

# 淀粉为基质的脂肪替代品的制备

杨玉玲 杨晓荣 刘长鹏

(南京财经大学食品学院,江苏省粮油品质控制重点实验室,南京,210003)

**摘 要** 研究了以玉米为原料制备脂肪替代品的工艺条件,并通过扫描电镜观察了脂肪替代品的表面结构。结果表明,制备脂肪替代品的工艺参数为:浆料质量分数 18%,温度 90℃,时间 12 min,水解酶用量 4.6~6.2 U/g。喷雾干燥条件为浆料质量分数 15%、进风温度 170~185℃、出风温度 90℃。脂肪替代品的粒径范围为 3.3~74.5 μm,平均粒径为 21.4 μm。

**关键词** 脂肪,替代品,淀粉

过多摄入油脂会危害人体健康,增加癌症的发病率,与肥胖病、心血管疾病、糖尿病和胆囊疾病等密切相关<sup>[1]</sup>。因此许多国家对脂肪的摄入量十分关注。发达国家已广泛使用脂肪替代品替代食品配方中的部分脂肪。在国外市场上销售的脂肪替代品分为合成物质类替代品、蛋白质类替代品、碳水化合物类替代品和混合类替代品。碳水化合物类替代品又分为亲水胶体、多聚葡萄糖、转化糖、膳食纤维和淀粉为基质的脂肪替代品等。其中淀粉为基质的脂肪替代品由于其原料价格低廉、产品性能好而受到广泛关注并得到飞速发展。目前,世界上有近 40 种淀粉为基质的脂肪替代品出售<sup>[2]</sup>。淀粉为基质的脂肪替代品又分为修饰或改性的淀粉和低 DE 值麦芽糊精 2 大类。

我国自改革开放以来人们的生活水平不断提高,脂肪摄入量也不断增加(见表 1)。

表 1 我国人口脂肪摄入量<sup>[3]</sup>

	食品中脂肪提供能量≥30%	
	1989	1997
城 市	19.8	60.1
农 村	12.1	29.5
低收入	9.3	21.4
中等收入	16.2	35.5
高收入	18.5	54.6
综 合	14.7	38.5

注:表 1 中数据单位为占人口的百分数。

从表 1 可见,占我国人口 38.5% 的人摄入的脂肪过多,脂肪提供的能量等于或超过食物提供能量的 30%。1997 年我国学龄前儿童超重及肥胖的患病率达到 15.3%,学龄儿童青少年为 8.4%,成年人高达 20.7%。以癌症、心脑血管疾病、糖尿病等为主的慢性疾病引起的死亡已占中国人总死亡率的 70%,而

这些慢性病大多与脂肪摄入量过多有关。但我国尚未有脂肪替代品商品问世,有关脂肪替代品的研究报道也不多。因此在我国开发与研究脂肪替代品具有现实意义。本文以玉米淀粉为原料制备淀粉为基质的脂肪替代品,重点研究其制备的工艺条件。

## 1 试验材料

### 1.1 材 料

玉米淀粉,市售;耐高温 α-淀粉酶,无锡杰能科生物技术有限公司;HCl,NaOH 等均为分析纯。

### 1.2 设 备

Pyris1 型差示扫描量热仪,PE 公司;QZ-5 型高速喷雾干燥机,锡山林洲干燥机厂;XL-30W/Inca 型扫描电子显微镜,Philips 公司。

## 2 试验方法

### 2.1 DE 值的测定<sup>[4]</sup>

### 2.2 糊化温度与糊化热测定<sup>[4]</sup>

### 2.3 制备工艺

淀粉 200g→调浆(质量分数 18%)→调 pH 6.0~6.5→加 α-淀粉酶→糊化→酶水解→灭酶(pH<2.2,30 min)→离心(3 000 r/min、20 min)→喷雾干燥→脂肪替代品。

### 2.4 脂肪替代品形貌观察

将样品撒在贴有双面胶的 SEM 的样品台上,用吸耳球轻吹使样品单层铺于样品台的表面,喷金后观察,加速电压 20 kV。

## 3 结果与讨论

### 3.1 制备工艺条件的确定

#### 3.1.1 糊化工艺

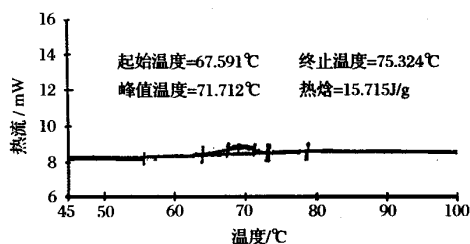
糊化是制备麦芽糊精类脂肪替代品必不可少的

第一作者:博士,副教授。

收稿时间:2004-11-12,改回时间:2005-01-18

步骤。淀粉充分糊化后才能被酶均匀水解。影响淀粉糊化的因素很多,其中最重要的因素为淀粉体系中水分含量和糊化温度<sup>[5,6]</sup>。而当淀粉体系中水分含量达到或超过 70% 时。温度是影响淀粉糊化的最重要因素。

利用差示扫描量热仪测定原料玉米淀粉的糊化温度和糊化热,结果如图 1 所示。



(淀粉:水质量比=1:2,升温速率为 10℃/min)

图 1 玉米淀粉差热分析曲线

从图 1 中可见,玉米淀粉糊化的起始温度为 67.6℃,峰值温度为 71.7℃,终止温度为 75.3℃,糊化热为 15.7 J/g。因此使淀粉糊化完全的最低温度应超过 76℃。考虑到制备脂肪替代品时淀粉用量远大于糊化温度测定时的用量,为提高淀粉糊化速度,本试验选择在 90℃ 温度下糊化淀粉。通过试验发现,玉米淀粉糊化的工艺条件为糊化温度 90℃、糊化时间 12 min。

### 3.1.2 酶水解

酶水解是制备脂肪替代品的关键步骤,只有将麦芽糊精的 DE 值控制在 2~4 之间,麦芽糊精才具备形成凝胶的特性,才能称之为脂肪替代品。

本文选择影响淀粉酶水解的三因素——酶用量、酶解时间和酶解温度,每个因素取三水平,以产品的 DE 值作指标进行正交试验,结果见表 2。

表 2 酶水解条件与产品 DE 值的关系

试验号	酶用量/ $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ $X_1$	水解温度/℃ $X_2$	水解时间/min $X_3$	DE
1	4.62	100	8	1.81
2	4.62	90	24	2.62
3	4.62	80	30	2.95
4	6.17	100	30	4.26
5	6.17	90	8	3.21
6	6.17	80	24	3.85
7	9.25	100	24	5.83
8	9.25	90	30	8.18
9	9.25	80	8	3.36

用 SAS 软件对表 2 中结果进行方差分析(见表 3)和回归分析。

表 3 三因素对产品 DE 值影响的方差分析

因素	自由度	平方和	均方和	F 比率	显著性 (Prob>F)
酶用量( $x_1$ )	2	16.880 7	8.440 3	7.81	0.113 5
温度( $x_2$ )	2	2.478 02	1.239 0	1.15	0.4658
时间( $x_3$ )	2	8.228 29	4.114 1	3.81	0.208

从表 3 可见,用高温  $\alpha$ -淀粉酶水解淀粉时,影响产品 DE 值的主要因素排列次序为酶用量>酶解时间>酶解温度。

DE 值与酶解条件的回归方程为:

$$\text{DE} = -38.245\,381 + 0.363\,020X_1 + 0.928\,513X_2 - 0.318\,913X_3 - 0.045\,665X_1^2 + 0.002\,296X_2X_1 - 0.005\,370X_2^2 + 0.037\,883X_3X_1 + 0.004\,495X_3^2$$

取最佳酶解温度 90℃ 时,DE 值与酶水解条件之间的关系见图 2。

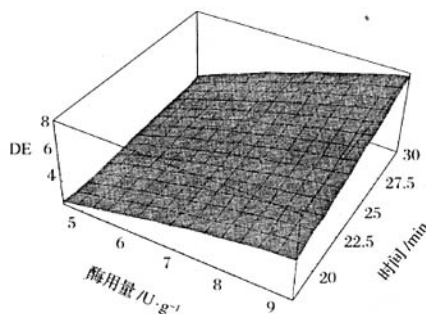


图 2 酶用量和酶反应时间对产品 DE 值的影响

从图 2 可见,产品 DE 值随酶用量增加和反应时间延长而升高。酶用量对 DE 值的影响大于酶水解时间的影响。使酶用量在 4.6~6.2 U/g 之间,调节酶水解时间可以控制产品的 DE 值在 2~4 之间。如酶用量为 4.6 U/g 时,在 90℃ 下水解 24 min,脂肪替代品 DE 值为 2.6。酶用量为 6.2 U/g 时,在 90℃ 下水解 8 min,脂肪替代品 DE 值为 3.2。

### 3.1.3 喷雾干燥

干燥也是脂肪替代品制造工艺的重要环节,它直接影响产品性能质量,如影响产品的颗粒大小、形态、流动性、溶解性等。干燥一般分为热风干燥,冷冻干燥和喷雾干燥。喷雾干燥是制备麦芽糊精粉的常用方法,它具有干燥速度快、产品流动性/分散性好和卫生质量好、操作方便等优点。

喷雾干燥的出风温度影响脂肪替代品的干燥效果,因此以脂肪替代品含水量为指标对出风温度进行试验,分别在脂肪替代品浓度为 15%、进风温度为

170~185℃的条件下,选择出风温度分别为75、85和95℃的条件进行喷雾干燥,结果见表4。

表4 出风温度与脂肪替代品的水分含量之间的关系

出风温度/℃	水分含量/%
75	6.95±0.4
85	5.11±0.3
95	4.35±0.3

从表4可见,脂肪替代品的水分含量与喷雾干燥的出风温度有关。出风温度高,产品的水分含量低。要使脂肪替代品的水分含量达到5%以下,出风温度应为90℃。因此喷雾干燥工艺为:浆料质量分数15%、进风温度170~185℃和出风温度90℃。

### 3.2 脂肪替代品的形貌观察

淀粉为基质的脂肪替代品为白色粉末,无异味。

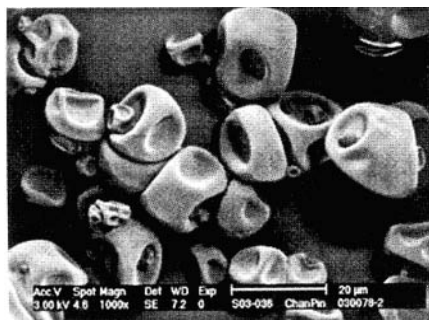


图3 脂肪替代品颗粒的表面结构

通过扫描电镜(见图3)观察发现,脂肪替代品的粒度大小分布不一,颗粒表面有许多(凹)凸面,随机取100粒进行测量得出脂肪替代品的粒径范围为3.3~74.5 μm,平均粒径为21.4 μm。

## 4 结 论

(1)采用差示扫描量热仪测定了玉米淀粉糊化的糊化温度为71.7℃,糊化热为15.7 J/g。

(2)糊化的工艺条件为糊化温度90℃、糊化时间12 min。酶水解条件为酶用量在4.6~6.2 U/g之间,调节酶水解时间可以控制产品的DE值在2~4之间。其适宜的条件之一为酶用量4.6 U/g、温度90℃、水解24 min。其适宜的条件之二为酶用量为6.2 U/g、温度90℃和水解时间8 min。喷雾干燥工艺为浆料质量分数15%、进风温度170~185℃和出风温度90℃。

(3)通过扫描电镜观察发现脂肪替代品的粒度大小分布不一,脂肪替代品的粒径范围为3.3~74.5 μm,平均粒径为21.4 μm。

## 参 考 文 献

- Orthoefer F T, McCaskill D R. Rice based fat replacers[J]. Food Tech Europe, 1995, 2(3):36,38,40
- Richard J A. Fat Replacers based on starch[J]. Cereal Foods World, 1995,40(5):366
- 中华人民共和国科学技术部在中间中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, www.infh.ac.cn
- 杨玉玲,许时婴. 糯米为基质的脂肪替代品——糊化工艺研究[J]. 中国粮油学报, 2002,6: 48~51
- Slade Levine H. Beyond water activity: recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety[J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 1991,30:424~426
- Zanoni Bschivaldi A, Simonetta R. A native model of starch gelatinization Kinetics[J]. J Food Eng, 1995,24:25~33

## Preparation of Starch Based Fat Substitutes

Yang Yuling Yang Xiaorong Liu Changpeng

(Food School, Nanjing University of Finance & Economics, Nanjing, 210003, China)

**ABSTRACT** Processing conditions of fat substitutes prepared from corn starch were studied. The surface structure of the fat substitute was observed by SEM. The results showed that the processing parameters were as follows: starch syrup 18% (w/w), genlatinization condition (90℃, 12 min), hydrolysis condition (4.6~6.2 U/g starch, 90℃), and spray drying (syrup 15% (w/w), temperature of inlet wind 170~185℃, and temperature of outlet wind 90℃). The size of the fat substitute particles was between 3.3~66 μm. The average size was 20.4 μm.

**Key words** fat, substitute, starch