒牙才能好[J]. 中国健康月刊, 1996(9)
- [3] 雪艳. 儿童换牙期应多吃些硬食[J]. 中华家教, 2004(3)
- [4] 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, 2002: 331-367
- [5] 朱在勤. 水在发酵面团制品中的作用[J]. 扬州大学烹饪学报, 2001, (3): 53-56
- [6] 张守文, 富校轶. 面粉与酵母在面团发酵中相关性研究[J]. 粮油食品科技, 1996, 6(7): 5-10

(上接第 19 页)

## 参考文献

- [1] M.R. Queiroz and S.A. Nebra. Theoretical and Experimental Analysis of the Drying Kinetics of Bananas [J]. Journal of Food Engineering, 2001, 47: 127-132
- [2] L. Mayor, A.M. Sereno. Modeling Shrinkage during Convective Drying of Food Materials: a Review [J]. Journal of Food Engineering, 2004, 61: 373-386
- [3] [苏] A.C. 金兹布尔格著. 高奎元译. 食品干燥原理与技术基础[M]. 北京: 轻工业出版社, 1986.4
- [4] Gekas V., Motarjemi Y., Lamberg I. et al. In Preconcentration and Drying of Food Materials, ed. S. Buin. Elsevier Science Publishers BV, 1988: 317-319
- [5] Gekas V., Lamberg I. Determination of Diffusion Coefficients in Volume Changing Systems. Application in the Case of Potato Drying [J]. Journal of Food Engineering, 1991, 14: 317-326
- [6] I Sjöholm, Gekas. Apple Shrinkage upon Drying [J]. Journal of Food Engineering, 1995, 25: 123-130