

文章编号: 1673-1689(2011)04-0561-04

芡实淀粉理化性质的研究

王晶¹, 张然², 王立梅², 焦素娟², 齐斌^{*2}

(1. 吉林农业大学食品科学与工程学院, 吉林 长春 130118; 2. 常熟理工学院生物与食品工程学院, 江苏 常熟 215500)

摘要: 淀粉是芡实中含量最高的组分, 其结构和性质对芡实的加工和应用至关重要。研究了芡实淀粉的表面结构, 冻融稳定性, 溶解度, 膨胀度, 透明度, 直链淀粉和支链淀粉的含量, 以及淀粉糊特征曲线等理化性质并与马铃薯和玉米淀粉进行比较。结果表明, 与马铃薯和玉米淀粉相比, 芡实淀粉的溶解度, 膨胀度, 透明度以及峰值粘度的值较低, 糊化温度的值和直链淀粉的含量较高, 冻融稳定性与玉米淀粉相近。

关键词: 芡实; 淀粉; 理化性质

中图分类号: TS 231

文献标识码: A

Study on Physico-Chemical Properties of *Euryale ferox* Starch

WANG Jing¹, ZHANG Ran², WANG Li-Mei², JIAO Su-juan², QI Bin^{*2}

(1. School of Food Science and Engineering, Jilin Agriculture University, Changchun 130118, China; 2. School of Biotechnology and Food Engineering, Changshu Institute of Technology, Changshu 215500, China)

Abstract: Starch is the highest content of *Euryale ferox*, its structure and characteristic are critical index for application. Some physical and chemical properties of *Euryale ferox* starch with potato starch and corn starch were compared in this study, including surface structure, freeze-thaw stability, solubility, swelling power, transparency, amyloes and amylopectin content and viscosity characteristic curve. The results indicated that the value of solubility, swelling power, transparency and peak viscosity is lower than that of potato or corn starch, but the pasting temperature value and the content of amylase are superior to those of potato starch or maize starch, the freeze-thaw stability is close to corn starch.

Key words: *Euryale ferox*, starch, physical and chemical properties

芡实是睡莲科芡属植物芡的成熟果仁。别名为: 鸡头米, 鸡头苞, 鸡头莲, 刺莲藕。原产于东南亚, 我国自古就有栽培, 分布于湖泊, 塘滩地, 分南欠和北欠两种。北欠产于山东北、皖北等北方地

区, 南欠产于湖南、苏南、皖南等南方地区^[1]。芡实种子内的种仁供食用, 其中含有丰富的淀粉、脂肪、钙、磷、铁、硫胺素、核黄素、尼克酸、抗坏血酸和微量胡萝卜素^[2]。有文献报道, 芡实中可以分离得到

收稿日期: 2010-09-14

基金项目: 苏州市科学技术局资助项目(KY2009051 和 SN201035)。

* 通信作者: 齐斌(1965-), 男, 吉林白城人, 工学博士, 教授, 主要从事粮食、油脂与植物蛋白工程研究。Email: qibin65@126.com

生育酚、氨基酸、葡糖基甾醇类化合物以及脑苷脂类等化合物^[3]。芡实不仅营养丰富,还有补中益气,养血安神,治疗腹泻等食疗功效^[4]。近年来,科研工作者着重研究了芡实的育种和栽培技术,芡实的化学成分,蛋白质的氨基酸组成,以及芡实的药学价值和食用方法。对芡实淀粉的研究比较少,为此,作者对芡实淀粉的常规的理化性质进行了研究,并与玉米和马铃薯淀粉的性质进行了比较,试图为芡实产品的开发和芡实淀粉的广泛应用提供一定的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

芡实购于苏州创德兴芡实实业有限公司;马铃薯淀粉和玉米淀粉购于超市;氢氧化钠,亚硫酸氢钠,乙醚,盐酸,硼酸,碘化钾,碘,标准直链淀粉和支链淀粉,均为国产分析纯。实验用水为双蒸水。

1.2 仪器与设备

紫外可见分光光度计:UV-2450,岛津公司产品;CR22G II高速冷冻离心机:日立KoKi有限公司产品;冷冻干燥机:德国Christ公司产品;旋转流变仪:MCR 301,奥地利Anton paar公司产品;扫描电子显微镜:S-3000N,日立公司产品。

1.3 方 法

1.3.1 芡实淀粉的提取 将芡实洗净,置于质量分数为0.05%的Na₂SO₃的溶液中浸泡,1 h后水洗至中性。得到的芡实经打浆机打碎后,过200目筛,收集到的滤液以3 000 r/min的转速离心15 min,弃去上清液。将下层沉淀浸泡于质量分数0.02% NaOH溶液中,搅拌均匀的悬浮液后,在4℃的冰箱中放置1 h,然后将悬浮液以3 000 r/min的转速离心15 min,弃上清液,将得到的湿淀粉冷冻干燥,即得实验所用的芡实淀粉^[5-7]。

1.3.2 淀粉的表面结构 用日立S-3000N扫描电子显微镜观察芡实淀粉的表面结构,并拍照。

1.3.3 芡实淀粉化学组分的测定 水分含量的测定:直接干燥法,按照GB/T 5009.3-2003执行;粗蛋白质含量测定:半微量凯氏定氮法,按照GB/T 5009.5-2010执行;脂肪含量的测定:索式抽提法,按照GB/T 14772-2008执行;灰分含量的测定按照GB/T 5009.4-2010执行;淀粉含量的测定:酸水解法,按照GB/T 5009.9-2008执行。

1.3.4 芡实淀粉直连淀粉含量的测定 直链淀粉的测定方法采用GB/T 15683-2008大米中直链淀粉含量的测定方法执行。

1.3.5 溶解度和膨胀度的测定 将淀粉样品配成2 g/dL的淀粉乳。在不同温度(55、65、75、85、95℃)的水浴中加热搅拌30 min,防止淀粉沉淀。在3 000 r/min下离心30 min,取上清液在蒸气浴上蒸干,于105℃烘至恒重,称重,按下式计算^[7-9]。

$$\text{溶解度}(S, \%) = \frac{A}{W} \times 100\%$$

$$\text{膨胀度}(B, \%) = \frac{P}{W(100-S)} \times 100\%$$

(S为溶解度;A为上清液蒸干恒重后的质量;W为淀粉的质量;B为淀粉的膨胀度;P为离心后淀粉糊的质量。)

1.3.6 淀粉的透明度 称取一定量的芡实淀粉,马铃薯淀粉和玉米淀粉,分别加适量的水调成质量分数为1%的淀粉乳,在沸水浴中加热、搅拌30 min,并保持淀粉乳原有体积。然后冷却到室温,在620 nm波长下,以蒸馏水为空白对照,测淀粉糊的透光率。试验重复3次,取平均值^[8-11]。

1.3.7 淀粉糊的冻融稳定性 将玉米淀粉,马铃薯淀粉,芡实淀粉分别配成质量分数8%的淀粉乳,在沸水浴中加热使其完全糊化。并保持淀粉糊的浓度不变。然后冷却至室温,在-20℃的冰箱中,冷却成胶冻。24 h后取出,置于室温解冻。5个循环后,以3 000 r/min离心20 min,弃去上清液,称沉淀物的质量,计算吸水率^[10-12]。

$$\text{吸水率} = (\text{糊质量} - \text{沉淀物质量}) / \text{糊质量} \times 100\%$$

1.3.8 淀粉的粘度曲线的测定 配置质量浓度为6 g/dL的淀粉乳,搅拌均匀后,放于流变仪淀粉测试装置的容器中,从50℃开始升温,以0.1℃/S的速率加热至95℃,保温5 min,再以0.1℃/S的速率冷却至50℃。在此温度下保温2 min。用流变仪分析软件可得随温度和时间变化的连续粘度曲线^[8,13]。

2 结果与讨论

2.1 芡实淀粉颗粒的形态

芡实淀粉颗粒的电镜扫描结果如图1所示。图1显示,芡实淀粉颗粒的形状不规则,绝大多数为多角形;芡实淀粉颗粒大小均匀,且淀粉颗粒完整,表面光滑,没有裂缝。

2.2 芡实淀粉化学组分的分析

经测定,制备的芡实淀粉中蛋白质质量分数为0.04%,淀粉质量分数高达84.6%。各项指标均达到淀粉分析测试要求。

2.3 3种淀粉中直链淀粉质量分数的比较

由表1可知,3种淀粉中直链淀粉质量分数的关

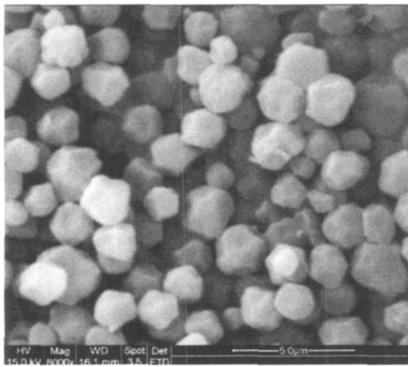


图1 芡实淀粉颗粒的扫描电镜照片

Fig.1 Scanning electron micrographs of Gordon euryale starch

系为: 芡实淀粉> 玉米淀粉> 马铃薯淀粉。其中, 芡实淀粉中直链淀粉质量分数约是马铃薯的2倍。

表1 3种淀粉中直链和支链淀粉质量分数

Tab.1 Amylose and amylopectin contents of three starches

| 淀粉 | 直链淀粉质量分数/% | 支链淀粉质量分数/% |
|-------|------------|------------|
| 芡实淀粉 | 42.44 | 57.56 |
| 玉米淀粉 | 25.68 | 74.32 |
| 马铃薯淀粉 | 20.21 | 79.79 |

2.4 芡实淀粉的溶解度和膨胀度

淀粉的溶解度和膨胀度随着温度升高而增大, 这主要由于淀粉颗粒受热糊化时, 淀粉粒吸收的能量可以破坏淀粉分子间形成的氢键, 导致淀粉分子间的作用力减弱, 水分子进入淀粉颗粒的非结晶区, 与非结晶区的一些游离的亲水基团作用, 使淀粉颗粒吸水膨胀。同时, 未结晶部分的直链淀粉受热逐渐溶于水, 从而使淀粉的溶解度随着温度的上升而增加^[8]。结果如图2所示, 在75℃以下芡实淀粉的溶解度和膨胀度随温度的升高缓慢增大, 两者的值均低于4%。继续升温, 淀粉的溶解度和膨胀度迅速增大。这就证明, 芡实淀粉溶液在75℃开始进入糊化阶段。由表2可知, 在95℃时, 芡实淀粉的溶解度和膨胀度低于玉米和马铃薯淀粉, 这主要是由于芡实淀粉颗粒与玉米淀粉和马铃薯淀粉相比, 有比较紧密的内部结构。

2.5 芡实淀粉的透明度

3种淀粉透明度的大小为马铃薯淀粉69.18%> 玉米淀粉51.25%> 芡实淀粉33.88%。直链淀粉含量是影响3种淀粉透明度的最主要原因之一, 直链淀粉含量越高的淀粉透明度越低^[12]。这与本实验在2.3中所得的3种淀粉的直链淀粉含量的大小关系相符。除直链淀粉含量的影响外, 淀粉颗粒

的磷含量和粒度的大小也会对淀粉的透明度有一定的影响, 这也可能是3种淀粉的透明度存在差异的原因^[12]。

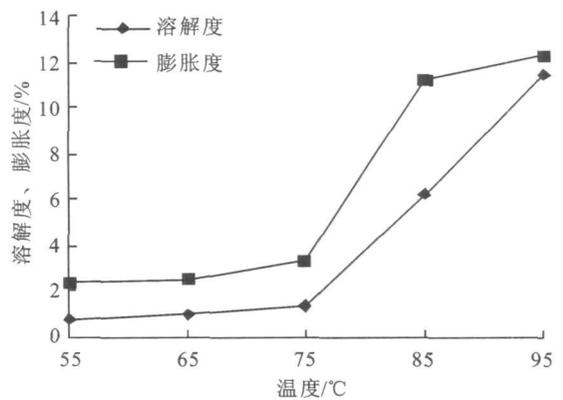


图2 温度对芡实淀粉的溶解度和膨胀度的影响

Fig.2 Effect of temperature on swelling and solubility of Gordon euryale starch

表2 在95℃下3种淀粉的溶解度和膨胀度

Tab.2 Swelling and solubility value of three starches at 95℃

| 淀粉 | 溶解度/% | 膨胀度/% |
|-------|-------|-------|
| 芡实淀粉 | 11.49 | 12.29 |
| 玉米淀粉 | 24.05 | 20.21 |
| 马铃薯淀粉 | 80.03 | 69.26 |

2.6 芡实淀粉的冻融稳定性

淀粉凝胶经冷冻与融化处理后, 它的胶体结构遭到破坏, 游离的水从中析出^[8]。芡实淀粉的吸水率的值与玉米淀粉相近, 约是马铃薯淀粉的2倍。淀粉的吸水率越低, 冻融稳定性越好。因此, 芡实淀粉糊的冻融稳定性远不及马铃薯淀粉。淀粉糊冻融稳定性与淀粉颗粒的溶胀度, 淀粉分子的结构密切相关。由2.4的结论可知, 与玉米和马铃薯淀粉性比较, 较低的溶胀度和紧密的颗粒结构可能是造成芡实淀粉冻融稳定性差的原因之一。

2.7 芡实淀粉粘度特征

由表3可知, 淀粉的出峰时间越长, 淀粉糊化的温度越高。3种淀粉的糊化温度大小为芡实淀粉> 玉米淀粉> 马铃薯淀粉。这主要是因为不同种类的淀粉, 淀粉分子间结合力不同。小颗粒淀粉内部结合较紧密, 破坏分子微晶束需要的外能大, 糊化温度比大颗粒的淀粉高。表3中还可以看出, 3种淀粉最大粘度的关系为马铃薯淀粉> 玉米淀粉> 芡实淀粉, 峰值粘度是由于淀粉颗粒吸水膨胀后糊液粘度增加所致, 因此淀粉的峰值粘度可以反映其膨胀能力。由此结果又可进一步的证实, 考察的3种淀粉中, 芡实淀粉的膨胀能力最差。

表3 各种淀粉的糊化特征参数

Tab. 3 The pasting characteristic parameter of different starches

| 淀粉 | 出峰时间/ min | 最大粘度/ cp | 糊化温度/ ℃ | 最小粘度/ cp | 破损值/ cp | 最终粘度/ cp |
|-------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| 芡实淀粉 | 8.3 | 41.7 | 74.3 | 31.4 | 10.3 | 138.3 |
| 马铃薯淀粉 | 6.2 | 2626.0 | 65.0 | 1006.0 | 1620.0 | 1578.0 |
| 玉米淀粉 | 8.1 | 572.5 | 71.1 | 143.2 | 429.3 | 658.1 |

3 结语

1) 制备的芡实淀粉颗粒形状不规则, 大多数为

参考文献(References):

- [1] 赵有为. 中国水生蔬菜[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [2] 江苏新医学院. 中药大词典[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1995.
- [3] Zhao H R, Zhao S X, Dominique Guinaume, et al. New cerebrosides from *Euryale ferox* [J]. *J Nat Prod*, 1994, 57(1): 138-142.
- [4] 谭胜兵, 金婷. 芡实的营养保健功能及其开发利用[J]. 食品工程, 2008(3): 8-10.
TAN Sheng-bing, JIN Ting. Nutritive and health care function and development of *Euryale ferox* starch[J]. *Food Engineering*, 2008(3): 8-10. (in Chinese)
- [5] Senay Simsek, Mehmet Caglar Tulbek, Yuan Yao, et al. Starch characteristics of dry peas (*Pisum sativum L.*) grown in the USA [J]. *Food Chemistry*, 2009, (115): 832-838.
- [6] 缪铭, 江波, 张涛, 等. 不同品种鹰嘴豆淀粉的理化性质研究[J]. 2008, 29(6): 79-82.
MIAO Ming, JIANG Bo, ZHANG Tao, et al. Physico-chemical Properties of Starch from Kabuli and Desi Chickpea Cultivars [J]. *Food Chemistry*, 2009, (115): 823-838. (in Chinese)
- [7] 陈福泉, 张本山, 王斌. 不同干燥工艺对非晶颗粒玉米淀粉颗粒形貌的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2010, 29(3): 350-350.
CHEN Fu-quan, ZHANG Ben-shan, WANG Bin. Effect of different drying technology on morphology of non-crystal granular [J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2010, 29(3): 350-350. (in Chinese)
- [8] 张燕萍. 变性淀粉制造与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [9] 曾绍校, 林瓊缘, 郑宝东. 莲子淀粉糊的特性研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(18): 74-78.
ZENG Shao-xiao, LIN Yuan-yuan, ZHENG Dong-bao. Studies on characteristics of Lotus-seed starch [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2009, 25(18): 74-78. (in Chinese)
- [10] 翟琨, 覃海兵, 洪雁. 魔芋淀粉理化性质研究[J]. 食品科学, 2008, 29(9): 59-61.
ZHAI Kun, TAN Hai-bing, HONG Yan. Studies on Physico-chemical properties of Konjac starch [J]. *Food Science*, 2008, 29(9): 59-61. (in Chinese)
- [11] 王素雅, 曹崇江. 慈姑淀粉的性质研究[J]. 食品与发酵工业, 2008, (10): 41-42.
WANG Su-ya, CAO Chong-jiang. Studies on properties of arrowhead starch [J]. *Food and Fermentation Industries*, 2008, (10): 41-42. (in Chinese)
- [12] 陈恋. 蕨根淀粉理化性质及抗性淀粉制备工艺的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [13] 杜双奎, 于修焯, 问小强, 等. 红小豆淀粉理化性质研究[J]. 食品科学, 2007, 28(12): 92-94.
DU Chuang-kui, YU Xi-zhu, WEN Xiao-qiang, et al. Physicochemical properties of red bean starch [J]. *Food Science*, 2007, 28(12): 92-94. (in Chinese)
- [14] Koohj, Parkash, Jojs, et al. Physicochemical characteristics of 6-year-old Korean ginseng starches [J]. *LWT*, 2005, (38): 801-807.
- [15] Kim Y S, Wiesenborn D P, Lorenzen J H, et al. Suitability of edible bean and potato starch noodles [J]. *Cereal Chemistry*, 1996, (73): 302-308.

多角形。经化学组分分析, 符合国家二级工业淀粉的质量标准, 可用于淀粉理化性质的检测与分析。芡实淀粉中直链淀粉的含量约是马铃薯的2倍。

2) 芡实淀粉的溶解度和膨胀度随温度的升高而增大, 且在相同的温度下, 其值低于马铃薯和玉米淀粉。芡实淀粉的透明度的值比马铃薯和玉米淀粉低, 冻融稳定性与玉米淀粉相近。

3) 与玉米和马铃薯淀粉相比, 芡实淀粉的峰值粘度最低, 糊化温度最高, 这进一步说明芡实淀粉的分子间的结合力大, 排列紧密。