

超声波处理对木薯淀粉糊理化性质的影响

汪树生, 苏玉春, 陈光

(吉林农业大学生命科学学院, 吉林长春 130118)

摘要: 利用超声波对木薯淀粉糊液进行处理, 研究超声作用对糊液特性的影响。结果表明: 超声波处理降低了木薯淀粉糊液的粘度, 提高了抗剪切作用能力, 处理 5 min 效果最明显; 短时间的超声作用能有效改善淀粉糊液的透明度, 处理 1.5 min 透明度最高, 由原来的 10.05 上升到 38.5; 超声处理能延缓淀粉糊液的凝沉趋势, 加强凝沉的强度, 处理时间超过 1.5 min 后, 效果接近。超声波处理可以作为一种有效的改变淀粉糊液特性的途径应用于淀粉的变性处理中。

关键词: 超声波; 木薯淀粉; 糊液特性

文章篇号: 1673-9078(2012)12-1645-1647

Effects of Ultrasonic Treatment on Properties of Cassava Starch Paste

WANG Shu-sheng, SU Yu-chun, CHEN Guang

(College of Life Science, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: Cassava starch paste was ultrasonic-treated and the effects of ultrasonic on paste properties were determined. The results indicated that a 5-minute ultrasonic treatment decreased the viscosity of cassava starch paste, but increased anti-shearing ability. Short time ultrasonic treatment increased transparency of the paste effectively, from 10.05 up to 38.5 after treated for 1.5 minutes. The retrogradation trend decreased after ultrasonic treatment and retrogradation intensity increased within 1.5 minutes, above which similar impact was found. Ultrasonic treatment was an effective modified method to alter the properties of cassava starch paste.

Key words: ultrasonic treatment; cassava starch; starch paste property

超声波是一种频率范围为 $2 \times 10^4 \sim 10^9$ Hz 的弹性机械波。超声波在液体内会对物质的结构和性质产生影响, 主要依靠其热作用、机械作用和空化作用^[1]。利用超声波处理淀粉, 能改变淀粉的结构和性能, 国外对淀粉的颗粒结构、结晶结构及相关特性的等受超声波处理影响进行了较为细致的研究^[2-5]。近些年来国内开始关注超声波处理对淀粉的改性作用, 研究内容包括淀粉颗粒形貌^[6,7]、结晶结构^[8,9]、淀粉热力学性质^[10]、淀粉糊液特性^[11]等方面, 结果表明超声波处理可以作为淀粉变性的有效途径。利用超声波处理淀粉可以提高淀粉的化学反应性能, 提高原料利用率, 减少反应时间, 因而展现出良好的工业应用前景。

国内对淀粉糊液特性主要研究其流变性^[12,13]和凝胶特性^[14,15], 对糊液的一般特性研究较少。本实验研究采用超声波对木薯淀粉糊液进行处理, 探讨外加超声波场对木薯淀粉糊粘度特性、透明度、凝沉性等一般特性的影响规律, 为进一步开发和应用超声波处理

收稿日期: 2012-09-15

作者简介: 汪树生 (1975-), 男, 博士, 讲师, 研究方向: 淀粉深加工技术及其综合利用

基金项目: 吉林农业大学博士科研启动基金 (2012225)

通讯作者: 陈光

淀粉提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

木薯淀粉, 食品级, 广西武鸣宏达淀粉有限公司。

1.2 主要仪器与设备

超声波发生器, KQ-50B 昆山市超声仪器有限公司; 722 分光光度计, 上海光谱仪器有限公司; NDJ-8S 数字显示粘度分析仪, 上海精密科学仪器有限公司; 恒温水浴锅, HH-S2 金坛市大地自动化仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 粘度测定

取木薯淀粉配成浓度为 4% (m/V) 的淀粉乳, 90 °C 加热保温 20 min (将超声波发生器事先调到 90 °C), 在 80 W 功率下分别超声处理 0 min、0.5 min、3 min、5 min, 冷却至室温并保持恒定, 使用旋转粘度计, 转速从 3 r/min 开始逐渐增加到 30 r/min, 依次测定淀粉糊的粘度^[12]。

1.3.2 透明度

将木薯淀粉配成浓度为 1% (m/V) 的淀粉乳, 90 °C 加热并保温 20 min, 在 80 W 功率下分别超声处理 0 min、0.5 min、1.5 min、3 min、5 min, 冷却至室温,

于 650 nm 下测其透明度，每个样品测定三次，取平均值，蒸馏水作空白^[16]。

1.3.3 凝沉性

将木薯淀粉配成浓度为 1% (m/V) 的淀粉乳，90 °C 加热并保温 20 min，在 80 W 功率下分别超声处理 0 min、0.5 min、1.5 min、3 min、5 min，冷却至室温，取 50 mL 于具塞量筒中，摇匀后静置，间隔时间记录上层清液体积^[16]。

2 结果与分析

2.1 超声波处理对木薯淀粉糊粘度剪切稀化的影响

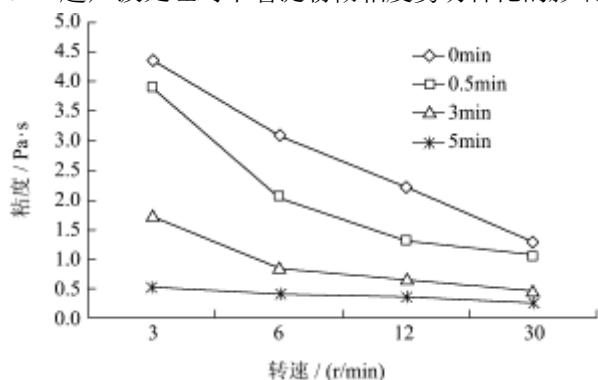


图 1 超声处理对木薯淀粉糊粘度的影响

Fig.1 Effect of ultrasonic treatment on cassava starch paste viscosity

图 1 为不同的超声波处理时间对淀粉糊液粘度剪切稀化的影响。从图 1 可见，超声波处理明显的降低了淀粉糊液的粘度，随着超声处理时间的延长，糊液粘度下降幅度增加；较长时间的超声处理同时增强了淀粉糊液对剪切稀化的抵抗能力。淀粉糊的粘度是由于糊中大分子链相互缠绕，对流动产生很大的粘性阻力而产生的。超声处理过程中超声波产生的机械作用、热作用会导致淀粉链断裂、破坏结晶结构、分子量下降、分子量分布发生变化，小分子的数量增加，缠结点减少，对淀粉糊流动产生的粘性阻力减小，引起表观粘度降低^[9]。当淀粉链断裂导致链长达到一定值，不在超声作用范围内时，超声波对淀粉粘度的影响会逐渐变小。

淀粉糊液的剪切稀化作用随着作用时间的延长变得不明显，是由于淀粉糊受到剪切应力作用产生流动时，缠绕在一起的淀粉分子结构被拉直，缠结点减少，流层间的剪切应力减少，表观粘度下降。相对分子质量越大、分子链越长，剪切稀化越明显。淀粉在超声处理过程中，结晶结构及分子内氢键受到破坏，结构变得松散，并伴有降解现象，使得分子缠结点减少对流动产生的粘性阻力减小，剪切稀化程度就会降低^[12]。

2.2 超声波处理对淀粉透明度的影响

淀粉糊透明度反映了淀粉与水结合能力的强弱，与淀粉的分子结构、分子链长短有很大关系，静置过程中透明度也会随时间变化，可较好的判断淀粉糊的老化趋势。超声处理时间对淀粉糊透明度和长期静置透明度变化的影响如图 2 所示。

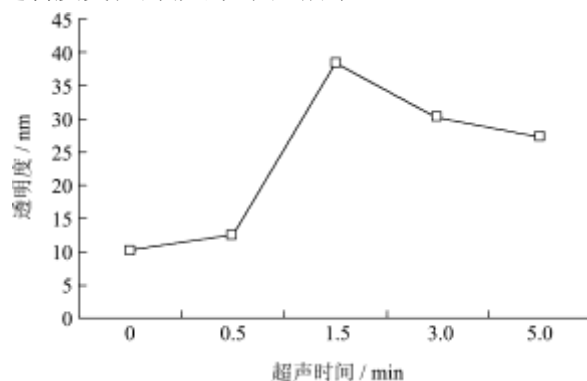


图 2 超声处理时间木薯淀粉糊液透明度的影响

Fig.2 Effect of ultrasonic treatment time on transparency of cassava starch pastes

由图 2 可见，超声作用后的淀粉透明度相比原淀粉有较大提高；超声处理 1.5 min 时的淀粉糊透明度达到最大，随后逐渐下降。超声波能在较短时间内破坏淀粉结晶区，颗粒表面及内部结构均遭到破坏，淀粉溶解度增大，淀粉与水分子间缔合能力增加，分子之间缔合减少，颗粒较易膨胀，从而减弱光的折射和反射，使淀粉糊透明度提高；又由于超声波打断支链淀粉，支链淀粉含量降低，超声时间延长还会造成淀粉颗粒重新团聚，导致透明度相对下降^[14]。

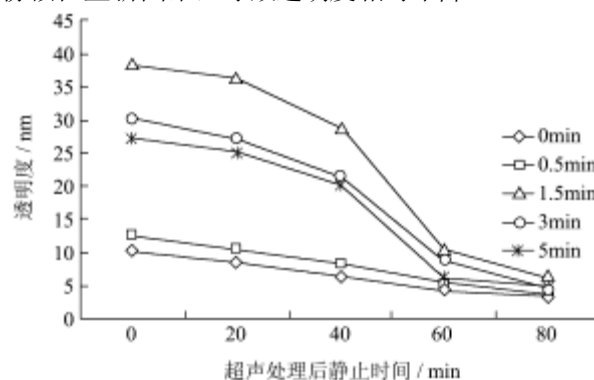


图 3 超声处理对木薯淀粉糊液静置透明度的影响

Fig.3 Effect of ultrasonic treatment on standing transparency of cassava starch pastes

图 3 是经超声处理后淀粉糊透明度随静置时间变化的曲线。由图可见，超声处理提高了淀粉糊透明度；延缓了透明度下降趋势，但没有抑制老化强度的作用。淀粉糊老化速率变慢可能是因为超声作用破坏了淀粉颗粒结构，淀粉分子与水分子结合数量增多，吸水能力增强，老化时间推迟^[15]。

2.3 超声波对木薯淀粉凝沉性的影响

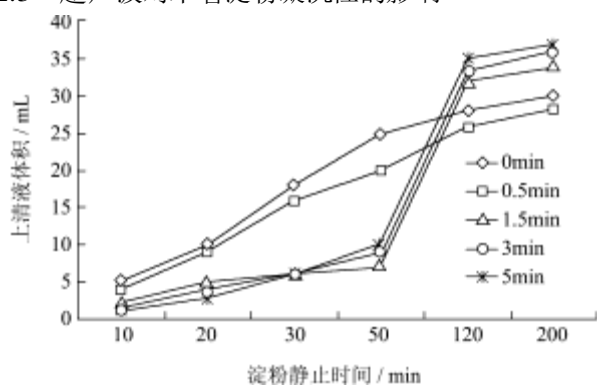


图4 超声处理对木薯淀粉凝沉性的影响

Fig.4 Effect of ultrasonic treatment on retrogradation of cassava starch pastes

图4为经超声处理后的木薯淀粉糊液静置3 h过程中上清液析出体积随时间变化曲线。超声处理削弱了木薯淀粉糊初始凝沉性趋势,增加了凝沉强度。

淀粉的凝沉是直链分子和支链分子的外链部分通过氢键互相结合,重新产生结晶的过程,直链淀粉的含量及直链结构与支链结构的比例是决定淀粉凝沉强弱的主要因素。另外,淀粉糊的凝沉性强弱及凝沉速率与直链淀粉分子长短有关,聚合度越小,凝沉性越强,凝沉速度快。由于超声作用降低淀粉结晶度,破坏淀粉颗粒^[78],淀粉与水分子间缔合增加,保水性增强,因此在静置初期凝沉速率较原淀粉慢;由于超声波降解支链淀粉,支链淀粉结构被破坏,直链淀粉比例上升,聚合度降低,淀粉分子间的结合增加,结晶速率加快,因此长时间静置析水速率快,凝沉性较原淀粉的强。

3 结论

超声波处理降低了木薯淀粉糊液的粘度,提高了抗剪切作用能力;短时间的超声作用能有效改善淀粉糊液的透明度;超声处理能延缓淀粉糊液的凝沉趋势,加强凝沉的强度。超声波处理可以作为一种有效的改变淀粉糊液特性的途径应用于淀粉的变性处理中。

参考文献

[1] Shari B, Svetiana Z, Joehen W. Molecular Weight and Degree of Acetylation of High Intensity Ultrasonicated Chitosan [J]. Food Hydrocolloids, 2005, 19(5): 821-830

[2] Felipe F Lima, Cristina T. Effect of melt-processing and ultrasonic treatment on physical properties of high-amylose maize starch [J]. Ultrasonics Sonochemistry, 2010, 1(4): 637-641

[3] Francesca Lionetto, Alfonso Maffezzoli, Marie-Astrid Ottenhof, et al. Ultrasonic investigation of wheat starch retrogradation [J]. Journal of Food Engineering, 2006, 75(2): 258-266

[4] C Aparicio, P Resa, L Elvira AD, et al. Assessment of starch gelatinization by ultrasonic and calorimetric techniques [J]. Journal of Food Engineering, 2009, 94(3): 295-299

[5] Anet Režek Jambrak, Zoran Herceg, Drago Šubarić, et al. Ultrasound effect on physical properties of corn starch [J]. Carbohydrate Polymers, 2010, 79(1): 91-100

[6] 李坚斌,温雪馨,李琳,等.超声场对马铃薯淀粉颗粒形貌与结晶结构的影响[J].农业工程学报,2008,24(4):284-286

[7] 王敏妮,罗志刚,涂雅俊,等.超声处理对玉米淀粉颗粒性质的影响[J].现代食品科技,2010,26(5):448-450

[8] 赵奕玲,廖丹奎,张友全,等.超声波对木薯淀粉性质及结构的影响[J].过程工程学报,2007,7(6):1138-1143

[9] 付陈梅,赵国华,阚健全,等.超声波对淀粉降解及其性质影响[J].粮食与油脂,2002,12:31-32

[10] 罗志刚,卢静静.超声处理对玉米淀粉热性质的影响[J].现代食品科技,2010,26(7):666-669

[11] 罗志刚,扶熊,罗发兴,等.超声处理下水相介质中高链玉米淀粉糊的性质[J].华南理工大学学报(自然科学版),2008,36(11):74-78

[12] 罗志刚,扶熊,何小维,等.超声波处理对蜡质玉米淀粉糊流变性质的影响[J].高分子材料科学与工程,2008,24(10):147-150

[13] 刘贤钊,罗志刚,胡振华,等.超声波处理对玉米淀粉流变性质的影响[J].现代食品科技,2008,24(4):316-319

[14] 李琳,林静韵,李坚斌,等.超声作用对马铃薯淀粉糊凝胶特性的影响[J].华南理工大学学报(自然科学版),2008,36(11): 63-67

[15] 明健,邓科,谭静.超声波处理对菱角淀粉糊凝胶质构特性的影响[J].食品科学,2009,30(19):81-84

[16] 杜先锋,许时婴,王璋.淀粉糊的透明度及其影响因素的研究[J].农业工程学报,2002,18(1):129-135