

文章编号: 1673-1689(2010)03-0350-04

不同干燥工艺对非晶颗粒态玉米淀粉颗粒形貌的影响

陈福泉¹, 张本山*¹, 王斌²

(1. 华南理工大学 轻工与食品学院, 广东 广州 510640; 2. 肇庆技师学院 研发中心, 广东 肇庆 526040)

摘要: 非晶颗粒态淀粉是一种特殊的淀粉物态形式, 具有颗粒性, 但不具有结晶性, 其具有较高的酶降解性、反应活性和吸附性能等。为了使非晶颗粒态淀粉工业化生产, 对非晶淀粉颗粒进行了乙醇洗涤+常压烘箱干燥、真空烘箱干燥、常压烘箱干燥、真空冷冻干燥、喷雾干燥等不同干燥工艺。结果表明, 不同的干燥工艺对非晶淀粉颗粒产生了不同的颗粒形貌。对其形貌的产生机理进行了科学的分析。

关键词: 非晶颗粒态淀粉; 颗粒; 形貌; 干燥

中图分类号: TS 236.9

文献标识码: A

Effects of Different Drying Technology on Morphology of Non-Crystal Granular Corn Starch

CHEN Fu-quan¹, ZHANG Ben-shan*¹, WANG Bin²

(1. College of Light Industry and Food Science, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China; 2. R & D Center, Zhaoqing Technical College, Guangzhou 526040, China)

Abstract: As is a special starch modality, possessing granule quality but not crystalline, Non-crystal granular corn starch has preferable enzymatic degradation, reactivity and adsorption property. Bake-drying with washing with ethanol, vacuum bake-drying, atmospheric bake-drying, vacuum freeze-drying and spray-drying were applied to dry non-crystal granular corn starch for scale-up production. It showed that different drying technology affected morphology of non-crystal starch, which was analyzed scientifically.

Key words: non-crystal granular starch, granule, morphology, drying

淀粉是一种天然多晶聚合物, 随着对淀粉结晶结构研究深入, 人们发现淀粉颗粒在某些条件下淀粉结构有序性被破坏, 具有非晶化现象。非晶化淀粉颗粒称为非晶颗粒态淀粉, 是一种变性淀粉, 其

颗粒结构发生较大变化, 使其易与其他试剂作用, 提高了淀粉的化学、物理和生物反应活性。因此可以作为原玉米淀粉的代替品, 制备各种变性淀粉^[1-3]。

收稿日期: 2009-05-25

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD27B04); 广东省科技计划项目(2007B080401010)。

* 通讯作者: 张本山(1964-), 男, 黑龙江尚志人, 工学博士, 副教授, 主要从事淀粉材料及污水处理方面的研究。

Email: zbs968@vip.sina.com

目前相当多的变性淀粉是湿法制备的,因此,干燥在变性淀粉生产过程中占有重要地位。干燥过程对淀粉产品品质、结构性质都具有很大的影响,有时甚至起到决定性的作用^[4]。针对非晶颗粒态淀粉在传统热风干燥过程中出现的糊化、结块和成膜的现象,作者研究了乙醇洗涤+常压烘箱干燥、真空烘箱干燥、常压烘箱干燥、真空冷冻干燥、喷雾干燥等不同的干燥技术对非晶颗粒态淀粉颗粒形貌、产品品质的影响。

1 实验材料

玉米淀粉:工业一级品,长春黄龙食品工业有限公司产品;乙醇(体积分数95%):化学纯,成都市联合化工试剂研究所产品;电脑恒温水浴锅:北京市永兴明医疗器械厂产品;101型电热鼓风干燥箱:北京市永兴明医疗器械厂产品;ZK-82A型真空干燥箱:上海市实验仪器总厂产品;Alpha 1-2真空冷冻干燥机:德国Martin Christ公司产品;B-290微型喷雾干燥机:瑞士BUCHI公司产品;Leo-1530VP型扫描电子显微镜:德国LEO公司产品;QA-70302离心机:上海手术器械厂产品。

2 实验方法

2.1 非晶颗粒态玉米淀粉的制备

在体积分数50%乙醇中,加入玉米淀粉配成0.25 g/mL淀粉乳,调匀后加入到带搅拌器和冷凝收集装置的密闭反应器内,并将反应器放置在恒温水浴锅中,常压下加热到85℃保温一段时间制得样品^[5]。

2.2 非晶颗粒态淀粉的干燥

上述样品分别采用以下5种干燥方法进行:1)乙醇洗涤+常压烘箱干燥:用体积分数95%乙醇洗涤样品,真空抽滤后,在常压下烘箱干燥,温度为75℃;2)真空烘箱干燥:真空抽滤后,在真空烘箱中干燥,温度为55℃,真空度为0.1 MPa;3)常压烘箱干燥:真空抽滤后,直接在常压下烘箱干燥,干燥温度75℃;4)真空冷冻干燥:真空抽滤后,在真空冷冻干燥机中干燥,冻结温度为-50℃,冻干室真空度为30 Pa;5)喷雾干燥:真空抽滤后,用蒸馏水反复洗涤样品,将洗涤后的样品调成均匀的淀粉乳,进行喷雾干燥,进风温度为175~180℃,出风温度为83~86℃,流量为8.2 mL/min。

2.3 扫描电镜测试

将待测淀粉样品置于105℃烘箱中干燥4~5 h,在红外灯下用双面胶将样品固定在样品台上,然

后喷金并将处理后的样品保存于干燥器中。测试时将样品置于扫描电子显微镜中并观察、拍摄具有代表性的淀粉颗粒形貌^[5]。

3 结果与讨论

3.1 不同干燥方法对产品品质的影响

图1是非晶颗粒态淀粉分别经过乙醇洗涤+常压烘箱干燥、真空烘箱干燥、常压烘箱干燥、真空冷冻干燥、喷雾干燥后的样品经过粉碎处理后的照片。从图1(b)、图1(e)、图1(f)中可以看出,经过乙醇洗涤+常压烘箱干燥、真空冷冻干燥和喷雾干燥后的样品呈现和原淀粉(如图1(a))类似的干粉状;从图1(c)和图1(d)中可以看出,经过真空烘箱干燥和常压烘箱干燥后的样品呈较大的半透明颗粒状。非晶颗粒态淀粉在真空烘箱干燥和常压烘箱干燥过程中出现糊化、结块和成膜现象,粉碎后得到的产品不呈粉末状。

3.2 颗粒形貌分析

图2是非晶颗粒态玉米淀粉经过不同干燥方法后的扫描电镜图。与原玉米淀粉(图2(a))相比,均有不同程度的差异。从图中表明,非晶颗粒态玉米淀粉经乙醇洗涤+常压烘箱干燥后,颗粒表面呈褶皱结构,一端形成了一个大而深的爆裂孔,整个颗粒呈蟠桃状形态;样品经真空烘箱干燥或常压烘箱干燥之后,均呈不规则形状,表面粗糙,颗粒较其它3种干燥产品大;样品经真空冷冻干燥之后,其颗粒表面粗糙,多数颗粒已破碎成片状;喷雾干燥产品的颗粒形貌与其他干燥产品有很大的区别,整个颗粒呈完全塌陷状态。

3.3 不同干燥方法的干燥机理

乙醇洗涤+常压烘箱干燥:原玉米淀粉在非晶化处理过程中,高温及颗粒膨胀作用导致了非晶颗粒态玉米淀粉表面形成褶皱结构和爆裂孔结构;经过非晶化处理后,整个颗粒吸水膨胀,表面拉伸严重。乙醇具有脱水和收缩淀粉颗粒作用,颗粒中的水分被置换出来,颗粒收缩,分子链间距缩小,整个颗粒骨架趋于稳定,在后期干燥过程中不易受热变形。

真空烘箱干燥或常压烘箱干燥:两种干燥方法的机理相似,都是由颗粒表层至内部干燥,只是真空烘箱干燥是在真空环境下进行的,脱水速率较快^[6]。淀粉经非晶化处理后,直接在常压及真空条件下烘箱鼓风干燥,非晶化处理出现的网络孔隙和孔洞受热熔融,颗粒表层糊化成膜,水分蒸发受阻,水蒸气只能撑破颗粒表面膜蒸发出去,使得颗粒表面成块脱落,造成颗粒表面粗糙。

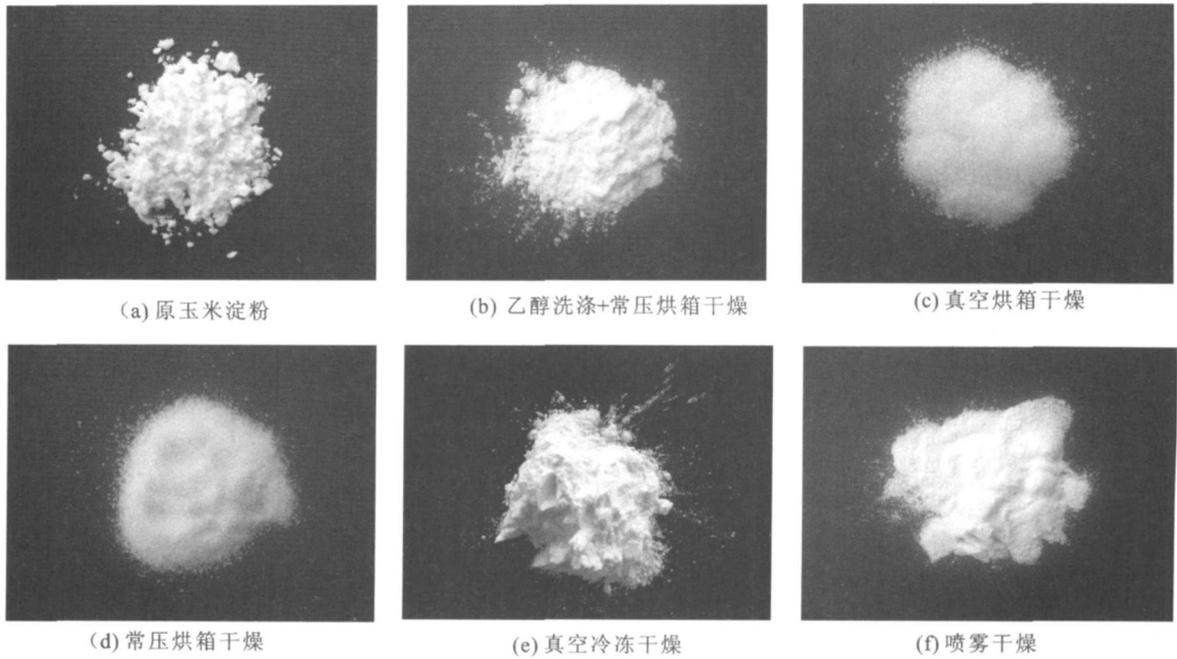


图1 不同干燥方法处理的非晶颗粒态玉米淀粉和原玉米淀粉的照片
 Fig.1 Non-crystal starch with different drying technology and natural starch

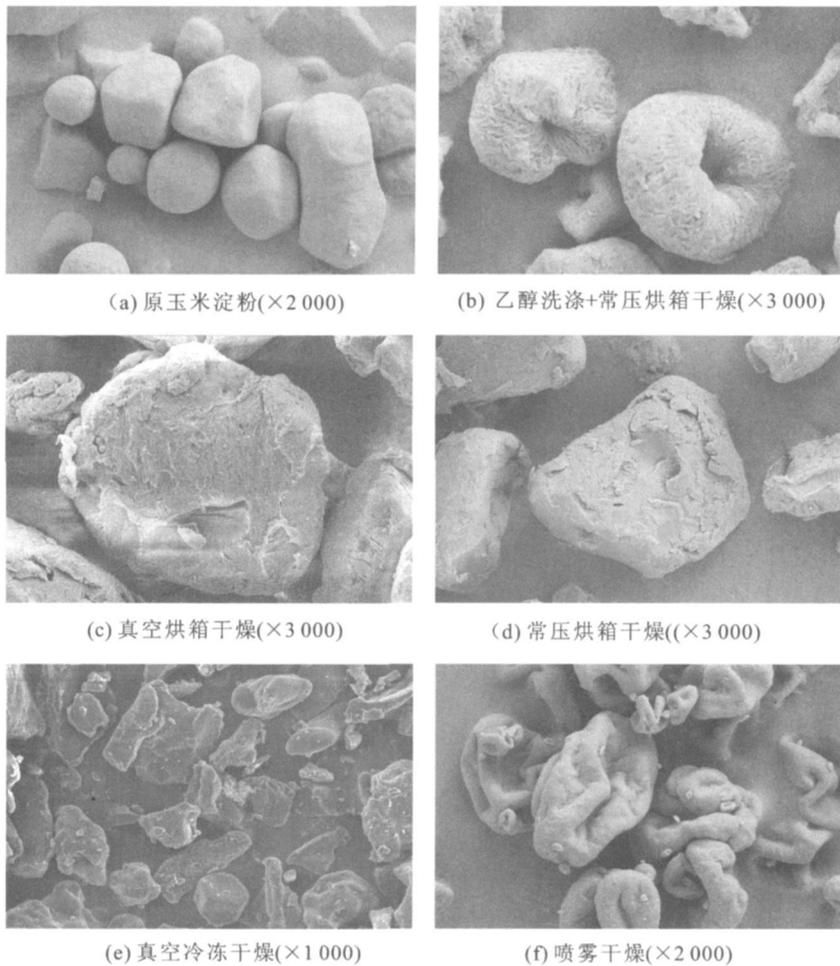


图2 不同干燥方法对非晶颗粒态玉米淀粉颗粒形貌的影响
 Fig.2 The influence of morphology of non-crystal starch with different drying technology

真空冷冻干燥:样品经完全冻结后,在一定的真空条件下使冰晶升华,从而在保持原有颗粒形状的同时达到脱水的目的^[7]。非晶颗粒态玉米淀粉在非晶化处理之后,内部含有大量自由水,部分水分子与非晶淀粉分子形成氢键,因而在冰晶形成过程中,冰晶延伸到非晶淀粉颗粒内部。非晶淀粉是由无定形结构组成,不存在结晶结构^[4],颗粒较为脆弱。当水从液态转化为固体时,水体积增大,非晶淀粉随之被破碎,形成片状。

喷雾干燥:样品利用雾化器分散为细小的雾滴,并在热干燥介质中迅速蒸发溶剂形成干粉产品的过程^[8]。淀粉乳喷雾形成雾滴后,其比表面积瞬间增大若干倍,与热空气的接触面积增大,雾滴内部水分向外迁移的路径大大缩短,提高了传热传质速率,脱水迅速且彻底,颗粒并未未来得及收缩,干燥

后期由于没有内部结晶结构的支撑,整个颗粒发生塌陷。

4 结 语

通过用不同的方法对非晶颗粒态玉米淀粉进行干燥,结果表明,干燥方法对非晶颗粒态玉米淀粉颗粒结构的破损程度、颗粒间的堆积状况、颗粒形貌都有重要的影响。非晶颗粒态玉米淀粉经乙醇洗涤、常压烘箱干燥、冷冻干燥和喷雾干燥后呈干粉状态;样品经真空烘箱干燥和常压烘箱干燥之后,出现结块和成膜现象;在上述的干燥方法中,喷雾干燥是最合适的方法,因为喷雾干燥法干燥的产品呈与原淀粉相同的干粉状,产品质量较高,成本较低,生产控制方便。

参考文献(References):

- [1] 赵永青,何小维,黄强,等.淀粉颗粒的结晶性及非晶化方法[J].现代化工,2007,11,67-69.
ZHAO Yong-qing, HE Xiao-wei, HUANG Qiang, et al. Crystallinity properties of starch granule and non-crystallization methods for it[J]. **Modern Chemical Industry**, 2007, 11, 67- 69. (in Chinese)
- [2] 田景福,张本山,王斌.乙醇溶剂法非晶颗粒态玉米淀粉酶法水解特性研究[J].食品科技,2008,7,37-39.
TIAN Jing-fu, ZHANG Ben-shan, WANG Bin. Research on enzymatic hydrolysis to ethanol's protect non-crystal granular corn starch by α -amylase[J]. **Food Science and Technology**, 2008, 7, 37- 39. (in Chinese)
- [3] 梁勇,张本山,杨连生,等.非晶颗粒态木薯淀粉微生物降解特性[J].食品与生物技术学报,2005,1,15-17.
LIANG Yong, ZHANG Ben-shan, YANG Lian-sheng, et al. Study on degradative characteristics of tapioca starch with non-crystallized granule state by microorganism[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2005, 1, 15- 17. (in Chinese)
- [4] 田玉新,魏中珊.变性淀粉干燥操作及干燥器选型[J].造纸化学品,1995,7(2):40-43.
TIAN Yu-xin, WEI Zhong-shan. The modified starch dry operation and dryer[J]. **Paper Chemicals**, 1995, 7(2):40- 43. (in Chinese)
- [5] 王斌,张本山,刘培玲.乙醇溶剂保护法制备非晶颗粒态玉米淀粉[J].食品与发酵工业,2007,3(33),75-77.
WANG Bin, ZHANG Ben-shan, LIU Pei-lin. Preparation of non-crystal granular corn starch by ethanol's protect[J]. **Food and fermentation industries**, 2007, 3(33), 75- 77. (in Chinese)
- [6] 徐成海,张世伟,赵雨霞,等.真空干燥设备的国内外发展动态[J].干燥技术与设备,2006,4(4):175-179.
XU Cheng-hai, ZHANG Shi-wei, ZHAO Yu-xia, et al. Development of vacuum-drying equipment home and abroad[J]. **Drying Technology & Equipment**, 2006, 4(4): 175- 179. (in Chinese)
- [7] Castellano I, Gurruchaga M, Goni I. The influence of drying method on the physical properties of some graft copolymers for drug delivery systems[J]. **Carbohydrate Polymers**, 1997, 34: 83- 89.
- [8] 郭宜估,王喜忠.喷雾干燥[M].北京:化学工业出版社,1983.

(责任编辑:朱明)