

微山湖野生白莲子淀粉的性质研究

刘楠, 乔旭光*, 赵艳艳

(山东农业大学食品科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘要: 淀粉是莲子的主要成分, 其结构和性质直接关系到莲子的加工和应用。本实验研究了微山湖野生白莲子淀粉的直链淀粉含量、透明度、溶解度、膨润力和冻融稳定性等特性, 以及淀粉浓度、温度、糊化时间、剪切速率等对淀粉糊黏度的影响, 为开发莲子深加工产品提供理论基础。

关键词: 莲子; 淀粉; 特性

Study on Properties of Weishanhu Lake Wild Lotus Starch

LIU Nan, QIAO Xu-guang*, ZHAO Yan-yan

(College of Food Science and Technology, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

Abstract: Starch is the main composition of lotus seed. Its structure and character can influence the process of lotus seed. So some properties of the Weishanhu Lake wild lotus seed starch were studied, including the amylose content, paste clarity, solubility, swelling power and the free-thaw stability. Concentration, temperature, time and shear rate, etc. affecting viscosity properties of the lotus seed were studied. This study can provide theoretical basis for processing of lotus seed products.

Key words: lotus seed; starch; property

中图分类号: TS235.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)02-0151-04

莲子是睡莲科植物莲的种子, 主要产区有湖南、湖北、江苏、江西、福建、浙江, 其产量占全国总产量的三分之一, 其中尤以湖南红莲子最为丰富品质也为佳, 以山东微山湖的野生白莲子较为有名。莲子含有多种生物碱、金丝桃苷、芸香苷、天门冬素、VB₆、尼克酸、莲子碱等^[1]。中老年人特别是脑力劳动者经常食用, 可以健脑, 增强记忆力, 提高工作效率, 并能预防老年痴呆的发生。由于莲子极高的营养价值和食疗效果, 使其具有极高的开发利用价值和广阔市场前景。

虽然莲子自古就是食药两用的保健佳品, 而且资源丰富, 但是其质地坚硬、不耐贮藏、食用不便、加工单一, 这就大大限制了莲子作用的充分发挥。莲子早期的产品种类也比较单一, 大多为半成品和罐装食品。随着食品加工技术的发展和人民生活水平的提高, 这些产品已不能满足广大民众的需要。故本研究对微山湖野生白莲子中主要成分淀粉的性质进行研究, 以期对莲子深加工产品的开发和莲子淀粉的广泛应用提供理论依据, 促进莲子资源的合理利用。

1 材料与方 法

1.1 材 料

微山湖野生白莲子 山东省济宁市微山湖。

直链淀粉、支链淀粉 Sigma 公司; AgNO₃、碘、KI、可溶性淀粉、NaOH、冰乙酸等均为分析纯。

1.2 仪 器 与 设 备

MODEL DV-III 流变仪 美国 Brookfield 公司; HH-4 型数显恒温水浴锅 常州国华电器有限公司; Adventurer 通用型电子分析天平 上海奥豪斯仪器有限公司; WFZUV2000 紫外可见分光光度计 尤尼柯仪器有限公司; Allegra 64R 型高速冷冻离心机 美国 Beckman 公司。

1.3 方 法

1.3.1 淀 粉 的 提 取

实验室采取水磨法^[2]提取淀粉, 将莲子去皮, 去芯, 捣碎后水洗搅拌, 过 100 目筛, 沉淀, 静置 6 h, 去上层浆水, 加水洗涤沉淀淀粉, 过 200 目筛, 收集筛下部分, 再重复加水洗涤沉淀 5 次, 取下沉淀粉, 置于烘箱中于 45℃ 烘干, 再过 100 目筛, 筛下的即为莲子淀粉。

1.3.2 透 明 度 的 测 定

收稿日期: 2007-01-10

作者简介: 刘楠(1981-), 女, 硕士研究生, 主要从事园产食品加工研究。E-mail: nature12281981@163.com

*通讯作者: 乔旭光(1965-)男, 教授, 博士, 主要从事园产食品加工研究。E-mail: xgqiao@sdau.edu.cn

淀粉透明度采用 Stuart^[3]的方进行测定。称取 0.2g 淀粉, 倒入 20ml 具塞刻度试管中, 然后加入 20ml 蒸馏水调成 1% 的淀粉乳。混匀后, 在沸水浴中加热 30min。每隔 5min, 充分振荡试管数次。冷却至室温, 以蒸馏水做对照, 测定 650nm 下的透光率。

1.3.3 溶解度的测定

根据 Anderson^[4]的方法测定。将 50ml 的离心管称重, 加入 2.5g 淀粉样品, 用 30ml 30℃ 的水调成淀粉乳, 周期性振荡 30min, 然后在 3000r/min 下离心 10min。上清液倾入已称重的蒸发皿。将上清液干燥后称重, 占淀粉干物质的百分比即为淀粉的溶解度。

1.3.4 膨润力的测定^[5]

称取 0.2g 淀粉于具塞玻璃试管中, 加入 5ml 0.1% 的 AgNO₃。试管放在 70℃ 的水浴中振荡加热 10min, 然后转入沸水浴中充分糊化 20min, 试管使用 20℃ 的冷水冷却 5min, 最后在 1700r/min 下离心 4min, 小心倒出上清液, 沉淀物的质量与淀粉样品的质量之比即为淀粉的膨润力 (SP)。

1.3.5 冻融稳定性的测定

淀粉的冻融稳定性根据 Yuan 和 Thompson^[6]的方法进行测定。用 30ml 注射器吸取 25g 10% 的淀粉乳, 将注射器密封后于 95℃ 的水浴中加热 30min。在加热过程中, 前 15min 每隔 5min 倒转注射器 5 次。加热结束后, 将注射器冷却至室温, 然后将淀粉糊注入预先称重的 1.5ml 微型离心管中。每个样品分装 10 支离心管。分装完成后, 对其逐一称重, 并计算出淀粉糊的净重。将离心管放在 -18℃ 进行冷冻 24h 后, 所有的离心管都拿出冷冻室并在室温下放置 4h。从每个样品中取出一支离心管, 在 10000r/min 下离心 10min。离心结束后, 将离心管立即拿出并使离心管管口朝下, 倒出析出的自由水, 并对离心管进行称重。淀粉的脱水收缩率指的是从淀粉糊中析出的水量与总淀粉糊的重量之比。其余的离心管放入冷冻室中继续进行冻融循环。在本研究中共进行 9 次冻融循环。

1.3.6 直链淀粉含量的测定^[7]

1.3.6.1 标准曲线的绘制

直链淀粉标准溶液的配制: 称取 0.1g 直链淀粉标样于 100ml 烧杯中, 加入 1.0ml 的无水乙醇, 充分湿润样品, 再用移液管加入 9.0ml 1mol/L 的氢氧化钠溶液, 在 85℃ 的水浴中分散 10min, 迅速冷却, 移入 100ml 容量瓶中, 用 70ml 水洗涤烧杯 3~4 次, 洗涤液一并移入容量瓶中, 加水至刻度, 剧烈摇匀。此 1ml 标准分散液中含 1mg 直链淀粉。

支链淀粉标准溶液的配制: 称取 0.1g 支链淀粉标样于 100ml 烧杯中, 加入 1.0ml 的无水乙醇, 充分湿润样

品, 再用移液管加入 9.0ml 1mol/L 的氢氧化钠溶液, 在 85℃ 的水浴中分散 10min, 迅速冷却, 移入 100ml 容量瓶中, 用 70ml 水洗涤烧杯 3~4 次, 洗涤液一并移入容量瓶中, 加水至刻度, 剧烈摇匀。此 1ml 标准分散液中含 1mg 支链淀粉。

实验空白: 2.5ml 0.09mol/L 的氢氧化钠溶液。

标准系列溶液的制备: 按表 1 将一定体积的直、支链淀粉标准分散液及 2.0ml 0.09mol/L 的氢氧化钠溶液混匀。

表 1 淀粉标准溶液
Table 1 Standard solution system of starch

直链淀粉含量 (%) (干基)	混合溶液组成 (ml)		
	直链淀粉	支链淀粉	0.09mol/L 氢氧化钠
0	0	18.0	2.0
10.0	2.0	16.0	2.0
20.0	4.0	14.0	2.0
25.0	5.0	13.0	2.0
30.0	6.0	12.0	2.0

显色: 准确移取 2.5ml 标准系列溶液于 50ml 比色管中, 比色管中预先加入 25ml 水, 加 0.5ml 1mol/L 的乙酸溶液, 混匀, 再加入 1.0ml 碘试剂, 加水至刻度, 塞上塞子, 摇匀, 静置 20min。

测定: 用分光光度计将试样空白溶液调零, 分别在 510nm 与 620nm 处测吸光度。

标准曲线的绘制: 以 620nm 与 510nm 的吸光度之差为纵坐标, 直链淀粉含量为横坐标, 绘制标准曲线。直链淀粉含量以淀粉干基质量的百分比表示。得回归方程为: $Y=0.014X-0.0989$, $R^2=0.9994$ 。

1.3.6.2 含量测定

样品溶液的制备: 称取 0.1g 淀粉样品于 100ml 烧杯中。用移液管小心地向淀粉样品中加入 1.0ml 的无水乙醇, 将粘附于杯壁上的试样全部冲下, 充分湿润样品, 再用移液管加入 9.0ml 1mol/L 的氢氧化钠溶液, 在 85℃ 的水浴中分散 10min, 迅速冷却, 移入 100ml 容量瓶中, 用 70ml 水洗涤烧杯 3~4 次, 洗涤液一并移入容量瓶中, 加水至刻度, 剧烈摇匀。

显色: 准确移取 2.5ml 样品溶液于 50ml 比色管中, 比色管中预先加入 25ml 水, 加 0.5ml 1mol/L 的乙酸溶液, 混匀, 再加入 1.0ml 碘试剂, 加水至刻度, 塞上塞子, 摇匀, 静置 20min。

测定: 用分光光度计将试样空白溶液调零, 在 620nm 处测吸光度。每一样品定容溶液取两份平行测定。

根据吸光度在标准曲线上查出样品的直链淀粉含量, 或根据标准曲线的回归方程计算出样品的直链淀粉含量。

1.3.7 淀粉糊的黏度测定

称取一定量的淀粉样品，加适量的水调成预定浓度的淀粉乳，在一定温度下加热，使之糊化，然后冷却到室温，用黏度计测定其糊的黏度。

2 结果与分析

2.1 淀粉的透明度与直链淀粉的含量

不同种类的淀粉形成的糊，其透明度不一样。在植物淀粉中，由于所含的直链淀粉与支链淀粉的百分比不同，其分子结构排布不同，颗粒大小也不同。颗粒大的淀粉较易膨胀糊化，糊的透明度较高，颗粒小的淀粉较难膨胀糊化，糊的透明度就会偏低^[8]。而且通常直链淀粉含量高的淀粉透明度低。这是因为具有高直链淀粉的淀粉分子流动动力学半径较大，在糊液中空间位阻较大，易通过形成分子内氢键呈卷曲状态，分子与分子之间难形成平行取向，即分散性较好^[9]。实验测得的微山湖野生白莲子淀粉的直链淀粉含量为23.99%，支链淀粉含量为76.01%，透明度为23%。

2.2 淀粉的溶解度与膨润力

淀粉粒不溶于冷水，把天然干燥淀粉置于冷水中，水分子只是简单地进入淀粉粒的非结晶部分，与游离的亲水基相结合，淀粉粒慢慢地吸收少量水分^[10]。虽然天然淀粉几乎不溶于冷水，但是不同品种的淀粉，其溶解度也有所不同。由于淀粉颗粒结构的差异，决定了不同淀粉品种之间溶解度存在差异。马铃薯淀粉颗粒大，颗粒内部结构较弱，其溶解度相对较高^[11]；而玉米淀粉颗粒小，颗粒内部结构紧密。并且含较高的脂类化合物，会抑制淀粉颗粒的膨胀和溶解，溶解度相对较低^[11]。微山湖野生白莲子淀粉与玉米淀粉较为类似，其溶解度比较小，实验测得微山湖野生白莲子淀粉的溶解度为1.6%。

膨润力是指淀粉的膨胀能力。膨润力高则淀粉颗粒易与水分子作用或易吸水膨胀，溶解性较好。膨润力与溶解度反映淀粉与水之间相互作用的大小。生长在地上的植物淀粉和地下的植物相比，其膨润力较低。马铃薯淀粉的膨润力就比玉米淀粉的大得多，而绿豆淀粉的膨润力则介于两者之间^[12]。本实验测得微山湖野生白莲子淀粉的膨润力为7.57%。

2.3 淀粉的冻融稳定性

淀粉糊的冻融稳定性是指淀粉糊在经过一段时间冷冻后，取出融化，仍能保持原来的胶体结构的性质。由图1中数据可见，淀粉糊经过9次冻融循环后，析水率高达47%，这说明微山湖野生白莲子淀粉的冻融稳定性差，经冻融离心后，会析出大量清水，变成海绵状，完全失去了原来的胶体结构。

2.4 淀粉糊的黏度

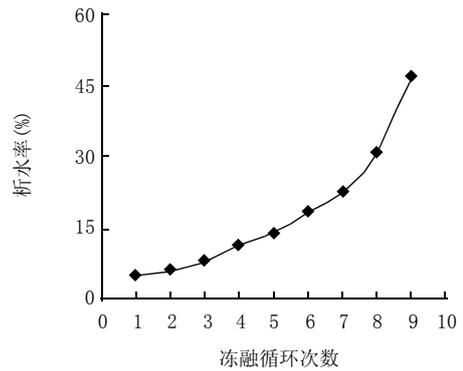


图1 淀粉的冻融稳定性

Fig.1 Free-thaw stability of starch

2.4.1 淀粉浓度对淀粉糊黏度的影响

淀粉糊黏度是淀粉样品糊化后的抗流动性。选取淀粉浓度分别为2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%的淀粉糊，流变仪转速为150r/min条件下测定其黏度，淀粉糊黏度与淀粉浓度的关系如图2所示。

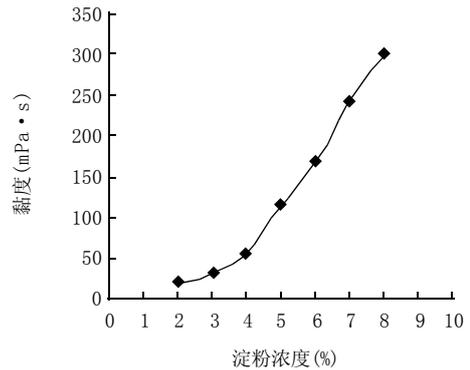


图2 淀粉浓度对淀粉糊黏度的影响

Fig.2 Effects of concentration on viscosity of starch paste

从图2可以看出，在相同条件下，随着淀粉浓度的增加，淀粉糊黏度明显升高，这是因为淀粉含量增加，使部分淀粉分子相互连结，聚合度增加。

2.4.2 糊化时间对淀粉糊黏度的影响

浓度为5%的淀粉糊，糊化温度为80℃、糊化时间为10~40min、流变仪转速为150r/min条件下测定黏度，其糊化时间与淀粉糊黏度的关系如图3所示。

由图3可以看出，随着糊化的进行，黏度增大，再继续加温，黏度增高并达到峰值，此后黏度开始下降。糊化时间为20min时，淀粉糊黏度达到最大值。

2.4.3 糊化温度对淀粉糊黏度的影响

浓度为5%的淀粉糊，糊化温度在75~95℃之间变化，流变仪转速为150r/min条件下测定其黏度，其温度与黏度的关系如图4所示。

由图4可以明显看出，淀粉糊的黏度随温度升高呈

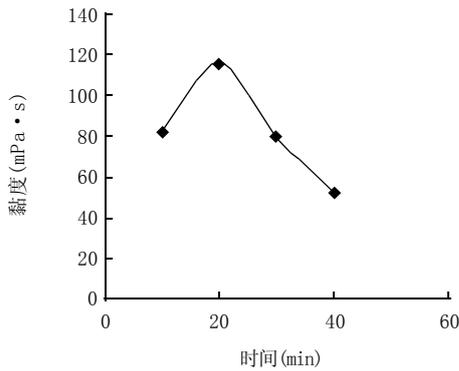


图3 糊化时间对淀粉糊黏度的影响
Fig.3 Effects of pasting time on viscosity of starch paste

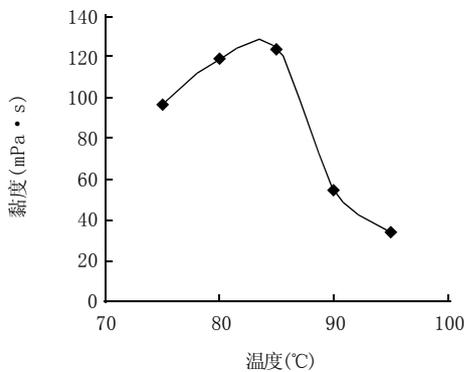


图4 糊化温度对淀粉糊黏度的影响
Fig.4 Effects of pasting temperature on viscosity of starch paste

现出先升高后降低的趋势。在温度较低时,随着糊化的进行,黏度迅速增大。当温度在80~85℃时,黏度达到了最大值,继续升温,黏度开始下降。这是因为淀粉乳加热到一定温度,淀粉颗粒开始膨胀,偏光十字消失。温度继续上升,淀粉颗粒继续膨胀,晶体的结构消失,互相接触,变成稠状液体,黏度增大并达到峰值。此时淀粉糊温度继续升高,促进了分子间的运动,提高了分子间的相互作用,从而使其黏度下降。

2.4.4 剪切速率对淀粉糊黏度的影响

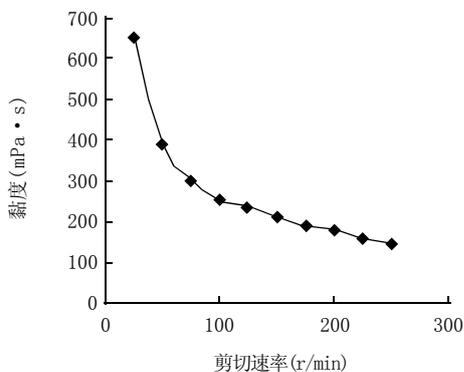


图5 剪切速率对淀粉糊黏度的影响
Fig.5 Effects of share rate on viscosity of starch paste

浓度为5%的淀粉乳,转速在25~250r/min范围内变化时,其剪切速率与黏度的关系如图5所示。

从图5中可以看出,淀粉糊受剪切速率的影响降幅大,其黏度随着剪切速率的增加而降低,属于假塑性流体^[13]。在开始时,剪切速率较低,淀粉糊呈现出比较高的表观黏度,随着剪切速率的不断增大,流体的黏度呈现出不断下降的趋势。由此可知,淀粉糊属于剪切变稀体系。这有利于莲子饮料的加工制作。在较高的剪切速率下进行加工,可以降低莲子糊的表观黏度,使莲子汁容易加工,减少了能量的消耗。

3 结论

微山湖野生白莲子淀粉的直链淀粉含量为23.99%,支链淀粉含量为76.01%,透明度为23%,溶解度为1.6%,膨润力为7.57%。淀粉经过9次冻融循环后,析水率达到47%,冻融稳定性较差,不适合应用于冷冻食品的制作。

微山湖野生白莲子淀粉糊的黏度受浓度、温度和糊化时间的影响,一般随淀粉乳浓度的增大而增大,随温度的升高与糊化时间的延长,皆呈先上升后下降的趋势。淀粉糊属于假塑性流体,随着剪切速率的不断增大,流体的黏度则不断下降。微山湖野生白莲子淀粉糊的这种特性有利于其应用于饮料加工。

参考文献:

- [1] 中国预防医科院. 食品成分表[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1992: 160-161.
- [2] 郑诗超, 屠大伟, 宋来庆. 南瓜淀粉的性质研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2003(5): 50-59.
- [3] STUART A S. Starch paste charity[J]. Cereal Chemistry, 1989, 66(3): 173-182.
- [4] ANDERSON R A, CONWAY H F, PFEIFER V F, et al. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking[J]. Cereal Science Today, 1969, 14(1): 4-12.
- [5] 周世英, 顾正彪. 乙酰化二淀粉磷酸酯性质的研究[J]. 无锡轻工业学院学报, 1990, 9(4): 36-40.
- [6] YUAN R C, THOMPSON D B. Freeze-thaw stability of three waxy maize starches pastes measured by centrifugation and calorimetry[J]. Cereal Chemistry, 1998, 75(4): 571-573.
- [7] GB/T 15683 稻米直链淀粉含量的测定[S].
- [8] 黄来发. 食品增稠剂[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.
- [9] 罗志刚, 高群玉, 杨连生. 甘薯淀粉性质的研究[J]. 食品科技, 2004(2): 15-17.
- [10] 邓宇. 淀粉化学品及其应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [11] 顾正彪, 冯鹏. 荸荠淀粉的特性研究[J]. 中国粮油学报, 1994, 9(3): 33-37.
- [12] 洪雁, 顾正彪. 粉丝用淀粉的结构和性质的研究[J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(1): 28-32.
- [13] 李里特. 食品物性学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.