

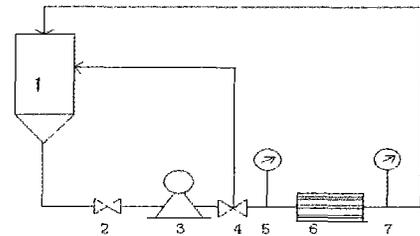
# 无机膜过滤食品煎炸用油的研究

(中国农业大学, 北京 100083) 刘勤生 王 群

**摘要:**以不锈钢膜为过滤介质对食品煎炸用油进行过滤,对过滤效率进行了研究。在膜过滤时,压力差、温度、滤饼厚度等是影响膜通透性的关键因素,分别作出各个因素对流速的影响关系曲线来分析它们对过滤效率的影响,其中温度、压力与过滤速度有较好的正相关关系。滤饼在最初形成时对流速的影响较大,当达到一定的厚度时,流速基本稳定。

**关键词:**膜,过滤,煎炸油

中图分类号: TS221 文献标识码: A  
文章编号: 1002-0306(2005)02-0151-03



1 贮油罐 2 阀门 3 高压泵 4 分流阀  
5 压力表 6 膜组件 7 流量计

图1 不锈钢膜过滤装置

膜分离技术已成为解决当代人类面临的能源、资源、环境等重大问题的重要新技术,它在食品工业方面的应用也越来越广泛。虽然膜技术在食品工业中有多个方面的应用,但被过滤介质主要是水,而对于膜过滤油脂特别是动态过滤温度很高的食品煎炸用油研究很少。油脂在煎炸食品过程中,悬浮在油脂中的炭化残渣,特别是细小的面粉、淀粉颗粒成为了油脂氧化反应和水解反应的催化剂,是使油脂质量下降的一个主要因素。能够将这一部分物质及时滤出,防止其由于反复加热造成的催化作用,可以有效地提高油脂的营养和卫生指标并延长油脂的使用时间。以不锈钢烧结膜为过滤介质,对食用油进行动态过滤,可以将非常细小的物质,如面粉颗粒等截留滤出,从而使油脂得到净化,提高油炸食品的质量,延长油脂的使用时间<sup>[1]</sup>。本文主要研究的是温度、压力、滤饼等因素对金属膜过滤效率的影响。

## 1 材料与设备

### 1.1 材料与设备

大豆色拉油。

不锈钢膜过滤装置 如图 1;722 型分光光度计。

### 1.2 实验方法

收稿日期: 2004-06-24

作者简介: 刘勤生(1953-),男,在读博士,天津商学院食品科学与工程系副教授,研究方向:食品科学与工程。

基金项目: 天津市高校科技发展基金资助项目(01-20709)。

1.2.1 膜过滤效果的检验 模拟实际生产时煎炸油中面粉等细微颗粒的残留浓度,将油与面粉以 100:1 的比例混合,然后加热到 150℃恒温 60min,在固定的压力和温度下,用膜进行过滤,再对过滤前后的油脂用 722 型分光光度计测定其透光率,然后通过标准曲线得出油脂中面粉的残留量,并计算出过滤效果。

1.2.2 压力对膜过滤速率的影响 在固定的温度下,用膜对油进行过滤,利用压力控制阀改变膜两侧的压力,在不同的压力下测定不同的流速来绘制关系曲线。

1.2.3 温度的影响 在固定的压力下,用膜进行过滤,通过对油进行加热,在不同温度下,测量油脂通过膜的流速,研究温度与流速的关系。

1.2.4 油脂中残渣对过滤速率的影响 根据方便面等油炸食品加工时油脂中残渣的浓度,首先在油中加入面粉,配制成 150:1 的浓度,将该油加热到 150℃恒温 90min,然后用膜对该油进行过滤,测出其流速变化情况。

## 2 结果与讨论

### 2.1 膜过滤效果的检验

膜过滤效果用脱除率或截留率  $\eta$  表示或用表观分离率  $\eta_E$  表示。

$$\eta = \left(1 - \frac{C_p}{C_w}\right) \times 100\% \quad \eta_E = \left(1 - \frac{C_p}{C_w}\right) \times 100\%$$

式中的  $C_E$ 、 $C_w$ 、 $C_p$  分别为被分离的主体溶液浓度、在高压侧膜与溶液的界面浓度和膜的透过液

浓度。

表1 油的透光率及浓度

条件	对照	初始浓度	膜低浓侧	膜高浓侧
透光率(%)	98.3	16.4	87.9	2.8
面粉含量	1/2377	1/100	1/1800	1/16.35

表1是油的透光率及根据标准曲线得出的面粉在油脂中的浓度,根据表1的数据分别进行以下计算( $C_r=1/1800$ 、 $C_w=1/16.35$ 、 $C_e=1/100$ ):

$$\text{分离效率 } \eta = (1 - 16.35/1800) \times 100\% = 99.09\%$$

$$\text{表观分离率 } \eta_e = (1 - 100/1800) \times 100\% = 94.44\%$$

由分离效率和表观分离率可以看出,金属膜对食品煎炸用油的过滤有较好的效果,特别是对非常细小的颗粒,也可以截留滤出。

## 2.2 压力对膜过滤速率的影响

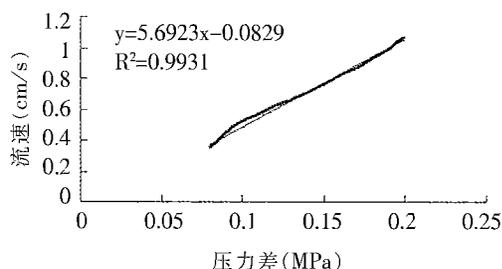


图2 压力对膜过滤速率的影响

图2是在室温下测得的压力对膜过滤速率的影响。实验表明,膜两侧的压力差对流速有较大的影响,它直接提供了膜过滤的动力。由图2看出,该曲线比较陡,斜率大,也就是说随着膜两侧的压力差增加,油的流速明显加快,并且基本上呈线性关系,回归分析结果为  $Y=5.6923X-0.0829$ ,  $R^2=0.9931$ 。在室温下,当膜两侧的压力差达到0.2MPa时,流速大约可以达到1.07cm/s。因为本实验只对纯油进行抽滤,油中并没有可以影响流速的其他物质,流速随时间的增长基本上是匀速不变的。

## 2.3 温度对膜过滤速率的影响

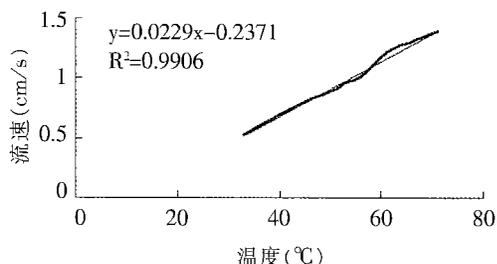


图3 温度对膜过滤速率的影响

除压力条件外,温度也是影响膜过滤效率的一个关键因素。图3是恒压条件下流速与温度的变化关系曲线。测定条件为膜两侧压力差0.1MPa,在此恒定的压力下,随着温度的变化流速也随之变化。对实验数据进行回归分析后得到直线方程  $Y=0.0229X-$

0.2371,该回归曲线的  $R^2=0.9906$ ,说明其具有较好的线性关系。在恒定的压差时,流速随着温度的升高而升高,这是由于温度升高导致油脂流体的粘度降低引起的。由于油脂的黏度很高,所以在通过金属膜的微细孔道时阻力很大,但油脂的黏度随着温度的升高下降得很快,在实际生产中若采用动态过滤的方式,则油脂的温度都在130℃以上,按照实验得到的直线方程来推算,这时对油脂进行过滤,其流速可以达到2.74cm/s以上。

## 2.4 滤饼厚度对流速的影响

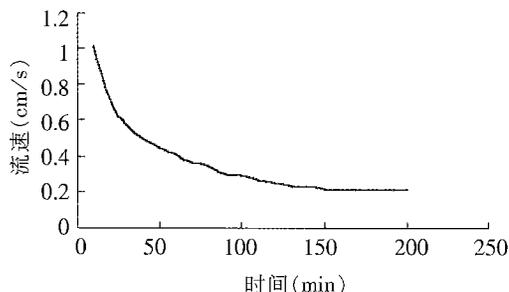


图4 滤饼厚度对流速的影响

在膜过滤过程中,油脂中的悬浮颗粒会被截留在膜的表面,从而形成滤饼,这对滤除微小颗粒是有帮助的,它可以起到饼层过滤的作用,提高过滤效果。但滤饼的形成也会影响过滤速度,使过滤不能正常进行。图4是在室温下,膜两侧压力0.2MPa时测定的结果。图4说明,在温度和压力固定的情况下,金属膜表面的滤饼厚度会对过滤速率产生较大的影响,特别是在滤饼形成的最初阶段,随着滤饼厚度的增加,流速下降较快,这是因为被过滤的油脂中微小的滤渣颗粒在孔道上及孔道中发生“架桥”或堵塞现象,使得过滤通道变窄,过滤阻力增加所致。随着滤饼厚度的增加,流速的降低逐渐变缓,当达到0.21cm/s时,流速基本稳定。由此可见,影响膜过滤速率的主要因素是由于滤渣颗粒在膜内部发生“架桥”或堵塞现象引起的,而膜表面形成的滤饼对过滤的速率会产生一定的影响,但当滤饼达到一定的厚度时,过滤速率随滤饼厚度的增加而产生的变化并不明显。在实际生产过程中,油脂通过膜的通量的高低是其能否适应大规模生产需要的关键因素,因此,生产中要根据实际需要调节到比较适宜的压力差,使流量满足生产的需要。

## 3 结论

金属膜动态过滤食品煎炸油属于微滤,其过滤的颗粒一般大于0.1μm。实验表明,对于马铃薯片、方便面、锅巴、麻花以及一些糕点等以粮食为对象的油炸食品加工,金属膜动态过滤食品煎炸油具有较好的效果和较高的效率。因为过滤温度比较高,所以在膜两侧压力差比较小的情况下就可以取得理想的分离效果。对于以植物种子,例如大豆、菜籽、花生、

(下转第155页)

表3 方差分析-美拉德反应条件对霉干菜氨基酸含量的影响

方差来源	偏差平方和	自由度	平均偏差平方和	F 值	显著性
葡萄糖添加量(A)	0.0571	2	0.0286	95.2	**
干菜含水率(B)	0.0030	2	0.0015	5.0	
蒸煮时间(C)	0.0006	2	0.0003	1.0	
误差(e)	0.0003				

查表得  $F_{0.1}(2,2)=9.00, F_{0.05}(2,2)=19.00, F_{0.01}(2,2)=99.00$

表4 最佳工艺参数分析表

分析指标	A 葡萄糖添加量(%)	B 干菜含水率(%)	C 蒸煮时间(min)	优水平	影响效果大小
氨基酸含量	3	5	5	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	A>B>C
色泽(b/a)	3	5	7	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	B>A>C
风味评分	3	10	5	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	A>B>C

优方案均为 A<sub>1</sub>, 所以最佳工艺参数中葡萄糖添加量确定为 3%(即 A<sub>1</sub>); 蒸煮前干菜含水率是影响色泽的最主要因素, 它的优方案为 B<sub>1</sub>, 对氨基酸和风味的影响分析差异不显著, 其对结果影响不是很大, 所以最佳工艺参数中干菜含水率控制在 5%; 同样得出蒸煮时间的最佳工艺参数为 5min(即 C<sub>2</sub>)。

综合上述分析, 霉干菜美拉德反应最佳工艺条件为: 添加 3.0% 的葡萄糖, 控制原料水分含量 5%, 蒸汽蒸煮 5min。

### 3 结论

3.1 在霉干菜热风干燥过程中, 当温度在 35~55℃ 范围内, 随着温度的升高, 氨基酸含量呈上升趋势, 但当温度达到 65℃ 时, 霉干菜氨基酸含量却有所降低。霉干菜干燥温度最佳工艺条件为 55℃。

3.2 添加葡萄糖并加热蒸煮干菜可促进美拉德反应, 促进霉干菜色泽和风味物质的形成, 产生较多的香味成分。L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 正交试验表明, 促进霉干菜美拉德反应的最佳工艺条件为添加 3.0% 的葡萄糖, 干菜水分含量 5%, 蒸汽蒸煮 5min。

### 参考文献:

- [1] 何丽华, 楼乐平, 孔令东, 等. 霉干菜卫生状况调查[J]. 中国公共卫生, 2002, 18(4): 438.
- [2] 宁正祥编著. 食品成分分析手册(第一版)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.
- [3] 朱红编著. 食品感官分析入门[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
- [4] 赵晋府. 食品工艺学(第二版)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.
- [5] 蔡妙颜, 肖凯军, 袁向华. 美拉德反应与食品工业[J]. 食品工业科技, 2003(7): 90-93.
- [6] 丁耐克编著. 食品风味化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996.
- [7] Waller C R, et al. The Maillard Reaction in Foods and Nutrition[M]. ACS Symps Ser 215 Washington, DC, 1983.
- [8] Fujimaki, M. et al. Amino-carbonyl Reactions in Foods and Biological Systems, Developments in Food Science. Elsevier, Amsterdam, 1986.

(上接第 152 页)

葵花籽等为原料进行植物油的加工中, 使用无机膜进行净化处理也可以取得非常好的效果, 不同的是油脂生产中的净化一般是在较低的温度条件下进行, 这时油的黏度较高, 过滤阻力大, 为满足生产所需要的流量, 应提供比较大的压力差。金属膜与传统的有机膜材料相比具有非常高的强度, 能够承受较高的温度和压力。金属膜分离技术的优点是可在高温和高压下操作; 耐腐蚀, 使用寿命长; 不受机械振动的影响, 不破裂; 装卸简单, 易清洗; 特别是对于油脂这类特殊的流体进行过滤净化, 具有很好的适用性。由于金属膜有着这些特点, 所以它在食品工业方面的应用有着广阔的前景, 并将对我国食品工业的技术改造及生产方式起着重要的影响。

### 参考文献:

- [1] 刘勤生, 等. 金属膜过滤食品煎炸用油效果的研究[J]. 食品与机械, 2003(2).
- [2] 袁惠新, 等. 分离工程[M]. 中国石化出版社, 2002, 1.
- [3] 汪勇, 等. 膜分离技术在油脂工业中的应用[J]. 粮食与油脂, 2001(10): 2~5.
- [4] 胡成杰. 微孔滤膜(MF)在使用中应注意的若干问题[J]. 过滤与分离, 1999(4): 33~36.
- [5] 马成良. 我国超滤、微滤技术发展浅析[J]. 膜科学与技术, 1998, 18(5): 58~60.
- [6] 刘广立, 等. 无机微滤膜过滤阻力的研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2002, 3(1): 15~18.
- [7] 宋显洪. 高分子精密微孔过滤技术在食用油脂生产上的应用[J]. 中国油脂, 2001, 26(4): 15~16.