

# 泡打粉对炸鸡块的面拖表皮微观结构、 脂肪含量和脆性的影响\*

隋明军, 芮汉明

(华南理工大学轻工与食品学院, 广东 广州 510640)

**摘 要** 研究了泡打粉对油炸鸡块面拖表皮的微观结构, 脂肪含量和脆性的影响。结果表明: 泡打粉添加量 0%~0.5%, 随着添加量的增加, 面拖表皮的外表面和截面的气孔数量增加, 气孔直径增大, 脂肪含量增加, 初始脆性增加。但在 40℃, 相对湿度 53% 的条件下, 对于脆性的保持时间没有太大的影响。当添加量达到 1% 时, 表皮外表面的膜结构被破坏, 脂肪含量下降。

**关键词** 泡打粉, 微结构, 脂肪含量, 脆性

目前油炸食品的研究热点主要集中于降低产品脂肪含量, 提高脆性和脆性的保持时间上。有很多学者通过添加不同的物质(钙离子, HPMC 等)降低油炸食品的脂肪含量和提高脆性<sup>[1,2]</sup>。泡打粉是一种油炸食品中常用的物质, 主要起起泡、增加酥脆的作用, 本文主要研究泡打粉对油炸面拖微观结构, 脂肪含量, 脆性和脆性保持时间的影响。为开发出油脂含量低, 脆性保持时间长的面拖油炸食品提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

低筋面粉市售, 每 100 g 面粉蛋白质含量 7.63 g, 水分含量 12.39 g; 鸡胸肉, 由江峰集团提供; 羟丙甲基纤维素 (HPMC), 由山东赫达股份有限公司提供; 预糊化淀粉荷兰艾维贝公司提供。

盐, 味精, 糖, 泡打粉, 大豆色拉油, 均为市售。

### 1.2 仪器设备

TA-XT2 质构仪 (英国 Micro Stable System 公司), JSM-6360SEM 扫描电镜 (日本 JEOL 公司), 多功能食物搅拌机 (中山市好妈咪电器厂), 电热鼓风干燥箱 (上海锦屏仪器仪表有限公司), 电热双缸油炸锅 (上海志程机械设备有限公司)。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 炸鸡块工艺流程

鸡胸肉→切块→腌制→沥干→初裹粉→挂糊→二次裹粉→抖鳞→油炸→沥油→成品

#### 1.3.2 操作要点

##### 1.3.2.1 腌制

鸡胸肉切成 (1×2×4) cm 的块状, 加入 1.6% 的盐, 0.16% 的味精, 0.16% 的糖, 4℃ 腌制 12 h。

##### 1.3.2.2 面糊的制作

先将 100 g 面粉和预先设计好的其他材料混合 (100 g 面粉, 1 g HPMC, 1 g 预糊化淀粉), 用搅拌机搅拌均匀, 用作非鳞片的加入 162.5 g 水进行搅拌均匀待用。100 g 混合粉粉加入 177 g 水进行搅拌均匀作为鳞片工艺中的浆。

##### 1.3.2.3 炸制

非鳞片鸡块的炸制工艺: 腌制好的鸡肉块表面控干水分, 放入鳞片的面糊中上浆。放入 170℃ 的油中, 炸制 3 min。

鳞片鸡块的炸制工艺: 腌制好的鸡肉块拌入混合均匀的干粉中, 吸干表面水分, 然后将鸡块浸入配好的浆中, 使其表面湿润, 捞出后再放入干粉中, 用手从干粉中抄起鸡块 (手不要湿), 滚揉 3~7 次, 最后抖掉表面的浮粉, 放入 170℃ 的油中, 炸制 3 min。

##### 1.3.2.4 储存

炸好的鸡块, 用漏勺捞出后, 上下抖动 3 次沥油, 放置在不锈钢支架上室温冷却 10 min, 后转移到 40℃, 相对湿度 53% 的环境下储存。

#### 1.3.3 对照实验设计

在研究泡打粉在油炸面糊时对其微结构, 脂肪含量和脆性的影响时, 为了避免泡打粉产气后的化学成分对油脂和脆性产生影响, 设计对照试验, 将产气后的泡打粉加入到面拖中做比较。1% (泡打粉占干粉

第一作者: 硕士研究生 (芮汉明副教授为通讯作者)。

\* 公益性行业 (农业) 科研专项经费资助项目 (nyhyzx07-038), 广东省科技攻关重大专项 (2007A020400006)

收稿日期: 2008-09-05, 改回日期: 2008-10-23

重量)的对照试验即为,添加 1%的产气后的泡打粉到面粉中,作为含有 1%泡打粉的对照试验。

### 1.3.4 分析方法

#### 1.3.4.1 脆性的力学测定方法<sup>[3]</sup>

采用食品质构仪进行测定。刀头使用 ps50 圆柱型刀头,质仪参数:选择模式为压缩试验;TA-XT2i 环境数据获得速率 200PPS;测试前速度 1.00 mm/s;受力 g;测试后速度 0.5 mm/s;时间 5.00s;测试速度 0.50 mm/s;应变 30%,阈值 0.5g。记录被压缩过程中产生的峰值个数。

#### 1.3.4.2 脆性的感官评价方法

采用感官评价方法中的评分检验法,组织 7~8 名感官评定人员,采用打分的方法评定产品的脆性,脆性指标最高分为 9 分,最低分为 1 分,9 分表示外皮酥脆,1 分表示表皮松软无脆性。

#### 1.3.4.3 含油率的测定

索氏抽提法。

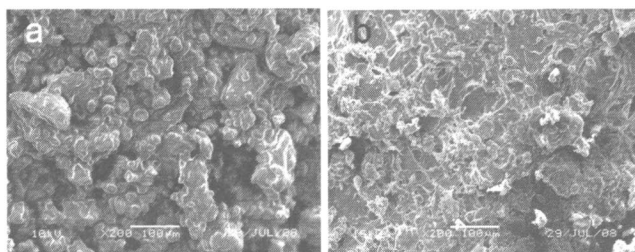
#### 1.3.4.4 SEM 微结构观察

样品经过油炸后,控油, -70℃ 迅速冻干,转移到石油醚中脱脂 12 h,然后用叔丁醇脱脂 3 次,每次 10 min,在 0℃ 升华叔丁醇。刀片切块,用导电胶粘台,喷金,观察。

## 2 结果与分析

### 2.1 对微观结构的影响

为研究油炸产品的微结构,炸好的表皮经过不同的脱脂处理。包括用叔丁醇和石油醚以及两者结合,使用叔丁醇脱脂 3 次,每次 10 min 的效果不理想,面糊表面有一层油脂膜覆盖(如图 1-a 所示),很难观察内部结构,经过试验得到用石油醚浸泡脱脂 12 h 后,再用叔丁醇脱脂 3 次,每次 10 min 效果最为理想(如图 1-b)。



a-200 倍下未彻底脱脂的鳞片状表皮, b-200 倍下石油醚彻底脱脂的鳞片状表皮

图 1 两种不同脱脂方式对油炸后面拖微结构观察(SEM)的影响

#### 2.1.1 两种不同形态的表皮微观结构比较

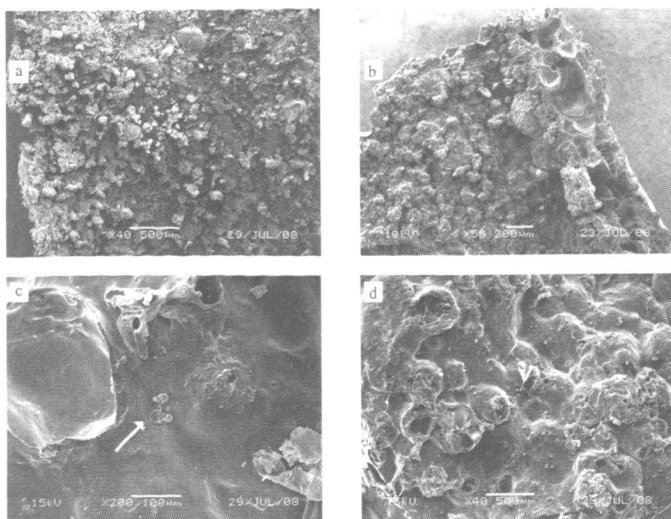
如图 2-a 所示,鳞片状的表皮覆盖有一层淀粉颗粒,淀粉颗粒和蛋白质以及羟丙甲基纤维素一起形成表皮。如图 2-b 气孔埋藏在该膜的下面,气孔可能是由于油炸过程中,气体和水蒸气的迅速扩散形成的孔洞。但由于表面粘附有一层淀粉颗粒,在泡打粉添加量少的情況下,表面没有出现破损的气孔。如图 2-c、图 2-d 所示,非鳞片表皮显得比较光滑,表面有较多的孔洞,很少看到完整的淀粉颗粒,而是被一层蛋白质和羟丙甲基纤维素的膜覆盖住,这与 Naruenartwongsakul 等人的研究结果一致<sup>[4]</sup>。羟丙甲基纤维素和面粉中的蛋白质交联在一起形成膜包埋住淀粉颗粒。通过对照试验发现,添加 1%产气后的泡打粉的面拖微结构和未添加泡打粉的微结构没有什么变化。如图 2-c 所示,可以看到没有被包埋住的已经变形的淀粉颗粒,这与 Aguilera 等人<sup>[5]</sup>在研究油炸马铃薯中变形的淀粉颗粒相似。

#### 2.1.2 气孔的形态、面积

图 3-a~图 3-d 显示了鳞片的截面。未添加泡打粉的鳞片截面(图 3-a),气孔很少,没有较大的气孔。随着泡打粉含量的增加,气孔变多,并出现较大的气孔,同时气孔的分布不均匀。当泡打粉的添加量达到 1%时(图 3-d),鳞片截面的气孔达到最多,几乎成为网状,气孔变得之非常致密。表现在图上为颜色较深的区域。

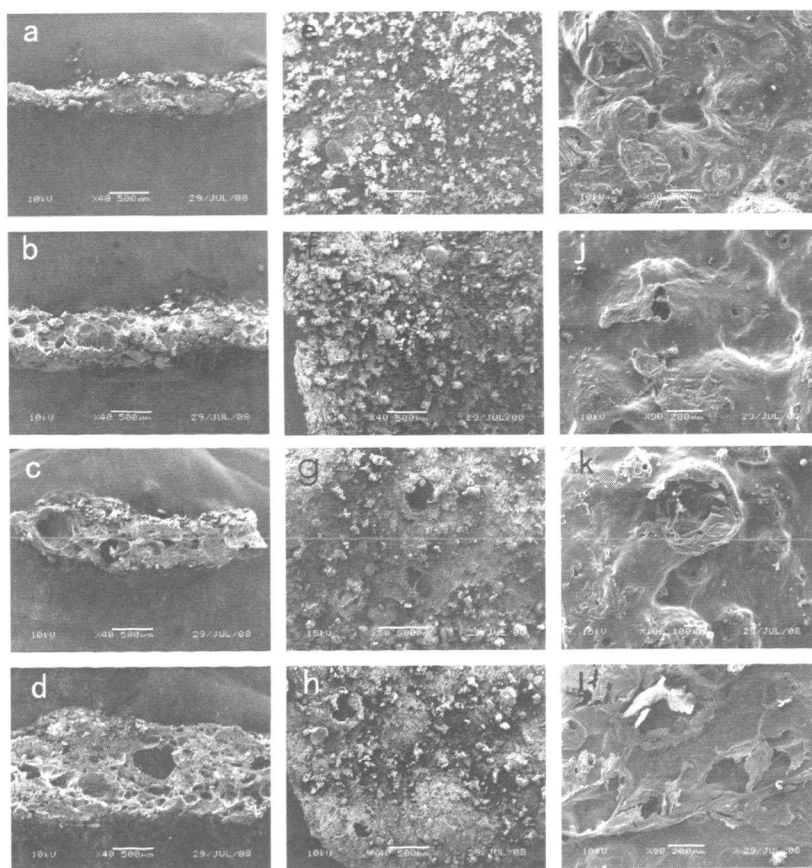
图 3-e~图 3-h 显示鳞片表面。没有添加泡打粉的鳞片表面比较平坦,当添加 0.2%的泡打粉时,表面开始出现突起,当添加量达到 0.5%时(图 3-g),表面出现破损的孔洞,可能是由于泡打粉受热时产生的急速气流,破坏了表面的覆盖物。含量达到 1%是破损空洞明显增多(图 3-h)。

图 3-i~图 3-l 显示的是非鳞片的正面。在没有添加泡打粉时(图 3-i),表面就有孔洞,这与 Naruenartwongsakul 等人的研究结果一致<sup>[4]</sup>。随着泡



a 为 40 倍下鳞片表皮, b 为 55 倍下鳞片表面和部分截面, c 为 200 倍下非鳞片的表面, d 为 40 倍下非鳞片表面。(箭头所指为变形的淀粉颗粒)

图 2 油炸后面拖微观结构观察 SEM 图片



从 a~d 为鳞片截面, 泡打粉添加量依次为 0%, 0.2%, 0.5%, 1.0%; 从 e~h 为鳞片表面, 泡打粉添加量依次为 0%, 0.2%, 0.5%, 1.0%; 从 i~l 为非鳞片外表面, 泡打粉添加量依次为 0%, 0.2%, 0.5%, 1.0% (占混合粉的质量百分数)。

图 3 油炸后面拖微观结构观察 SEM 图片

打粉添加量增加,表面的空洞直径变大,0.2%的添加量(图3-j),可以看到气孔刚好破损时,覆盖层被气体冲起的情况,当泡打粉添加更多时,表皮的气孔的破损度更高,当添加量达到1%时(图3-l),表皮基本上成为片层状结构,主要是由于泡打粉在高温下释放剧烈气流冲击表皮产生的。

### 2.2 对脂肪含量的影响

由图4可以看出,鳞片要比非鳞片的脂肪含量高。这可能是由于鳞片表面有大量的淀粉颗粒,凹凸不平的表面吸附了更多的油脂(如图1-b所示)。同时随着泡打粉的添加量升高,脂肪含量升高,当添加量达到5 mg/g 时脂肪含量达到最高值(鳞片的为40.12%,非鳞片为37.61%),随后脂肪含量降低。这主要是由于泡打粉产生的气体逐渐增多,气孔增加,脂肪进入的空间变大,脂肪含量升高。而当泡打粉添加量继续增加时,在高温下气泡产生剧烈,表皮承受不住气体向外扩散的压力,使表面破裂,不能维持脂肪的停留。使表皮脂肪含量下降。对照试验发现,添加产气后的泡打粉对于脂肪含量没有影响。

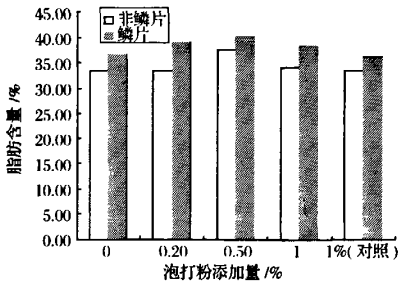


图4 泡打粉的添加对炸鸡块表皮脂肪含量的影响

### 2.3 对脆性的影响

经过感官实验和力学实验比较发现,两者有很好的相关性,峰个数越多,表明产品越脆,当峰个数下降到30个以下时,表皮变得疲软,在感官上无法接受。鉴于仪器测定不受外界环境干扰的优点,本实验以峰值个数表示产品的脆性为主,感官评定为辅。

由图5可以看出,随着时间的延长,脆性不断失去。脆性的失去有2个原因:(1)是鸡肉的水分迁移到表皮,使表皮失脆;(2)是环境的水分活度大于表皮的水分活度,表皮吸收环境的水分,失去脆性<sup>[6]</sup>。非鳞片的炸鸡块初始脆性不如鳞片型炸鸡块,可能是由于向外延伸的鳞片被压碎是产生更多的破碎事件,因此表现在口感上更脆<sup>[7]</sup>。非鳞片的脆性失去非常迅速,在炸制后30 min,脆性基本上失去一半。这可能是由于非鳞片部分的表面空洞比较多,而且大,因此

水分的迁移和传递比较快。同时非鳞片的涂层紧靠着湿度大的鸡肉表面,更容易吸收水分,而鳞片部分需要通过曲折的通道进行传递,因此脆性保持时间久。气孔的大小和形态对于非鳞片表皮脆性的保持影响不大。图5中可以看到,0.5%的脆性最长,而其他的鳞片脆性在2 h后表现不一致,在24 h之前基本上延续下降的趋势。48 h比24 h的脆性要高,主要是由于内芯的鸡肉水分散失较多后,从鸡肉向表皮的水分迁移速度不及表皮在环境(40℃,相对湿度53%)中的散失造成的。

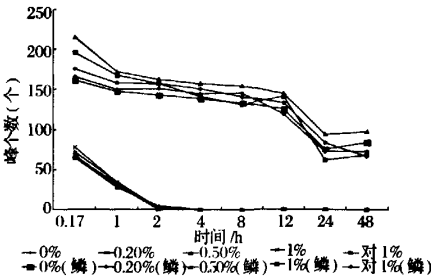


图5 泡打粉的添加对炸鸡块表皮脆性的影响

### 3 结 论

泡打粉对于炸鸡块表皮的微结构影响很大,随着泡打粉添加量的增大,表皮中气孔的数量增加,孔隙直径变大,当添加量达到0.5%时,表皮表面的空洞破损率升高,当添加量达到1%时,表皮不能承受气流的冲击,表皮的膜结构破坏。同时随着泡打粉的添加量增大,由于气孔的增多,脂肪含量升高,当添加量到1%时,部分孔隙结构破坏,脂肪含量下降。由于淀粉颗粒的吸附,鳞片的表皮脂肪含量大于非鳞片的表皮脂肪含量。鳞片状表皮比非鳞片装表皮脆性维持时间长。同时通过实验看出,泡打粉产气后的化学成分对于脂肪含量以及脆性的影响不大,脂肪含量和脆性主要受到泡打粉产生的孔隙结构的影响。

### 参 考 文 献

- 1 Suzana Rimac-Brni, Vesna Lelas, Desanka Rade, et al. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying[J]. Journal of Food Engineering, 2004, 64(2): 237~241
- 2 Chen Chienli, Li Pinyi, Hu Wenhung, et al. Using HPMC to improve crust crispness in microwave-reheated battered mackerel nuggets; Water barrier effect of HPMC [J]. Food Hydrocolloids, 2008, 22(7), : 1 337~1 344
- 3 Paula Varela, Ana Salvador, Susana M. Fiszma Methodo-

- logical developments in crispness assessment; effects of cooking method on the crispness of crusted foods[J]. LWT - Food Science and Technology, 2008, 41(7): 1 252 ~1 259
- 4 Naruenartwongsakul S, Chinnan M S, Bhumiratana S, et al. Effect of cellulose ethers on the microstructure of fried wheat flour-based batters[J]. LWT - Food Science and Technology, 2008,41(1): 109~118
  - 5 José Miguel Aguilera, Laura Cadoche, Carlos López, et al. Microstructural changes of potato cells and starch granules heated in oil[J]. Food Research International, 2001, 34(10):939~947.
  - 6 Salvador T Sanz, Fiszman S M Performance of methyl cellulose in coating batters for fried products[J]. Food Hydrocolloids, 2008, 22(6) : 1 062~1 067
  - 7 Roudaut G, Dacremont C, Vallès Pàmies B, et al. Crispness; a critical review on sensory and material science approaches[J]. Trends in Food Science & Technology, 2002,13(6~7): 217~227

## The Effect of Baking Powder on the Microstructure, Content of Fat and Brittleness of Fried Batter-coated Chicken Nugget

Sui Mingjun, Rui Hanming

(College of Light Industry and Food Science, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**ABSTRACT** The effect of baking powder on the microstructure, content of fat and brittleness of fried batter-coated chicken nuggets was studied. The results showed that within the range of 0%~0.5%, the increase in the amount of baking powder increased the number and diameter of the pores on the outer surface and the cross-section of the fried coating. The content of fat and the initial brittleness also increased. The brittleness retained even under the conditions of 40°C and relative humidity 53%. When the level of baking powder was up to 1%, the membrane structure of outer surface collapsed and the fat of the fried coating decreased.

**Key words** baking powder, microstructure, the content of fat, brittleness

行业动态

### 生物降解塑料 2010 年产能达 25 万 t

技术成熟度和成本是当前生物降解塑料企业面临的 2 座堡垒,能否攻克关系到整个行业的未来。近年来我国生物降解塑料已经有了明确的与国际接轨的定义和相应的标准、测试方法,国家中长期发展规划纲要和“十一五”科技发展规划中,都将发展生物降解塑料产业作为重要内容之一。与此同时,我国生物降解塑料的研发和生产均得到了发展,尤其是可再生材料基的生物降解塑料的发展更是取得了长足进步。2003 年,我国生物降解材料的用量约 1.5 万 t,其中不添加淀粉的生物降解聚合物约 1 000t。2007 年我国实际生产约 3 万 t,预计 2010 年产能将达到 25 万 t 左右。

受金融风暴影响,国内塑料废品收购陷入困境,目前许多废品收购站都已关门。可降解塑料的作用更加凸显,但这个行业的比例显然还无法与不可降解塑料同日而语,翁云宣认为,其中的主要原因是,企业偏重于材料研发,而将之转化为制品的能力不足。

近年来我国相关科研部门一直致力于生物降解塑料的研发及应用,和研发企业组成的“生物基”军团已成为全球重要的研发团队。例如,武汉华丽环保科技有限公司研发的可塑淀粉生物降解材料,是中国目前唯一通过欧盟 EN13432 标准检测和认证的生物降解材料,其降解性能、使用性能、卫生指标居国际领先水平;宁波天安生物材料有限公司不仅在国际市场争得一席之地,而且成为世界上最大的聚羟基脂肪酸酯类原材料生产厂商;浙江海正生物材料有限公司以年产 5 000t 聚乳酸的生产能力,稳居工业化生产聚乳酸厂商世界第二;内蒙古蒙西集团公司与中科院长春应用化学研究所合作,利用水泥生产过程中产生的 CO<sub>2</sub>,生产 CO<sub>2</sub> 基全降解塑料,并建成世界第一条连续、全封闭的年产 3 000tCO<sub>2</sub> 基全降解塑料中试生产线,所产塑料透明、可生物降解,焚烧过程只产生 CO<sub>2</sub> 和水。

要克服技术成熟度不高的弊端,企业一方面可以根据材料特性开发独特应用领域,比如医用材料、农业地膜;另一方面应在改进降解塑料各方面性能上有所作为,比如其耐热、耐水和机械强度等性能,以求得生物降解塑料业向更高档次发展。此外,成本也是降解塑料产业必须克服的瓶颈。