

十二烯基琥珀酸淀粉酯性质的研究

陈煦, 张燕萍, 吴嘉根

(无锡轻工大学食品学院, 江苏无锡 214036)

摘要: 十二烯基酯化淀粉是一种优良的增稠和乳化剂。作者研究了其力学性质和乳化稳定性, 并进行了微胶囊包埋实验, 实验证明其包埋效果比传统的壁材更好。

关键词: 增稠 乳化 微胶囊

中图分类号: TK 1

文献标识码: A

Studies on the Property of Starch Sodium Dodecenylsuccinate

CHEN Xu, ZHANG Yan-ping, WU Jia-gen

(School of Food Science & Technology, Wuxi University of Light Industry, Wuxi 214036, China)

Abstract: The paste property of starch sodium dodecenylsuccinate and corn starch was studied with Haake rotoviscometer and Brabender viscometer. The result showed that the thickening ability of starch sodium dodecenylsuccinate was better than that of corn starch. The emulsion stability of starch sodium dodecenylsuccinate was investigated by the method of weighting, compared with that of gum arabic and corn starch. The result indicated that the emulsion stability of starch sodium dodecenylsuccinate was better than that of corn starch and equal to that of gum arabic. The starch sodium dodecenylsuccinate and dextrin adding gum arabic was used as the wall material in microencapsulation examination by the method of spray-drying. The result showed that the microencapsulation efficiency using starch sodium dodecenylsuccinate was better than that using dextrin adding gum arabic.

Key words: thickening; emulsification; microencapsulation

十二烯基琥珀酸淀粉酯(starch sodium dodecenylsuccinate, 以下简称 SSDS)是一种具有乳化能力的变性淀粉, 作为增稠剂、乳化剂和微胶囊的壁材被广泛应用于食品、纺织、造纸和制药工业中^[1, 2]。

SSDS 是通过十二烯基琥珀酸酐(Dodecenyl Succinic Anhydride, 简称 DDSA)与原淀粉或糊精进行酯化反应得到的。

淀粉经过酯化变性成为 SSDS 后, 其性质发生

了很大的变化。可从 3 个方面进行分析, 首先是糊化后淀粉糊的力学性质, 可用 Brabender 粘度仪和 Haake 旋转粘度计来分析。其次, 当 SSDS 作为乳化剂使用时, 其乳化能力可参照文献 [1] 来测定。最后是作为微胶囊的壁材使用时, 其对蕊材的包埋能力可通过与经典的壁材相比较得出结论。

收稿日期 2000-01-04, 修订日期 2000-11-02。

作者简介: 陈煦(1970-), 男, 四川成都人, 工学硕士。

万方数据

1 材料与方法

1.1 实验材料

烯基酯化原淀粉(高、低取代度) 自制;烯基酯化糊精(取代度 0.008372) 自制;二级菜籽油市售;白糊精 工业品,太湖淀粉厂生产;麦芽糊精(DE20) 工业品,济源市粮食食品厂生产;阿拉伯胶 进口,上海化学试剂公司分装。

1.2 实验设备

Brabender 糊化仪,西德 Brabender 公司制造;Haake 旋转式粘度计,德国 Haake 公司制造;高速离心喷雾干燥机,锡山市林洲干燥机厂制造;15MR-8TBA 型均质机,美国 APV GAULIN 公司制造。

1.3 实验方法

1.3.1 Brabender 粘度曲线的绘制 取一定量的样品,在 Brabender 糊化仪的回转杯中配成 6% 的淀粉乳,回转杯的转速为 75 r/min,淀粉乳从 30 °C 开始升温,升温速度 1.5 °C/min,至 95 °C 恒温 30 min 后,以 1.5 °C/min 的速度降温,降温至 50 °C 时,恒温 30 min,最后自然降温至 30 °C,在整个过程中连续记录淀粉乳或淀粉糊粘度的变化,得到 Brabender 粘度曲线。

1.3.2 Haake 粘度曲线的绘制 将 Brabender 测定后淀粉糊倒入 Haake 粘度计的恒温杯中,在 30 °C 恒温 30 min,待样品完全平衡后,启动 MV II 型转子,旋转速度逐步提高,到达最高值后再逐步减速直至停止。在转子转动的过程中连续测量淀粉糊粘度的变化就得到了 Haake 粘度曲线。

1.3.3 乳化稳定性的测定 取一定量乳状液测定其含水量,将其余乳状液分别装入 10 支 50 mL 具塞试管中,放入 45 °C 恒温水浴中,每隔 30 min 从试管底部抽取大约 2.5 mL 乳状液,测定其水分含量,在

抽取过程中要尽量避免对乳状液的搅动。

乳化稳定性可用下式来计算:

$$ES = \frac{100\% - M_0}{100\% - M_1}$$

式中 M_0 为试管底部的乳状液的含水量(%); M_1 为乳状液的初始含水量(%).

1.3.4 微胶囊的制备

1) 用传统壁材制备微胶囊 取麦芽糊精和阿拉伯胶以 1:4 的比例混合后溶于水中,加入麦芽糊精和阿拉伯胶总质量 25% 的菜籽油,使其质量分数为 20%,以 2.94×10^7 Pa 的压力均质两次,每次 1.5 min,再以进风 180 °C,出风 100 °C 喷雾干燥,就得到微胶囊产品。

2) 用 SSDS 为壁材制备微胶囊 方法同上,只是全部采用取代度为 0.008372 的烯基酯化糊精(用于合成烯基酯化糊精的糊精原料 DE 值为 6.58)。

1.3.5 包埋率的测定 表面油的测定参照文献 [3]。取 1 g 微胶囊,放入 50 mL 具塞试管中,加入 25 mL 乙醚,振荡 15 min 后过滤,滤液烘干后称重即得表面油的质量。总油的测定是取 3 g 微胶囊,采用索氏抽提 12 h,即得总油质量。测定每克微胶囊所含的表面油和总油,根据公式:包埋率=(总油质量-表面油质量)/总油质量(包埋率不受微胶囊所含水分的影响)来计算包埋率。

2 结果与讨论

2.1 淀粉糊力学性质的分析

2.1.1 Brabender 曲线分析 用 Brabender 粘度曲线,分析淀粉在加热糊化和降温冷却时淀粉糊的力学性质,它体现的是淀粉糊的粘度受温度的影响而发生的变化,见表 1。

表 1 原淀粉和烯基酯化淀粉的 Brabender 曲线的关键点

Tab.1 The Brabender key points of corn starch and SSDS

物料	A 点温度/°C	B 点粘度/B μ	C 点粘度/B μ	D 点粘度/B μ	E 点粘度/B μ	F 点粘度/B μ
原淀粉	82	230	178	150	340	320
SSDS	73	320	290	260	400	410

在 Brabender 曲线上有 6 个关键点:

A 成糊温度点,是淀粉糊形成 10 B μ 的粘度时的点,它所对应的温度称为成糊温度,虽然不是糊化温度,但在一定程度上也体现了样品糊化的难易程度。

B 峰值粘度点:是淀粉糊在升温过程中粘度达最大的点,与样品的相对分子质量有关。

C 温度达 95 °C 时粘度。

D 95 °C 保温结束开始降温粘度。

E 温度降至 50 °C 时的粘度。

F 50 °C 保温结束开始降温的粘度。

由表 1 可知,SSDS 要比原淀粉易于糊化,SSDS 的最高粘度大于原淀粉从 B 点到 C 点 SSDS 糊的粘度下降比原淀粉的小,说明 SSDS 糊更能耐受高温

下的剪切力.从D点到E点以及F点以后的降温过程中,SSDS糊的粘度上升速度比原淀粉的小,说明SSDS糊的回生作用比原淀粉的小,SSDS糊的粘度更稳定,SSDS在温度变化较大的体系中作为增稠剂使用时将具有良好的增稠性能.

2.1.2 Haake 粘度曲线分析

利用 Haake 粘度计测得的粘度曲线,可以了解淀粉糊在常温下的流动特性.它体现的是在常温下剪切作用对于淀粉糊的粘度的影响.

从图 1、2 可以看出,在常温下随着剪切速率的增加,表观粘度下降说明它们都是非理想流体.在恒定剪切速率下,随着时间的延长,粘度会逐渐降低,说明原淀粉糊具有时变性,是触变体系.而(SS-DS 糊不具有时变性,)SSDS 糊粘度在恒定剪切速率下不会随时间的延长而发生变化,说明 SSDS 糊是假塑性体系.因此,SSDS 用作增稠剂时,其粘度不会因为长时间的搅拌而发生变化,具有较好的耐剪切能力.

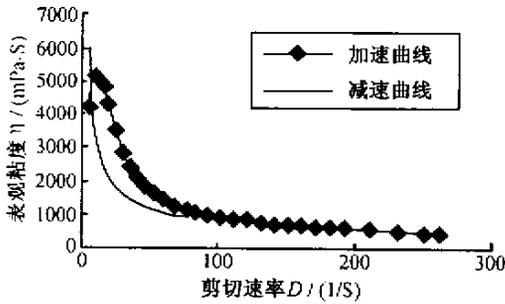


图 1 原淀粉的 Haake 粘度曲线

Fig.1 The Haake viscosity curve of corn starch

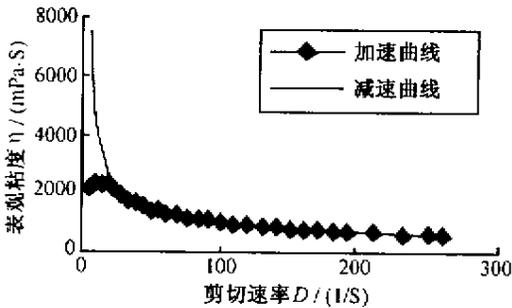


图 2 SSDS 的 Haake 粘度曲线

Fig.2 The Haake viscosity curve of SSDS

2.2 乳化稳定性分析

由于 SSDS 含有一条长的多糖链,在油/水界面上形成的界面膜与小分子乳化剂相比更厚、更牢固,因此乳状液的乳化稳定性更好,不易破乳.但实际上,由于 SSDS 的相对分子质量很大,并且取代基

的数量在淀粉分子中又相对较少,因此在同样用量的条件下,其乳化能力要比小分子乳化剂差.

测定不同水浴时间的乳状液的乳化稳定性,比较乳化剂的乳化能力.其中,高取代度 SSDS 的取代度为 0.01927,低取代度的 SSDS 的取代度为 0.007627.

从图 3 可以看出,低取代度的 SSDS 乳化能力不如阿拉伯胶,高取代度的 SSDS 乳化能力和阿拉伯胶大致相当,SSDS 的乳化能力与取代度成正比.

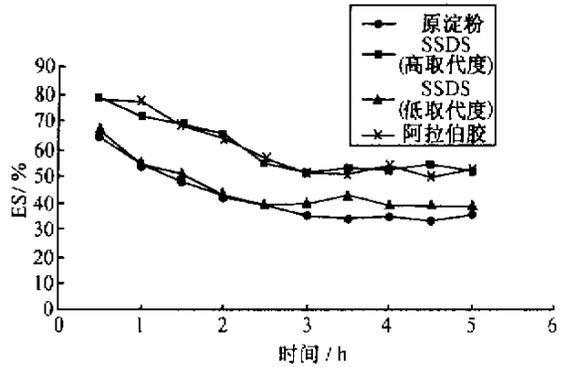


图 3 不同取代度的烯基酯化淀粉和阿拉伯胶的乳化稳定性

Fig.3 The emulsion stability of SSDS, corn starch and gum arabic

2.3 包埋效果的比较

微胶囊的外囊膜应该能将蕊材完全包裹并且有较高的强度和致密性,以防止贮存和加工过程中蕊材与外界接触发生劣变.其中一个重要的指标是包埋率,它体现的是蕊材被有效地包埋在壁材中的比例.包埋率越高,微胶囊的品质越好,对于蕊材的利用率也越高,在经济上也更加有利.

微胶囊壁材的选择是决定微胶囊包埋效果的一个关键因素.壁材一般是天然或合成的高分子材料.经典的方法是用阿拉伯胶和麦芽糊精作为壁材,因阿拉伯胶的粘度较大,不利于喷雾干燥,所以要加入一部分麦芽糊精,以适当地降低粘度.使用烯基酯化糊精作为壁材,是因为烯基酯化糊精是以糊精为原料得到的产品,粘度很低,完全可以喷雾干燥.

用显微镜观察,以阿拉伯胶和麦芽糊精为壁材的微胶囊呈三角形、椭圆形或球形,大小在 4.8 ~ 32 μm 之间,而用烯基酯化糊精为壁材的微胶囊呈椭圆形或球形,大小在 6.4 ~ 22.4 μm 之间,形状更规则,大小也更均匀.

经测定两种不同壁材的微胶囊的表面油和总油质量,得到包埋率的结果,见表 2.

表 2 不同壁材的微胶囊的包埋率

Tab.2 The different microencapsulation efficiency

壁 材	表面油 质量/g	总油 质量/g	包埋率/%
阿拉伯胶 + 麦芽糊精	0.00877	0.01594	49.98
烯基酯化糊精	0.01994	0.2276	91.24

以烯基酯化糊精为壁材的微胶囊包埋率更高,品质也更好.首先是由于用烯基酯化糊精为壁材时,乳状液的乳化状态更好,乳状液中的蕊材的微小液滴分散得更小,更均匀.其次是由于在乳状液中阿拉伯胶因为有乳化性能而吸附在油/水界面上,而麦芽糊精是分散在水中的,因此,在喷雾干燥

时要先吸附于蕊材表面上再凝聚固化才有包埋作用,而烯基酯化糊精在乳状液中大都已吸附在了油/水界面上,当喷雾干燥时可立刻在蕊材表面凝聚固化,因此包埋效率较高.

3 结论

SSDS 在糊化后不回生、耐剪切、粘度稳定,是一种优良的增稠剂,并且具有其它种类的酯化淀粉如醋酸酯化淀粉和磷酸酯化淀粉所不具有的乳化能力,还可作为一种大分子乳化剂使用.烯基酯化糊精作为壁材,得到的微胶囊包埋率高,颗粒大小均匀,并且制备方法更简单.

参考文献:

- [1] AOKI H. Effect of lipophilization of soy protein on the emulsion stabilizing properties[J]. *J Food Science*, 1981, 46: 128 ~ 135.
- [2] 马小明. 食品工业中的微胶囊技术[M]. 北京: 学苑出版社, 1991.
- [3] YOUNG S L. Microencapsulating properties of whey proteins: I microencapsulation of anhydrous milkfa[J]. *J Dairy Science*, 1993, 76(10): 1220 ~ 1226.