

# 硬脂酸玉米淀粉酯的合成工艺及性质研究

张燕萍, 史巧玲

(江南大学 食品科学与安全教育部重点实验室 江苏 无锡 214036)

**摘要:**本文以玉米淀粉为原料,硬脂酸为酯化剂,在微波条件下合成了硬脂酸玉米淀粉酯,着重研究了硬脂酸玉米淀粉酯的性质,如粘度、透明度、抗凝沉性和乳化性。结果表明:经过硬脂酸酯化后的淀粉大大改进了原淀粉的性能,粘度较低、透明度较高、抗凝沉性好并具有一定的乳化性。

**关键词:**微波;硬脂酸玉米淀粉酯;粘度;凝沉性;乳化性

## Study on Synthesis Technology and Properties of Corn Stearate Starch

ZHANG Yan-ping, SHI Qiao-ling

(Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

**Abstract:** Stearate starch was prepared from corn starch by esterification with stearic acid with microwave irradiation and the properties of stearate starch were also investigated. The results showed that compared to the native starch, the viscosity of the paste of stearate starch is very low, the transparency very higher and the contra-retrogradation better, while the emulsifying stability increases.

**Key words:** microwave; stearate corn starch; viscosity; retrogradation; emulsifying stability

中图分类号: TS235.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)01-0115-03

微波是频率约在 300MHz ~ 300GHz 之间的电磁波,由于微波具有加热效率高、均匀性好、穿透能力强、选择性好等优点,已经作为一种新型的能源广泛应用食品、化学工业中。

硬脂酸淀粉酯是一种长链脂肪酸淀粉酯,是由淀粉及其衍生物与硬脂酸、硬脂酸甲酯、硬脂酸酐或硬脂酸酐反应得到的酯化产品。由于疏水性有机碳链的引入,淀粉的疏水性增加,使之具备了亲水和亲油的双亲性质,具有乳化性,可用在食品、医药、材料、日用化学品等领域<sup>[1]</sup>。有关有机溶剂法制备硬脂酸淀粉酯,国外已有不少报道,只有 Saiyavit Varavinit<sup>[2]</sup>等用干法合成了西米和木薯硬脂酸淀粉酯。

本实验在微波条件下以硬脂酸和玉米淀粉为原料,实验过程中加入催化剂,合成了一种低粘度的复合变性淀粉,并对这种复合变性淀粉性质进行了研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

玉米淀粉 山东诸城兴贸玉米开发有限公司; 721 型分光光度计 上海第三分析仪器厂; NDJ-79 型旋转粘

度计 同济大学机械厂; 80321 型 Brabender MICRO VISCOS-AMYL0-GRAPH 德国 Brabender 公司。

### 1.2 硬脂酸玉米淀粉酯的制备

称取一定量的硬脂酸溶于易挥发的有机溶剂中,再加入一定量的催化剂,缓慢加入 100g 淀粉(干基)并不断搅拌得到混合均匀的浆体。然后置于微波中反应,采用间歇加热方式并快速搅拌。反应后室温下冷却,粉碎,存放于密闭样品袋中。

### 1.3 硬脂酸玉米淀粉酯性质的测定

#### 1.3.1 取代度的测定<sup>[2]</sup>

精确称取纯净干燥的样品 4g 于 250ml 碘量瓶中,加入 50ml 去离子水,再加入 20ml 0.25mol/L 的 NaOH 溶液,置于摇瓶柜中 110r/min 振荡 50min; 加入两滴酚酞指示剂,用 0.1mol/L 的标准盐酸滴定至粉红色刚好消失,记录消耗的盐酸体积数  $V_1$ ; 同时做空白实验: 精确称取 4g 绝干原淀粉, 20ml 0.25mol/L 的 NaOH 溶液,置于摇瓶柜中 200r/min 振荡 50min; 加入两滴酚酞指示剂,用 0.1mol/L 的标准盐酸滴定至粉红色刚好消失,记录消耗的盐酸体积数  $V_0$ 。

根据下面公式计算取代度(DS)和反应效率(EF)。

收稿日期: 2005-11-28

作者简介: 张燕萍(1964-), 女, 副教授, 硕士, 主要从事碳水化合物及淀粉深加工方面的研究。

$$DS = \frac{162C(V_0 - V_1)}{1000W - 267(V_0 - V_1)C} \quad (1)$$

式中,  $V_0$  为滴定空白用去的标准盐酸的体积, ml;  $V_1$  为滴定样品用去的标准盐酸的体积, ml;  $C$  为标准盐酸的摩尔浓度, mol/L;  $W$  为样品的质量, g; 162 为脱水葡萄糖(AGU)单元的摩尔分子量; 267 为硬脂酸基  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}^-$  的摩尔分子量。

$$EF = \frac{\text{实际取代度}}{\text{理论取代度}} \times 100\% \quad (2)$$

理论取代度 =  $R \times 162/284.49$

$R$  为硬脂酸质量 / 绝干淀粉质量; 284.49 为硬脂酸的分子量。

### 1.3.2 粘度的测定<sup>[3]</sup>

称取一定质量的样品, 配成质量分数为 15% 的淀粉乳, 在沸水浴中糊化后, 冷却至室温, 25℃ 下用 NDJ-79 型粘度计测定其粘度。

### 1.3.3 透明度的测定<sup>[4]</sup>

称取一定质量的样品, 配成质量分数为 1.0% 的淀粉乳, 在沸水浴中加热糊化, 冷却至室温。以蒸馏水为空白, 用 721 型分光光度计测定其透过度。

### 1.3.4 凝沉性质的测定<sup>[5]</sup>

称取一定质量的样品, 配制 1.0% 质量分数的淀粉乳, 于沸水中加热糊化, 冷却至室温。然后将淀粉糊放入具塞刻度管中, 在 25℃ 静置, 记录静置 24h 后上清液的体积。

### 1.3.5 粘度曲线的测定<sup>[3]</sup>

采用 Brabender 粘度仪, 扭矩为 700cm·g, 转速为 250r/min。准确称取一定量的样品, 加入 100ml 水, 配成质量分数为 15% 的淀粉乳, 充分搅拌后倒入 Brabender 粘度仪的测量容器中。自 30℃ 以 3℃/min 升温到 95℃, 保温 30min; 再以 3℃/min 降温到 50℃, 保温 30min, 得到粘度特性曲线, 粘度单位为 BU。

### 1.3.6 乳化性质的测定<sup>[6]</sup>

准确称取 0.5g 硬脂酸淀粉酯分散于一定量的水中, 加热糊化, 冷却至室温, 于淀粉糊中加入 25ml 大豆色拉油, 均质得到乳状液。将此乳状液转移至 10ml 离心管中, 以 3000r/min 离心约 15min, 记录乳化层高度和液体总高度。然后将样品放置 24h, 以 3000r/min 离心约 15min, 记录乳化层高度和液体总高度。按下式计算乳化能力及乳化稳定性:

$$\text{乳化能力 EA (Emulsion capacity)} = \frac{\text{离心管乳化层高度}}{\text{离心管液体总高度}} \times 100\%$$

$$\text{乳化稳定性 ES (Emulsion stability)} = \frac{\text{离心管中仍保持乳化层的高度}}{\text{离心管液体总高度}} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 硬脂酸玉米淀粉酯的粘度

微波反应过程中高温和酸解都会使淀粉分子糖苷键断裂, 从而导致淀粉分子的聚合度降低, 粘度下降。从表 1 可以看出, 和原玉米淀粉相比, 硬脂酸玉米淀粉酯具有较低的粘度。可用作微胶囊壁材, 满足高浓低粘的要求。

表 1 硬脂酸玉米淀粉酯的糊粘度  
Table 1 Viscosity of stearate corn starch paste

样品	25℃ 下的粘度值 (Pa·s)
玉米淀粉	14.50
硬脂酸玉米淀粉酯	0.135

### 2.2 硬脂酸玉米淀粉酯的透明度

淀粉糊的透光度越高, 其透明度也就越高。从表 2 可以看出, 和普通玉米淀粉相比, 硬脂酸玉米淀粉酯糊的透明度较高。

表 2 硬脂酸玉米淀粉酯的透明度  
Table 2 The transparency of stearate corn starch

样品	透光度 (%)
玉米淀粉	12
硬脂酸玉米淀粉酯	86

### 2.3 硬脂酸玉米淀粉酯的凝沉性

表 3 硬脂酸玉米淀粉酯的抗凝沉性  
Table 3 The anti-retrogradation of stearate corn starch

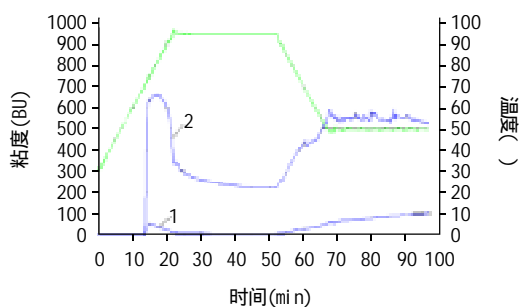
样品	上清液体积 (ml)
玉米淀粉	60
硬脂酸玉米淀粉酯	0

从表 3 可以看出, 和玉米原淀粉相比, 硬脂酸玉米淀粉酯具有较好的抗凝沉性。静置 1d 后, 原玉米淀粉出现明显的分层, 而硬脂酸玉米淀粉酯没有分层现象, 且一个星期后, 仍呈均一的悬浮液。

### 2.4 硬脂酸玉米淀粉酯的 Brabender 粘度曲线

表 4 硬脂酸玉米淀粉酯的 Brabender 成糊温度和粘度  
Table 4 The paste temperature and viscosity of Brabender viscosity curve of stearate corn starch

淀粉种类	成糊温度 (°C)	Brabender 粘度 (BU)	
		降落值	回升值
玉米淀粉	71.8	86.6	241.1
硬脂酸玉米淀粉酯	71.4	32.6	133.2



1. 玉米淀粉(质量分数 12%, 干基); 2. 硬脂酸玉米淀粉酯(质量分数 15%, 干基)。

图1 硬脂酸玉米淀粉酯的 Brabender 粘度曲线

Fig.1 Brabender viscosity curve of stearate corn starch

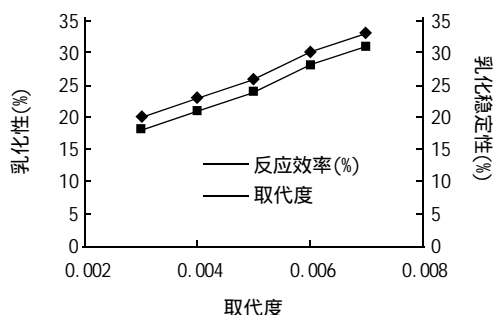


图2 取代度对乳化性和乳化稳定性的影响

Fig.2 The influence of DS of stearate corn starch on emulsifying ability and emulsifying stability

从图 1 和表 4 可以看出, 硬脂酸玉米淀粉酯的成糊温度略低于原玉米淀粉; 粘度远远低于原玉米淀粉; 降落值和回升值都低于原玉米淀粉, 说明硬脂酸玉米淀粉酯的热糊稳定性好, 抗凝沉性好。

## 2.5 硬脂酸玉米淀粉酯的乳化性

从图 2 可以看出, 随着取代度的增加, 硬脂酸玉米淀粉酯的乳化性和乳化稳定性都增加。取代度的升高, 意味着疏水性增加, 淀粉的亲油性增加, 所以淀粉的乳化性和乳化稳定性都会增加。

## 3 结 论

3.1 以玉米淀粉为原料, 硬脂酸为酯化剂, 加入催化剂, 在微波条件下反应, 在较短时间内得到粘度较低并具有一定乳化性质的硬脂酸玉米淀粉酯。制备过程中, 酸解和酯化同时进行, 大大缩短了反应时间, 提高了反应效率。

3.2 和原玉米淀粉相比, 硬脂酸玉米淀粉酯的糊粘度较低, 透明度高, 抗凝沉性好, 且具有一定的乳化性, 可作为微胶囊壁材。

## 参考文献:

- [1] 吾国强, 方建花, 赵宏亮. 淀粉脂肪酸酯的合成和应用[J]. 天津化工, 2002(3): 15-16.
- [2] VARAVINI S, CHAOKASEM N, SHOBNGOB S. Studies of flavor encapsulation by agents produced from modified sago and tapioca starches [J]. Starch, 2001, 53: 281-287.
- [3] 李兆丰, 顾正彪. 酸解氧化淀粉的制备及其性质的研究[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(2): 14-17.
- [4] 徐忠. 马铃薯羧甲基淀粉糊化特性研究[J]. 食品科学, 2001, 22(2): 25-28.
- [5] 黄强, 杨连生, 罗兴发, 等. 高粘度十二烯基琥珀酸淀粉钠理化性质的研究[J]. 华南理工大学学报: 自然科学版, 2001, 29(12): 42-45.
- [6] YASUMATSU K, SAWADA, et al. Whipping and emulsifying properties of soybean products[J]. Agri Biol Chem, 1972, 36: 719-721.

## 信 息

## 对葡萄糖代谢和脂肪合成起关键作用的物质

美国 Scripps 研究所的科学家们研究发现, 肝脏 X 受体 a、b(LXR a、b) 能够被葡萄糖激发, 起到食物传感器的作用, 并能协调人体对营养物质的反应和控制与胆固醇和脂肪代谢相关的基因表达。

该项研究的首席科学家 Enrique Saez 说: “当你吃饭时, 葡萄糖流入肠道后被肝脏的 LXR 识别出来。接着 LXR 激活对应酶的表达, 把过剩的葡萄糖转化为甘油三酸酯并贮藏为脂肪。事实上, 我们的研究发现, LXR 既绑定了葡萄糖又诱导了脂肪酸的合成, 这使得 LXR 有潜力成为治疗糖尿病和肥胖症的研究目标。” Saez 说, 根据最近的一些动物实验, 他们发现使用人造分子来激活 LXR 还能够减缓动脉硬化症的症状。

他说: “LXR 综合了葡萄糖探测和控制脂肪生成的能力可以解释为什么低脂肪高碳水化合物的饮食能够导致高甘油三酸酯症。LXR 能够探测到多余的葡萄糖, 引起脂肪酸的生成, 促使肝脏向血液循环中释放甘油三酸酯。因为 LXR 在身体中起胆固醇探测器的作用, 所以它能够绑定葡萄糖和胆固醇的能力也暗示了它也许是高血糖和动脉硬化之间的联系。”

事实上, 最初 Saez 和他的同事们是把 LXR 看作动脉硬化的药物目标来研究的。但是当他们用合成的 LXR 配合基喂小鼠来诱导活化作用时, 发现小鼠的葡萄糖代谢变得更有效并且这个活化作用抑制了肝脏产生新的葡萄糖。