

# 水分含量及添加剂对面团玻璃化转变温度的影响

苏 鹏, 王 欣, 刘宝林, 谷雪莲

(上海理工大学低温与食品冷冻研究所, 上海 200093)

**摘 要:** 本实验应用差示扫描量热仪(DSC), 测量了不同水分含量的面团的玻璃化转变温度以及NaCl、卵磷脂、抗坏血酸、明胶、海藻糖、单干酯及黄原胶等常见食品添加剂对面团玻璃化转变温度的影响。结果表明: 水分含量为40%的纯精粉面团的玻璃化转变温度为 $-27.75^{\circ}\text{C}$ , 水分含量在38%~45%的玻璃化转变温度有逐渐降低的趋势。NaCl、抗坏血酸、海藻糖分别以5%、1%、3%加入面团以后, 面团玻璃化转变温度分别为 $-13.68^{\circ}\text{C}$ 、 $-12.73^{\circ}\text{C}$ 、 $-15.74^{\circ}\text{C}$ 。加入明胶、单干酯、黄原胶时, 面团的玻璃化转变温度提高并不明显, 而卵磷脂的加入却降低了面团的玻璃化转变温度。

**关键词:** DSC; 玻璃化转变温度; 面团; 食品添加剂

## Effects of Water Content and Several Common Food Additives on Glass Transition Temperature of Dough

SU Peng, WANG Xin, LIU Bao-lin, GU Xue-lian

(Institute of Cryomedicine and Food Freezing, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** In this study, The dough's glass transition temperature of dough was determined by DSC (differential scanning calorimetry). The effects of water content, NaCl, ascorbic acid, 2,2-prehalose, gelatin, glycerol monostearate, xanthan gum and lecithin on glass transition temperature of dough were assayed also. The results showed that: glass transition temperature of dough with 40% water content is  $-27.75^{\circ}\text{C}$ , and the glass transition temperature decreases with the water content when the water content is between 38% and 45%. When NaCl, ascorbic acid and 2,2-prehalose are added into the dough with the weight ratio of 5%, 1% and 3% respectively, the glass transition temperature of the dough are  $-13.68^{\circ}\text{C}$ ,  $-12.73^{\circ}\text{C}$  and  $-15.74^{\circ}\text{C}$ , respectively. When gelatin, glycerol monostearate, xanthan gum is added, the increase of glass transition temperature of dough is not significant, but addition of lecithin decreases the glass transition temperature of dough.

**Key words** DSC; glass transition temperature; dough; food additive

中图分类号: TS211

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)08-0097-04

冷冻面团技术是利用食品的冷冻原理与技术处理面团为成品或者半成品, 然后将面团冷藏贮存备用。冷冻面团的出现使面团的生产和焙烤食品的生产成为相互独立的两部分, 极大的促进了生产力的发展, 也为人们吃到更新鲜的焙烤食品创造了条件。但是, 由于生产工艺及保存方法的不完善, 导致冷冻面团质量下降很快, 主要表现在以下两个方面: (1) 面团在冻结过程中, 由于冻结速率比较慢, 容易形成大的冰晶破坏面团的内部结构; (2) 在面团的贮存过程中, 由于贮存温度存在波动, 面团中的冰晶发生重结晶现象, 冰晶长大破坏

面团的组织结构。

玻璃化保存技术是一种没有冰晶生成的技术, 如果食品处于玻璃态, 一切受扩散控制的松弛过程将极大地被抑制, 使得食品在较长时间内处于稳定状态, 食品内部受扩散控制的结晶、再结晶过程将不再进行。而且在低温条件下引起食品变质的微生物作用、氧化作用、呼吸作用也很微弱, 因此玻璃化技术可以显著提高高速冻面制品的保存质量<sup>[1]</sup>。

本实验的主要目的是测量面团的玻璃化转变温度, 并且寻找几种常见的食品添加剂来提高面团的玻璃化转

收稿日期: 2007-06-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(50576059); 上海市重大科技攻关课题(05DZ19102)

作者简介: 苏鹏(1982-), 男, 硕士研究生, 研究方向为食品冷冻冷藏。

变温度, 为实现面团的玻璃化保存准备必要的技术参数。

## 1 材料与方

### 1.1 材料与试剂

天然精粉(500g/袋) 潍坊风筝面粉有限公司; 一次蒸馏水 实验室制备; 明胶、黄原胶、海藻糖、抗坏血酸、单干脂 国药集团化学试剂有限公司; NaCl 上海市易初莲花周家嘴店。

### 1.2 设备与仪器

DSC-Pyris Diamond 差示扫描量热仪 美国 Perkin-Elmer 公司; 样品冲洗气体: 高纯度氮气(纯度 > 99.999%), 流量 30ml/min; PE 标准液体铝皿 美国 Perkin-Elmer 公司; 赛多利斯的 BP 系列天平, 精确到 0.01mg; 压片机, 用以密封液体铝皿, 以及烧杯、玻璃棒等玻璃仪器。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 面团的制备方法

先取 50g 面粉, 加入一定量的蒸馏水(添加水的质量见表 1)。然后用玻璃棒搅拌 5min, 使其均匀后制成面团, 醒发 30min, 备用。

DSC 扫描实验前, 在醒发的面团中间部位取一小块, 用天平称取质量, 每个样品质量控制在 10~20mg (精确到 ± 0.01mg), 然后将小块面团放入标准液体铝皿, 压实后用压片机密封。

表 1 面团制备配方  
Table 1 Formulatin of dough

面团水分含量(%)	35	38	40	42	50
每50g面粉中的水分添加量(g)	17.5	19	20	21	25

#### 1.3.2 玻璃化转变温度的测量方法

采用多次扫描法测量面团玻璃化转变温度。

具体的 DSC 程序为: 将样品在 20℃ 恒温 0.5min, 然后以 220℃/min 的降温速率从 20℃ 快速冷却到 -100℃; 在 -100℃ 恒温 1min, 以 10℃/min 的升温速率从 -100℃ 加热到 20℃; 在 20℃ 恒温 1min, 再以 220℃/min 的降温速率从 20℃ 快速冷却到 -100℃; 在 -100℃ 恒温 5min, 然后以 10℃/min 的升温速率从 -100℃ 加热到 20℃, 最后在 20℃ 恒温 1min。

#### 1.3.3 食品添加剂的加入方法

本实验所用添加剂为: NaCl、抗坏血酸、海藻糖、明胶、单干酯、黄原胶。添加剂和水的加入量都以面粉的含量为基准。在添加剂的对比实验中, 所有的面团水分含量都为 40%。水溶性添加剂 NaCl, 抗坏血酸, 海藻糖, 黄原胶使用时, 将确定量的添加剂

先溶于水中, 待完全溶解后与面粉混合, 揉成面团。乳化剂单甘酯与水不互溶, 需先将单甘酯与水共热, 使其形成乳浊液, 尽量混匀, 待冷却后与面粉混合, 揉

成纸球。0℃左右的温开水溶解明胶, 溶解时间较长, 在与面粉混合前, 一定要将明胶溶液搅拌均匀。待冷却后与面粉混合, 揉成面团。加入添加剂的百分含量以面粉的质量为基准。

## 2 结果与分析

### 2.1 水分含量的变化对面团玻璃化转变温度的影响

水分含量是影响面制品玻璃化转变温度的一个重要因素。一般情况下, 水对玻璃态起增塑作用, 体系中水分含量越高, 玻璃化转变温度越低<sup>[2]</sup>。在面团的玻璃化转变温度测量过程中发现: 当面团中水分含量 40% 时(如图 1 所示), 用多次扫描量热法测量出的 DSC 曲线上, 玻璃化转变很明显。面团的玻璃化转变温度为 -27.75℃, 与国外 Rsanen 等人的研究结果相一致<sup>[3]</sup>, 且复现性比较好。

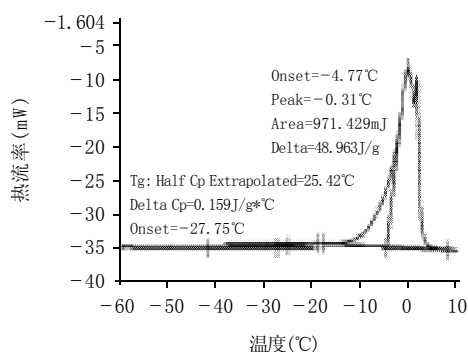


图 1 40% 水分含量面团的 DSC 曲线

Fig.1 Differential scanning calorimetry (DSC) curve of dough (water content: 40%)

当面团中水分含量在 38%~45% 变化时(如图 2 所示), 面团的玻璃化转变温度随面团水分含量的增加而呈线性下降, 这与一般溶液的玻璃化保存理论相一致。

当面团中水分含量在 35% 时, 面团的玻璃化转变温度测量比较困难。在 DSC 曲线图上热量变化的梯度很小, 观察玻璃化转变区域很困难(如图 3 所示)。另外, 测量出的结果没有复现性, 前后几次的差别很大(如表 2 所示)。当面团中的水分含量为 50%、60% 等高水分含量时, 面团的玻璃化转变温度测量结果亦没有规律性, 特别是在面团水分含量达 70% 时, 面团的 DSC 曲线非常平滑, 找不到玻璃化转变台阶, 形状如图 3 中的 DSC 曲线。

由以上结果可以看出, 面团的玻璃化转变温度在一定的范围内随水分含量的增加而减少, 与一般溶液中水

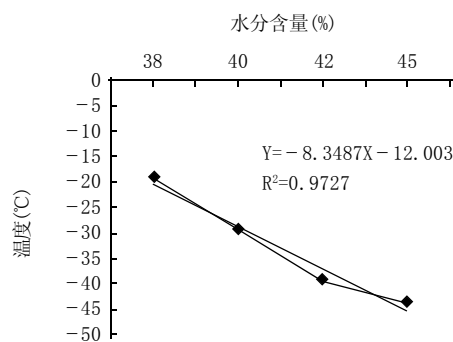


图2 玻璃化转变温度随面团水分含量的变化  
Fig.2 Effects of water content on of dough glass transition temperature

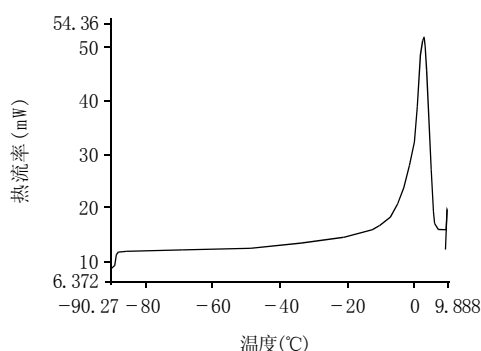


图3 35%水分含量面团的DSC曲线  
Fig.3 Differential scanning calorimetry (DSC) curve of dough (water content: 35%)

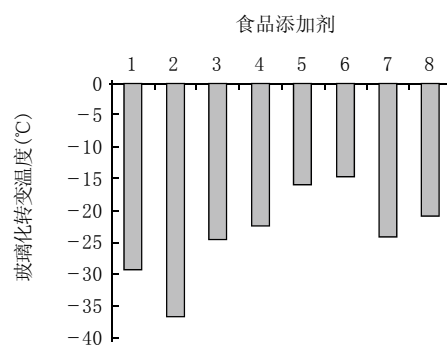
表2 不同水分含量面团的玻璃化转变温度(°C)  
Table 2 Glass transition temperature results with water content changes(°C)

水分含量(%)	1号	2号	3号	4号
35	-38.82	/	-4.17	-24.69
50	-44.98	-42.31	/	/
60	-36.27	/	-28.3	/
70	/	/	/	/

的增塑作用相一致,但水分含量太低或太高时,不符合这个规律。这可能是以下原因造成的:在面团的形成过程中,水不仅仅起到增塑作用,还决定了面团内部面筋网络的形成。当面团中水分含量增加到一定程度时,多余的水分不仅起到增塑作用,而且还有可能引起面团结构的变化,导致玻璃化转变温度的变化不再有规律。而当面团中水分含量太低时,面团内部无法形成稳定的面筋网络,内部水分和其它物质分布不均匀,从而导致面团玻璃化转变温度的变化范围比较大。

## 2.2 添加剂对面团玻璃化转变温度的影响

食品添加剂有利于食品质量的提高,在实际生产和生活过程中发挥了越来越重要的作用。利用DSC测量了面团加入添加剂后面团的玻璃化转变温度,通过面团玻璃化转变温度的变化可以直观看到添加剂对面团玻璃化



1. 无食品添加剂; 2. 卵磷脂; 3. 抗坏血酸; 4. 明胶; 5. 海藻糖; 6. 单干酯; 7. 黄原胶; 8. NaCl。

图4 食品添加剂对面团玻璃化转变温度的影响  
Fig.4 Effects of food additives on glass transition temperature of dough

贮存的影响。

面团中分别加入3%的NaCl、卵磷脂、抗坏血酸、明胶、海藻糖、单干酯、黄原胶后,面团的玻璃化转变温度都发生了变化,如图4所示。海藻糖、单干酯、NaCl对面团的玻璃化转变温度提高作用明显,都大约提高了10℃左右;抗坏血酸、明胶、黄原胶对面团的玻璃化转变温度也有提高作用,但是没有以上几种提高的明显。而卵磷脂的加入却降低了面团的玻璃化转变温度。另外,当面团中加入单干酯、明胶、黄原胶时测量面团玻璃化转变温度时复现性明显不如不加添加剂时,原因可能是<sup>[4-7]</sup>:当面团中加入这类具有增稠性质的添加剂时,添加剂吸收了面团中的水分,引起面团内部的水分进行再分布,在局部形成水分含量不足,原因类似于水分含量比较低时出现有情况。因此可以推断,当一些水分含量比较高的面团中加入此类添加剂时,可能有利于面团实现玻璃化保存。

## 3 结论与讨论

通过不同水分含量空白面团,加入不同添加剂的面团进行对比,找到了水分含量和添加剂对面团玻璃化转变温度的影响,主要结论如下:(1)水分含量的变化对面团的玻璃化转变温度有显著的影响,在一定的含水量范围内,面团的玻璃化转变温度随着水分含量的增加逐渐降低,但是当面团中的水分含量过高或者过高时,面团的玻璃化转变温度都难以测量;(2)当加入抗坏血酸、明胶、海藻糖、单干酯、黄原胶时,都提高了面团的玻璃化转变温度,而卵磷脂的加入降低了面团的玻璃化转变温度。添加明胶、黄原胶等增稠剂时,面团的玻璃化转变温度得到了提高,但是同时造成面团玻璃化转变温度测量的复现性变差,其作用机理还需要做进一步的研究;(3)在面制品的低温保存过程中,水的作用更加复杂,它对面团玻璃化转变温度影响的机理还需要做

# 柑橘皮中多甲氧基黄酮的体外抗氧化活性研究

单 杨<sup>1,2</sup>, 李高阳<sup>2</sup>, 李忠海<sup>1</sup>

(1. 中南林业科技大学食品科学与工程学院, 湖南 长沙 410004

2. 湖南省农产品加工研究所柑桔工程技术研究中心, 湖南 长沙 410125)

**摘 要:** 通过体外抗氧化实验对柑橘皮中五种多甲氧基黄酮单体的抗氧化功能进行研究。结果表明: 柑橘皮中五种黄酮单体均有一定抗亚油酸氧化能力, 且均强于芦丁; 类黄酮单体抑制脂质体氧化能力均表现出一定的浓度依赖关系; 清除 $\cdot\text{OH}$  自由基能力与相应浓度也存在正相关关系。

**关键词:** 柑橘皮; 黄酮; 抗氧化活性

## *In vitro* Antioxidation Activity of Multimethoxyl Flavonoids from Citrus Peel

SHAN Yang<sup>1,2</sup>, LI Gao-yang<sup>2</sup>, LI Zhong-hai<sup>1</sup>

(1. School of Food Science and Engineering Technology, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004,

China 2. Centre for Citrus Engineering Technology Research, Institute of Hunan Agricultural Product Processing, Changsha 410125, China)

**Abstract:** The antioxidant properties of five multimethoxyl flavonoids from citrus peel were determined respectively by ferric thiocyanate method and phospholipids peroxidation in liposome. The results showed that five flavonoids are able to inhibit linoleic acid peroxidation, and the inhibiting capacity is better than rutin. The inhibiting capacities of flavonoids to liposome are relative with their concentrations. And the physiological functions of scavenging  $\cdot\text{OH}$  increase also significantly with increases of their concentrations.

**Key words** citrus peel; flavonoids; antioxidant activity

中图分类号: TS209

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)08-0100-04

20 世纪 60 年代末, 人们就发现黄酮类化合物有抗炎、抗病毒、利胆、强心、镇静和镇痛等作用<sup>[1]</sup>。到了 70 年代, 又发现它们有抗氧化、抗衰老、免疫调节、抗癌的作用, 后来又发现能降低动物的甘油三酯, 总胆固醇、LDL、VLDL 水平的降血压、降血脂、减

低毛细血管通透性等功效<sup>[2-6]</sup>, 部分黄酮类物质对凝血因子也有影响<sup>[7-8]</sup>。而近几年又发现生物类黄酮具有抗肿瘤、抗 HIV 和减弱组织损伤等生物活性<sup>[9-11]</sup>。

近年来, 随着研究方法和技术的不断提高, 许多新的种类和生理作用被发现, 特别是抗自由基及抗癌、

收稿日期: 2007-05-11

作者简介: 单杨(1963-), 男, 研究员, 博士, 研究方向为农产品综合深加工。

进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 华泽钊, 李云飞, 刘宝林. 食品冷冻冷藏原理与设备[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [2] SLADE L, LEVINE H. Glass transitions and water-food structure interactions[J]. Advanced in food and Nutrition Research, 1994, 38: 120-126.
- [3] RASANEN J. Properties of frozen wheat doughs at subzero temperatures [J]. J Journal of Cereal Science, 1998, 28: 1-14.
- [4] ROOS Y. Melting and glass transition of low molecular weight carbohydrates[J]. J Carbohydrate Research, 1993, 23: 39-48.
- [5] ALEX P, HANS Z. Preservation mechanisms of trehalose in food and biosystems[J]. J Colloids AND Surfaces B: Biointerfaces, 2005, 40: 107-113.
- [6] SALVADOR A, SANZ T, FISZMAN S M. Dynamic rheological characteristics of wheat flour-water doughs. Effect of adding NaCl, sucrose and yeast [J]. J Food Hydrocolloids, 2005 (5): 1-7.
- [7] RIBOTTA P D, PE' REZA G T, LEO' NA A E, et al. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough [J]. J Food Hydrocolloids, 2004, 18: 305-313.