

改善机械活化木薯淀粉分散性和润湿性的研究

胡华宇¹, 龚占强¹, 张燕娟², 黄爱民¹, 杨梅¹, 莫智宇¹, 黄祖强¹

(1. 广西大学化学化工学院, 广西南宁 530004; 2. 广西化工研究院, 广西南宁 530001)

摘要:采用搅拌球磨机对木薯淀粉进行机械活化,以蔗糖、麦芽糊精、蔗糖酯为分散剂和润湿剂,对机械活化淀粉进行修饰化处理。以结块重和透光率比值为评价指标,考察蔗糖、麦芽糊精、蔗糖酯添加量对机械活化淀粉分散性和润湿性的影响,结果表明,蔗糖、麦芽糊精、蔗糖酯都能提高机械活化淀粉的分散性;蔗糖、麦芽糊精提高产品的润湿性而蔗糖酯降低产品的润湿性。

关键词:机械活化;木薯淀粉;分散性;润湿性

中图分类号:TS235.2

文献标识码:A

文章编号:1004-874X(2013)09-0093-03

Study on the improvement of dispersion and wettability of mechanically activated cassava starch

HU Hua-yu¹, GONG Zhan-qiang¹, ZHANG Yan-juan², HUANG Ai-min¹, YANG Mei¹, MO Zhi-yu¹, HUANG Zu-qiang¹

(1. School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China;

2. Guangxi Research Institute of Chemical Industry, Nanning 530001, China)

Abstract: Cassava starch was mechanically activated by a stirring ball mill, and then the activated starch was modified by using sucrose, maltodextrin and sucrose ester as dispersant and wetting agent. The effects of dosages of sucrose, maltodextrin and sucrose ester on the dispersion and wettability of activated starch were investigated by using caking weight and transmittance ratio as evaluation indices. The results showed that sucrose, maltodextrin and sucrose ester could increase the dispersion of products; sucrose and maltodextrin increased the wettability of the product, but sucrose ester decreased wettability.

Key words: mechanical activation; cassava starch; dispersion; wettability

生淀粉在冷水中不溶解,一般需加热使之糊化再进行利用,这为生产带来诸多不便,并限制了其应用范围^[1]。广西是木薯生产大省,利用现有资源生产木薯淀粉并开发变性淀粉,特别是制备常温常压下能冷水可溶的变性淀粉具有重要意义^[1-2]。机械活化木薯淀粉属于物理变性淀粉,是木薯淀粉在机械活化过程中,由于摩擦、碰撞、冲击、剪切等机械力作用,其紧密的颗粒晶体结构和分子氢键被破坏,解离了双螺旋结构,极大地促进水分子和淀粉分子游离羟基的结合,其理化性质发生明显改变,如冷水溶解度和透明度增加、糊液粘度和冻融稳定性降低等^[3-5]。机械活化淀粉在冷水中有较好的溶解性,因此在药用辅料、食品行业等领域应用前景广阔,但制约其应用的最大缺点是水合速度太慢。由于淀粉分子间范德华力和静电引力作用,机械活化淀粉极易附着聚集,在复水时难分散、易结团^[6]。这种顽固团块不仅降低淀粉的利用率,而且在用于食品工业时不能形成均匀的糊状液,口感差,光滑度较低;用于医药时,易包裹药物,严重影响药物的溶出度。因此,可考虑对机械活化淀粉进行修饰化处理,以提高其分散性和润湿性。

国内外改善粉体分散性和润湿性的方法主要有喷雾干燥法、挤压法、流化床附聚法等^[7-11]。喷雾干燥法和流化

床附聚法都是利用粉体与适当的分散剂和润湿剂,在气态水作用下,细小颗粒附聚成大颗粒,然后高温加热,水分迅速蒸发,得到干燥物料。挤压法是物料在挤压机内同时发生物理、化学变化。上述方法可以快速得到干燥产品,其分散性和润湿性有较大提高。但在产品附聚过程中,物料停留时间不均一,颗粒粒径不均匀,干燥产品温度高,在降温过程中极易吸湿,产品需在沸水中才能冲调使用,同时生产设备昂贵,能耗较大。

借鉴前人的研究经验,本试验拟以机械活化淀粉为原料,麦芽糊精、蔗糖、蔗糖酯作为分散剂和润湿剂,以结块重和透光率比值为评价指标,探讨其在水中的分散性和润湿性,为制备性能优良的速溶淀粉提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

木薯淀粉(食品级),广西农垦明阳生化集团股份有限公司;蔗糖酯(食品级),广西云鹏工贸有限责任公司;蔗糖(食品级),汕头市动心一族食品实业有限公司;麦芽糊精(食品级),广西越前食品添加剂有限公司。802B离心机,上海安亭科学仪器厂;722分光光度计,上海分析仪器厂;HS-4精密恒温浴槽,成都仪器厂;101-1A型数显式电热恒温干燥箱,绍兴市沪越科学实验仪器厂;S-3400N扫描电子显微镜,日本日立。机械活化设备参见文献[12]。

1.2 试验方法

1.2.1 机械活化淀粉的制备 参照文献[12]方法,将淀粉和锆球按一定比例放入球磨装置,调节转速 375 r/min,水浴温度 55℃,机械活化时间 1.5 h,制备机械活化淀粉。参

收稿日期:2013-03-10

基金项目:广西科学研究与技术开发项目(桂科攻 11107022-4,桂科转 1298009-20)

作者简介:胡华宇(1972-),男,壮族,硕士,副教授,E-mail:yuhua hu@163.com

通讯作者:黄祖强(1965-),男,博士,教授,E-mail:Huangzq@gxu.edu.cn

照文献[3]方法测定冷水溶解度。本试验样品的冷水溶解度为 83.4%。

1.2.2 机械活化淀粉的修饰 取机械活化淀粉 20.0 g, 分别与蔗糖(S)、蔗糖酯(S_E)、麦芽糊精(M_D)混合均匀, 以 90%乙醇为润湿剂, 将其制备成软材, 然后挤压使其通过 300~450 μm 筛, 样品烘干保存。

1.2.3 分散性和润湿性的测定 分散性和润湿性的测定参照文献[13]的方法, 水温设定 50 $^{\circ}\text{C}$, 在 10 s 内加入样品, 搅拌 15 s, 然后测定结块重(C_w , g)和透光率比值(L), 以此评价分散性和润湿性。结块重越小分散性越好, 透光率比值越大润湿性越好。

1.2.4 扫描电子显微镜(SEM)分析 将样品用双面胶固定在支持网上并喷镀金钼合金。测试时将喷金后的样品固定在试样支持器中, 先置于真空室外, 待达到一定真空度后, 移至扫描电子显微镜的电子光路中, 加速电压 20 kV, 观察并拍摄具有代表性的颗粒形貌。

2 结果与分析

2.1 蔗糖对机械活化淀粉分散性和润湿性的影响

固定机械活化淀粉用量为 20.0 g, 考察蔗糖添加量对淀粉分散性和润湿性的影响, 结果如图 1 所示。

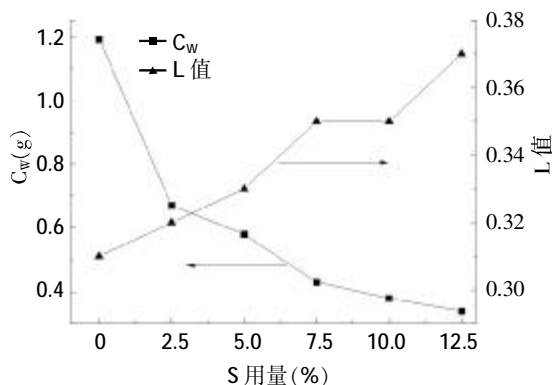


图 1 蔗糖用量对机械活化淀粉分散性和润湿性的影响

由图 1 可知, 未添加助剂的机械活化淀粉结块重为 1.19 g, 透光率比值为 0.31; 随着蔗糖量的增加, 结块重呈下降趋势而透光率比值呈上升趋势, 当蔗糖用量 7.5% 时, 结块重降至 0.43 g, 透光率比值升至 0.35, 说明蔗糖的加入可改善其分散性和润湿性。这是因为蔗糖不仅可作为制粒过程中的粘结剂, 而且样品干燥后, 蔗糖又重新形成晶体, 在淀粉颗粒之间形成“固定桥”^[14], 使样品疏松多孔。复水时, 水分从毛细管中进入, 蔗糖首先溶解, 固定作用消失, 淀粉颗粒分散开来, 均匀地分散在液相中, 从而减小结块物重量, 改善分散性。透光率比值增大, 是由于蔗糖能够提高溶液的折光系数, 使淀粉糊透明度增加; 同时, 蔗糖分子和水分子均能与淀粉分子形成氢键, 减弱淀粉分子之间形成氢键的能力, 从而改善润湿性^[15]。

2.2 麦芽糊精对机械活化淀粉分散性和润湿性的影响

固定机械活化淀粉用量为 20.0 g, 考察麦芽糊精添加量对淀粉分散性和润湿性的影响规律, 结果如图 2 所示。

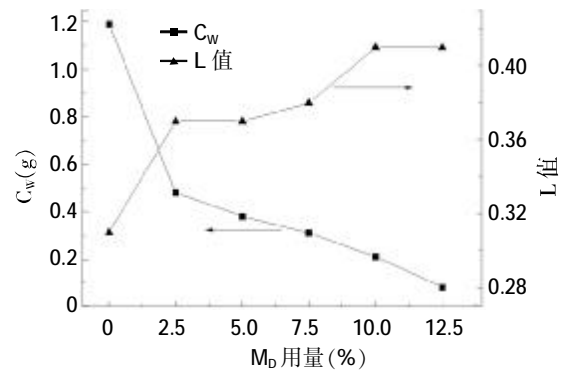


图 2 麦芽糊精用量对机械活化淀粉分散性和润湿性的影响

由图 2 可知, 当麦芽糊精用量占 2.5% 时, 机械活化淀粉结块重降至 0.48 g, 透光率比值升至 0.37, 表明麦芽糊精较蔗糖能更有效改善淀粉分散性和润湿性。麦芽糊精易溶于水, 是一种优良的乳化剂, 能够促进淀粉颗粒的形成以及调节淀粉颗粒的结构组织, 同时麦芽糊精的加入使产品体积膨胀, 淀粉颗粒间距增大, 减小范德华力与静电力的作用, 降低淀粉颗粒间相互的附着、吸引、聚集^[16-17]。与蔗糖一样, 麦芽糊精起着“固定桥”的作用, 复水时产品易分散不易结块, 使得结块重下降。麦芽糊精的添加, 使得糊液中游离的单糖、降解的多糖量增加, 因此入射光透过糊液时, 反射光减弱, 折射光增加, 淀粉糊的透光率比值随之增加。

2.3 蔗糖酯对机械活化淀粉分散性和润湿性的影响

固定机械活化淀粉用量为 20.0 g, 考察蔗糖酯添加量对淀粉分散性和润湿性的影响, 结果如图 3 所示。

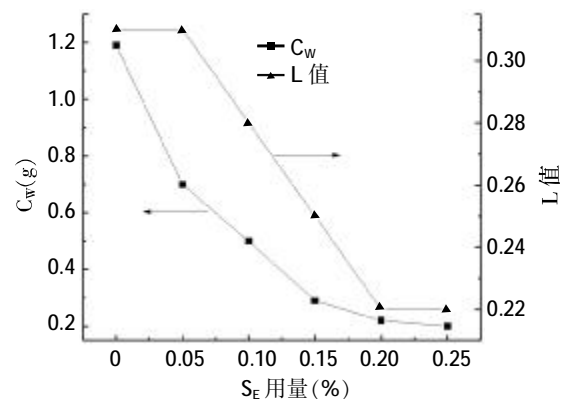


图 3 蔗糖酯用量对机械活化淀粉分散性和润湿性影响

由图 3 可知, 随着蔗糖酯的增加, 结块重和透光率比值都呈下降趋势, 在蔗糖酯添加量达 0.2% 以后, 其下降趋势趋于平缓。蔗糖酯作为一种可食用表面活性剂, 能够降低液体的表面张力, 使淀粉颗粒在复水后能够快速、均匀地分散, 使淀粉形成糊状物后不易粘结, 从而提高分散性。同时蔗糖酯作为淀粉络合剂, 其疏水基进入直链淀粉螺旋结构中^[18], 亲水基在外加强络合体的亲水性; 复水时, 水分更易渗透进入内部加快分散, 减小结块重。但蔗糖酯进入直链淀粉螺旋结构中, 增加了光的反射, 降低了光的

透过,因此当蔗糖酯的添加量从 0%到 0.2%时,结块重由原来的 1.19 g 降低到 0.22 g,透光率比值由原来的 0.31 降低到 0.22。继续加入蔗糖酯时,蔗糖酯进入直链淀粉螺旋结构已经到达饱和,结块重和透光率比值下降速度变缓慢。

2.4 扫描电镜分析

对机械活化原淀粉和修饰后的机械活化淀粉进行扫描电镜分析,结果如图 4(封三)所示。由图 4A(封三)可知,木薯原淀粉在剪切、碰撞、冲击的作用下,颗粒被撞击出凹洞、冲击成扁长型或者破碎成碎片,颗粒形态发生改变。不加辅料的机械活化淀粉制粒后主要依靠碎片淀粉和未破碎淀粉之间的粘结吸附,构成整个骨架。在复水时,水分从孔洞中进入,部分淀粉颗粒吸水溶胀,产生粘性相互粘结,使得整体不易分散;同时处于表面的淀粉颗粒吸水溶胀,相互粘结成水溶性胶质阻碍水分进一步渗入,内部颗粒难以溶解,易形成“白心”。图 4B、图 4C(封三)添加蔗糖、麦芽糊精后,由蔗糖、麦芽糊精构成“固体桥”,当水分进入后,这些物质首先溶解,固定化作用消失,淀粉颗粒分散开来,各自吸水溶胀,形成均一胶状液,因此分散性和润湿性得到改善。图 4D(封三)中蔗糖酯在水分进入后,降低水的表面张力,使得淀粉颗粒迅速分散开来,减小粘结机会,增加分散性。

3 结语

加入蔗糖、麦芽糊精能使机械活化淀粉分散性和润湿性改善,减小结块重,提高分散性;加入蔗糖酯能降低液体表面张力,使机械活化淀粉分散,减小结块重,但透光度比值下降,润湿性降低。

参考文献:

- [1] 周艳华,覃世民,胡元斌,等.冷水可溶性淀粉制备方法研究进展[J].粮食与饲料工业,2012(8):23-25.
- [2] 张慧坚,刘恩平,刘海清,等.广西木薯产业发展现状与对策[J].广东农业科学,2012(5):161-164.
- [3] 黄祖强,童张法,黎铨海,等.冷水可溶性机械活化淀粉制备工艺的研究[J].兰州理工大学学报,2006,32(1):76-78.
- [4] Huang Z Q, Lu J P, Li X H, et al. Effect of mechanical activation on physico-chemical properties and structure of cassava starch[J]. Carbohydrate Polymers, 2007, 68(1): 128-135.
- [5] 谭义秋,赵汉民,周树年,等.机械活化木薯淀粉干法制备羧甲基淀粉的研究[J].粮食与饲料工业,2009,21(9):20-23.
- [6] 熊兴耀,李晓文.微细化马铃薯淀粉糊流变特性的研究[J].中国粮油学报,2008,23(6):116-119.
- [7] Jinapong N, Suphantharika M, Jamnong P. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration [J]. Journal of Food Engineering, 2008, 84(2): 194-205.
- [8] Reyes M C, Milan C J, Gutierrez D R, et al. Instant flour from quality protein maize(Zea mays L.):Optimization of extrusion process[J].LWT-Food Science and Technology,2003, 36(7): 685-695.
- [9] Shittu T A, Lawal M O. Factors affecting instant properties of powdered cocoa beverages [J]. Food Chemistry, 2007, 100(1): 91-98.
- [10] 李光锋,彭国平,张智.速溶女贞子的制备工艺研究[J].食品与机械,2010,26(2):129-131.
- [11] Singh J, Singh N. Studies on the morphological and rheological properties of granular cold water soluble corn and potato starches[J]. Food Hydrocolloids, 2003, 17(1): 63-72.
- [12] 胡华宇,黄祖强,童张法,等.机械活化强化木薯淀粉液化的动力学研究[J].食品与机械,2008,24(1):25-28.
- [13] 程杰顺.葛粉冲溶特性的研究[D].合肥:合肥工业大学,2003.
- [14] 黄强,杨连生.超微粉技术与含淀粉速溶食品的开发[J].淀粉与淀粉糖,1999,17(4):7-8.
- [15] Arunyanart T, Charoenrein S. Effect of sucrose on the freeze-thaw stability of rice starch gels: Correlation with microstructure and freezable water [J]. Carbohydrate Polymers, 2008, 74(3): 514-518.
- [16] Takeiti C Y, Kieckbusch T G, Collares -Queiroz F P. Morphological and physicochemical characterization of commercial maltodextrins with different degrees of dextrose-equivalent [J]. International Journal of Food Properties,2010,2(13):411-425.
- [17] Wang Y, Wang L. Structures and properties of commercial maltodextrins from corn, potato, and rice starches [J].Starch-Stärke,2000,52(8-9):296-304.
- [18] Szuts A, Lang P, Ambrus R, et al. Applicability of sucrose laurate as surfactant in solid dispersions prepared by melt technology [J]. International Journal of Pharmaceutics, 2011, 410(1-2):107-110.