

超声波处理对玉米淀粉流变性质的影响

刘贤钊, 罗志刚, 胡振华, 柯泽楷, 董华壮

(华南理工大学轻工与食品学院, 广东 广州 510640)

摘要: 本文研究了不同功率超声波处理玉米淀粉的流变性质。结果表明, 所有淀粉糊均呈现假塑性流体特征。随着超声功率的增大, 其处理的淀粉糊触变性减弱。

关键词: 超声波; 淀粉; 流变性质

中图分类号: TS231; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2008)04-0316-03

Effect of Ultrasonic Treatment on Rheological Properties of Corn Starch

LIU Xian-zhao, LUO Zhi-gang, HU Zheng-hua, KE Ze-kai, DONG Hua-zhuang

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

Abstract: The effect of ultrasonic treatment on the rheological properties of corn starch was studied. The results showed that the starch pastes were of pseudoplastic fluids. Increasing the ultrasonic power may lower the thixotropy of the starch pastes.

Key words: ultrasonic sound; starch; rheological property

淀粉是自然界存在数量仅次于纤维素的碳水化合物。为了配合加工设备连续化、产品品质均一化、耐低温化、抗凝沉性及其种种特殊加工条件的要求, 需通过物理、化学或酶修饰方法对原淀粉性质进行改变以扩大其应用范围。随着绿色加工概念的提出, 对物理方法改性淀粉的研究日益增强。目前对淀粉进行物理改性的方法有挤压、热液处理、微波、超声等。

超声波是一种频率很高 ($10^5 \sim 10^8$ Hz) 的声波。用超声波处理淀粉, 具有作用时间短、降解非随机性等优点而展现良好的工业应用前景。Jackson 等用中等强度的超声波处理淀粉发现能增加淀粉的水溶性, 而高强度的超声波会降解支链淀粉^[1]。Isono 等人^[2]用超声波处理以水为介质的蜡质玉米淀粉, 发现淀粉的数均平均分子量降低, 表面超声波对淀粉产生了降解作用, 且在糊化温度或之上是降解速度最快, 高频率的超声波也会加速降解速度。在长时间的超声处理后, 数均分子量趋于一个固定值, 分子量分布在一个相对窄的范围。国外对超声波改性淀粉进行了较为详细的研究, 而国内还没有相关报道。

本论文采用旋转粘度计研究了不同功率超声波处理淀粉的流变特性, 为超声波改性淀粉在工业上的应用提供理论参考。

收稿日期: 2007-12-03

基金项目: 高等学校博士学科点专项科研基金(编号: 20070561078); 国家大学生创新性实验计划项目

作者简介: 刘贤钊, 男, 广东清远人, 在读本科生

1 材料和方法

1.1 材料和仪器

玉米淀粉, 山东诸城兴贸玉米开发有限公司; 数控超声清洗器, KQ-50 DB, 频率 40 KHz, 输出功率 10~100 W 连续可调(每档间隔 10 W), 昆山市超声仪器有限公司; 电热鼓风干燥箱, CS101, 重庆试验设备厂; 旋转粘度计, NDJ-4, 上海和欣科教设备有限公司。

1.2 超声波处理淀粉

称取一定量的淀粉样品, 调成质量分数为 30% 的淀粉乳, 在数控超声清洗器中, 在 30 ± 1 °C 水浴条件下, 在一定功率下作用一段时间。改变功率为 40 W、60 W、80 W 和 100 W。作用后的淀粉乳用蒸馏水洗涤, 抽滤, 在 40 °C 下抽风干燥一定时间后保存, 测出水分含量, 留作测试。

1.3 流变特性测定方法

准确称取玉米淀粉及其不同功率的超声处理淀粉, 用蒸馏水将它们配成 8% (质量分数) 的溶液, 搅拌使之充分分散, 然后在沸水浴中加热糊化 5 min。取适量样品在 25 °C 下用旋转粘度计测量流变参数, 得出流变模型。

2 结果与讨论

2.1 不同功率超声处理玉米淀粉的流变模型

将玉米淀粉与不同超声功率作用的玉米淀粉配成

8%的淀粉糊，用旋转粘度计进行测试，它们在 25 °C 下剪切应力和剪切速率的关系如图 1 所示。

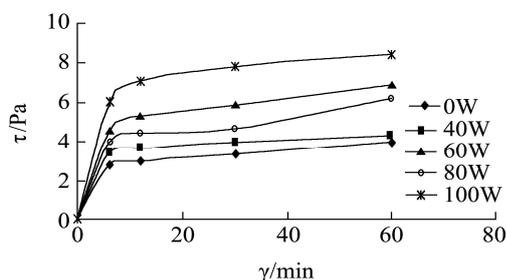


图 1 不同功率超声处理玉米淀粉糊的流变特性

Fig.1 Rheological properties of corn starch treated with different ultrasonic power

由图 1 可以观测到，玉米淀粉及超声处理淀粉的流变曲线是经过原点且不程度地凸向剪切速率轴的曲线，可以判断均属于非牛顿流体。剪切应力随剪切速率的增大而增大，具有假塑性流体特征。根据流变曲线的形状，可用幂定律来描述超声处理玉米淀粉糊的流变曲线。

通过一元非线性回归，得出所有样品的 k、m 值及其相关系数 R²，如表 1 所示。由表 1 可以看出，采用幂定律描述时，相关系数在 0.9716~0.9981 之间，表明幂定律可以对其流变特性曲线进行较好的拟合。

表 1 不同功率超声处理玉米淀粉的流变特性

Table 1 Rheological properties of corn starch treated with different ultrasonic power

超声功率/W	稠度系数k/Pa·S ^m	流动系数m	相关系数R ²
0	2.1854	0.1422	0.9917
40	2.8751	0.0952	0.9981
60	3.3531	0.1691	0.9776
80	2.8448	0.1930	0.9911
100	4.7143	0.1402	0.9716

表 1 中的数据同时还表明，经过超声作用后的玉米淀粉糊的稠度系数 k 比原淀粉均增大；流动系数 m 的值在 0.0952~0.1930 之间，均远小于 1，更好地表明超声作用后的玉米淀粉糊均为假塑性流体。不管是原玉米淀粉还是超声玉米淀粉，m 值均很小，糊的特性都很大程度偏离牛顿流体，表明其流动性均较差。

2.2 超声处理淀粉糊的触变性

将剪切速率逐渐增大，当达到选择的最大剪切速率（本实验最大 $\gamma=60$ r/min）后即将剪切速率降低至起点，由此测定超声处理淀粉的触变性。如果剪切应力的上行曲线与下行曲线间存在滞后，有滞后圈产生，表明样品具有触变性。滞后圈的大小可以表示触变性的强弱，面积越大触变性越大，反之越小。

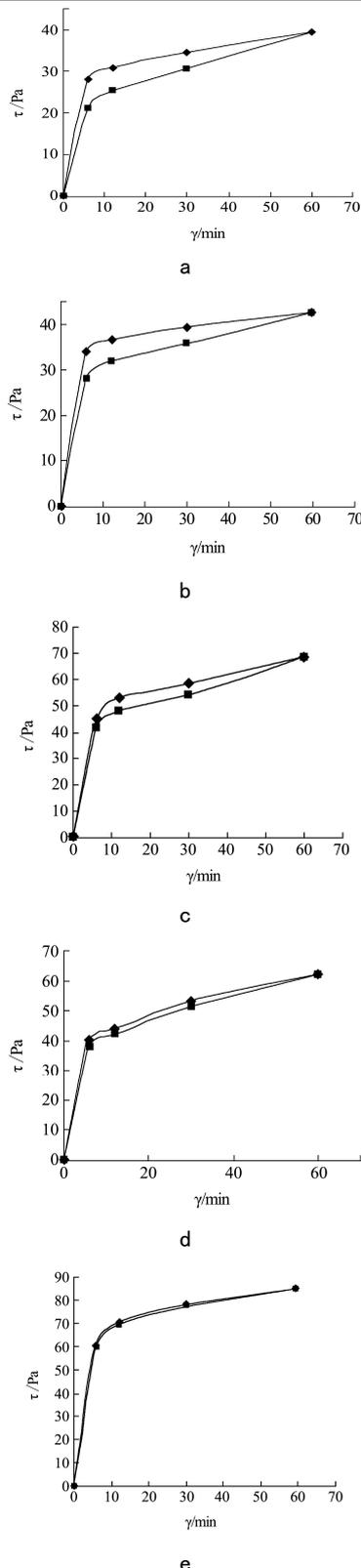


图 2 超声处理玉米淀粉糊的触变性

Fig.2 Thixotropy of corn starch treated with ultrasonic

注：a 为原玉米淀粉；b 为 40 W 超声处理的玉米淀粉；c 为 60 W 超声处理的玉米淀粉；d 为 80 W 超声处理的玉米淀粉；e 为 100 W 超声处理的玉米淀粉。（下转第 321 页）