

# 江西产泽泻淀粉理化特性的研究

易 醒<sup>1,2</sup>, 张建平<sup>2</sup>, 肖小年<sup>1</sup>

(1.南昌大学 食品科学教育部重点实验室, 江西 南昌 330047; 2.南昌大学中德食品工程中心, 江西 南昌 330047)

**摘 要:** 研究了泽泻淀粉的颗粒形态和大小、老化值、蓝值、透明度、消化率及黏度, 并进行了差示扫描量热(DSC)分析。结果表明, 泽泻淀粉颗粒多呈椭圆的腰形, 少数圆形, 颗粒直径范围为6~20 $\mu\text{m}$ ; 泽泻淀粉在浓度为4%, pH8.0时, 老化值最小; 淀粉的糊化温度范围为56.09~81.89~100.80 $^{\circ}\text{C}$ , 反应热焓 $\Delta H$ 为217.1162J/g; 泽泻淀粉与木薯淀粉、玉米淀粉相比, 蓝值和透明度较低, 其抗酶解性高, 其黏度呈二段上升趋势。

**关键词:** 泽泻; 淀粉; 理化特性

## Study on Characteristics of *Rhizoma Alismatis* Starch Harvested from Jiangxi Province

YI Xing<sup>1,2</sup>, ZHANG Jian-ping<sup>2</sup>, XIAO Xiao-nian<sup>1</sup>

(1.Key Laboratory of Food Science, Ministry of Education, Nanchang University, Nanchang 330047, China;

2.Sino-German Food Engineering Center, Nanchang University, Nanchang 330047, China)

**Abstract:** Some physicochemical properties of *Rhizoma Alismatis* starch were investigated, including the shape and size of granule, retrogradation, blue value, clarity, enzymatic digestibility and viscosity. Differential scanning calorimetry (DSC) was used to determine the thermal behaviors of the starch. Results showed that most granules are oval waist shape and only few ones are spherical. The range of the starch particle size is 6 to 20  $\mu\text{m}$ . The value of retrogradation is minimal when the starch concentration is 4% at pH 8.0. The gelatinization temperature range is 56.09 to 81.89 to 100.80  $^{\circ}\text{C}$  and the enthalpy ( $\Delta H$ ) is 217.1162 J/g. The starch, compared with cassava starch and corn starch, is of lower blue value and clarity as well as higher enzymatic digestibility. The increase of starch viscosity depending on temperature consists of two phases.

**Key words:** *Rhizoma Alismatis*; starch; physicochemical property

中图分类号: TS201

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)11-0102-04

泽泻为泽泻科植物泽泻(*Alisma orientalis* (Sam.) Juzep.)的块茎, 它是应用历史十分悠久的一味中药, 为历代本草著作和《中国药典》收载。泽泻的传统产区为江西、福建和四川。中医文献记载泽泻对人体有“养五脏, 益气力”的补益功效。在保健药膳中, 泽泻也被广泛地应用。近年关于泽泻的研究已有多篇综述<sup>[1-3]</sup>。泽泻具有多种作用, 如利尿、降血脂、调节免疫、降血糖等。

泽泻主要的化学成分是泽泻醇类, 另外, 泽泻中还含有甾醇、氨基酸、多糖、挥发油、树脂、蛋白质、淀粉等成分, 其中泽泻淀粉约占总体成分的25%<sup>[3]</sup>。有关泽泻淀粉的研究报道较少, 目前仅有关于四川产泽泻淀粉的研究报道<sup>[4-5]</sup>, 而江西产泽泻淀粉尚无报道。本研究以产自江西的泽泻为材料, 提取淀粉, 分析淀粉

的理化特性, 旨在为泽泻的开发利用提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

泽泻购自江西广昌县, 按中药炮制规范得到饮片, 用于淀粉提取; 木薯淀粉和玉米淀粉 江西省洪城大市场农贸超市;  $\alpha$ -淀粉酶(耐温型) 诺维信酶制品有限公司; 氢氧化钠、浓盐酸、浓硫酸、碘、碘酸钾、乙醇均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

T6型紫外-可见分光光度计 北京谱析通用仪器有限公司; AR5120型电子精密天平 上海奥豪斯国际贸易有限公司; FW100型高速万能粉碎机 天津市泰斯特仪器有限公司; TDL-5-A型低速台式离心机 上海安亭

收稿日期: 2008-05-20

基金项目: 江西省自然科学基金项目(2007GZY2015)

作者简介: 易醒(1967-), 男, 副教授, 博士, 研究方向为天然产物和保健食品。E-mail: yixingt@hotmail.com

科学仪器厂; DGG-9240 型电热恒温鼓风干燥器 上海森信实验仪器有限公司; PHS-3C 型精密 pH 计 上海雷磁仪器厂; PYRIS DIAMOND 型差示扫描量热仪(DSC) 美国 PE 公司; SX-402 型荧光三目生物显微镜 JNOEC 公司; NDJ-79 型旋转式黏度计 天津市德盟有限责任公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 泽泻淀粉的提取

称取泽泻粉末(200 目)200g, 水中浸泡 24h, 洗去部分杂质, 然后用 pH9~10 的氢氧化钠溶液进行碱洗三次, 再用蒸馏水清洗至 pH5~6 时, 用纱布过滤。滤液 3000r/min 离心 20min, 所得沉淀 40℃下烘干, 过 120 目筛, 即得泽泻淀粉, 放置备用。

#### 1.3.2 淀粉颗粒形态测定

取泽泻淀粉和木薯淀粉样品, 利用 SX-402 型荧光三目生物显微镜, 在低倍镜和高倍镜下, 分别观察淀粉的颗粒形状, 并用 DT2000 图像分析软件测其大小, 并进行比较。

#### 1.3.3 淀粉的老化值的测定<sup>[6]</sup>

取不同浓度淀粉乳于沸水浴上加热 30min, 并调糊使浓度维持稳定, 将淀粉糊在 2℃冰箱内放置 24h 后取出, 以 3000r/min 离心 15min, 以分离出的水量作为衡量老化值的指标。比较不同淀粉及不同溶液浓度、pH 值等因素对老化值的影响。

#### 1.3.4 泽泻淀粉差示扫描量热(DSC)分析测定<sup>[7]</sup>

称取 4.0mg 干燥泽泻淀粉置于 40μl 测量皿中, 加入 15μl 去离子水形成悬浮液, 平衡 2h 后, 用一空皿作对照, 通入氮气, 进行 DSC 扫描。升温速率: 5℃/min, 温度范围: 10~125℃, 通氮气速率: 30ml/min。

#### 1.3.5 淀粉蓝值的测定<sup>[8]</sup>

准确称取淀粉 1mg, 配制成水溶液, 加碘 2mg, 碘酸钾 20mg, 定容至 100ml。在 680nm 波长下测定此溶液的吸光度。

#### 1.3.6 淀粉透明度的测定<sup>[9]</sup>

准确称取淀粉样品, 配制成 1%(W/V)的淀粉乳, 在沸水浴中加热 30min, 使之糊化, 并不时加入沸腾的蒸馏水保持其原有体积, 然后冷却至室温, 在 650nm 波长下, 以蒸馏水为空白, 测定淀粉的透光率, 同一样品测定三次, 取其平均值。

#### 1.3.7 淀粉消化率的测定<sup>[10]</sup>

分别取 1g(W)泽泻淀粉、玉米淀粉、木薯淀粉溶于 30ml 磷酸缓冲液(0.2mol/L, pH6.0), 沸水浴中加热 30min, 待冷却到 25℃后加入 320 单位 α-淀粉酶, 65℃摇床酶解 3.5h 后, 用 1% 的硫酸 5ml 终止酶解反应, 离

心后用 85% 乙醇洗未被酶解产物, 再次离心后于 80℃烘箱内将沉淀物干燥至恒重(P), 同时每个样品在不加酶条件下做同样操作以校可溶性糖(A)。淀粉消化率表示酶解后淀粉减重率。

$$\text{消化率}(\%) = \frac{W - P - A}{W} \times 100$$

#### 1.3.8 淀粉黏度的测定

将所要测定黏度的样品分别制成质量分数为 6% 的淀粉溶液, 置于黏度计的测量筒内, 分别测定 45、55、65、75、85℃条件下淀粉溶液的黏度。

## 2 结果与分析

### 2.1 淀粉颗粒的形态和大小

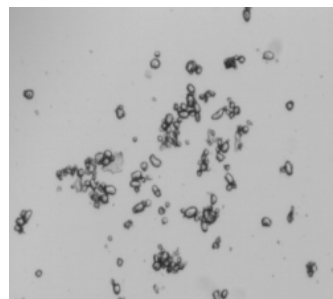


图1 放大 100 倍的泽泻淀粉颗粒

Fig.1 Granule morphology of *Rhizoma Alismatis* starch (× 100)

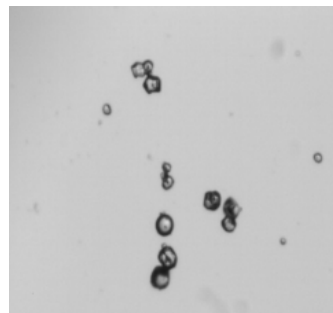


图2 放大 100 倍的木薯淀粉颗粒

Fig.2 Granule morphology of cassava starch (× 100)

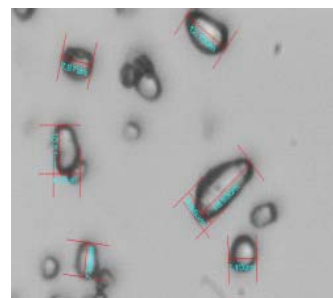


图3 放大 400 倍的泽泻淀粉颗粒

Fig.3 Granule morphology of *Rhizoma Alismatis* starch (× 400)



图4 放大400倍的木薯淀粉颗粒

Fig.4 Granule morphology of cassava starch ( $\times 400$ )

用光学荧光显微镜观察到图1~4, 泽泻淀粉颗粒, 呈长卵形、类球形或椭圆形, 而木薯淀粉颗粒则是类球状或者是不规则形状为主。泽泻淀粉与木薯淀粉颗粒大小进行比较, 发现泽泻淀粉颗粒的大小范围较为宽泛, 直径在 $6\sim 20\mu\text{m}$ , 而木薯淀粉颗粒直径则是 $10\sim 30\mu\text{m}$ 左右。

## 2.2 淀粉的老化值

老化的本质是糊化的淀粉分子自动有序排列, 并由氢键结合成束状结构, 重新组成混合微晶束, 使溶解度降低, 淀粉糊具有硬的整体结构<sup>[6]</sup>。泽泻淀粉与其他淀粉老化值在不同浓度和pH值下的测定结果见表1、2, 从表中可以看出泽泻淀粉浓度为4%, pH8.0时, 老化值最小; 木薯淀粉的老化值随浓度与pH值的增加而降低; 玉米淀粉老化值也随浓度与pH值的增加而降低。

表1 不同浓度下泽泻淀粉、玉米淀粉和木薯淀粉的老化值

Table 1 Retrogradation values of *Rhizoma Alismatis* starch, cassava starch and corn starch at different concentrations

浓度(%)	泽泻淀粉的老化值	木薯淀粉的老化值	玉米淀粉的老化值
2	33.8	28.5	15.2
4	26.6	19.2	12.9
6	29.6	18.5	10.1

表2 不同pH值下泽泻淀粉、玉米淀粉和木薯淀粉的老化值

Table 2 Retrogradation values of *Rhizoma Alismatis* starch, cassava starch and corn starch at different pHs

pH	泽泻淀粉的老化值	木薯淀粉的老化值	玉米淀粉的老化值
6	30.4	30.5	14.8
8	29.5	31.4	9.65
10	31.8	29.5	6.54

## 2.3 泽泻淀粉差示扫描量热(DSC)分析

淀粉糊化是指其在水溶液中, 随着温度的上升, 淀粉吸水膨胀, 分子之间氢键断裂、分子扩散、淀粉颗粒逐步解体形成黏稠淀粉糊的过程。当加热到高温时, 颗粒晶体结构发生相转移, 聚合物变得有黏性呈橡胶态, 这一变化叫玻璃化相变<sup>[11]</sup>。由图5可以看到, 泽泻淀粉的相变起始温度( $T_o$ )为 $56.09^\circ\text{C}$ , 相变高峰温度

( $T_p$ )为 $81.89^\circ\text{C}$ , 相变终了温度( $T_c$ )为 $100.80^\circ\text{C}$ , 反应的热焓 $\Delta H$ 为 $217.1162\text{J/g}$ 。泽泻淀粉的终了温度与起始温度之差( $T_c-T_o$ )比较大, 而且热焓也较大, 表明天然存在的泽泻淀粉结晶度较高, 不易糊化。

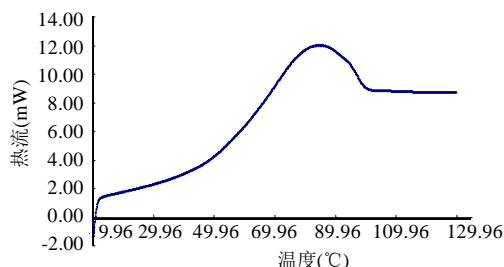


图5 泽泻淀粉DSC曲线

Fig.5 Curve of differential scanning calorimetry of *Rhizoma Alismatis* starch

## 2.4 泽泻淀粉的蓝值

蓝值是表示淀粉与碘结合能力的一项指标。游离淀粉含量的多少是衡量淀粉质量的一项重要指标。现行标准主要采用蓝值来表明游离淀粉含量的高低。直链淀粉的显色度较高, 而支链淀粉在相同浓度下吸光值不到直链淀粉的1/10。因此, 在含有同样的游离淀粉的样品中, 含有较高直链淀粉的其蓝值相应会较高<sup>[12]</sup>。

三种不同淀粉的蓝值见图6, 结果显示, 玉米淀粉的蓝值最大, 然后依次为泽泻淀粉、木薯淀粉。从这里可以推测三者含直链淀粉顺序为: 玉米淀粉>泽泻淀粉>木薯淀粉。

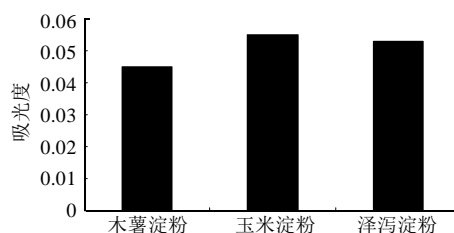


图6 泽泻淀粉、玉米淀粉和木薯淀粉的蓝值

Fig.6 Blue values of *Rhizoma Alismatis* starch, cassava starch and corn starch

## 2.5 淀粉的透明度

淀粉糊化后, 其分子重新排列相互缔合的程度是影响淀粉糊透明度的重要因素, 而直链淀粉在糊化作用过程中, 首先从淀粉粒中逸出, 很容易发生分子重排和相互缔合<sup>[13]</sup>。

不同淀粉样品糊化后的透明度见图7。结果显示, 木薯淀粉透明度最大, 其次为玉米淀粉, 泽泻淀粉最小; 这可能与泽泻淀粉中含有较高的直链淀粉和其他因素有关, 造成泽泻淀粉糊化后很容易发生老化, 产生胶凝或凝沉现象, 透明度变低。

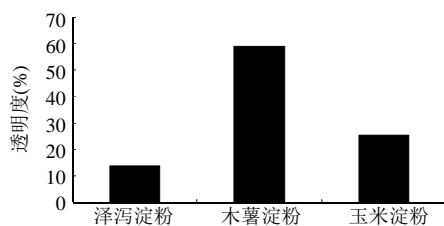


图7 泽泻淀粉、玉米淀粉和木薯淀粉的透明度

Fig.7 Clarities of *Rhizoma Alismatis* starch, cassava starch and corn starch

## 2.6 淀粉消化率

用 $\alpha$ -淀粉酶消化泽泻淀粉、木薯淀粉和玉米淀粉,结果如图8所示,消化率由高到低的顺序为:玉米淀粉>木薯淀粉>泽泻淀粉。从得到的结果可推断,泽泻淀粉的抗消化性较强。这是否与抗性淀粉具有的特殊构象与结晶结构有关,尚待进一步研究。

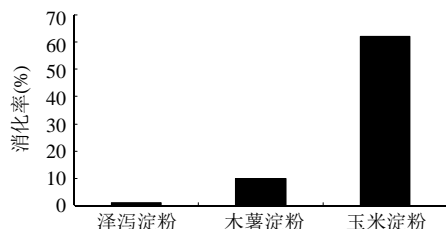


图8 泽泻淀粉、玉米淀粉和木薯淀粉的消化率

Fig.8 Enzymatic digestibilities of *Rhizoma Alismatis* starch, cassava starch and corn starch

## 2.7 淀粉的黏度

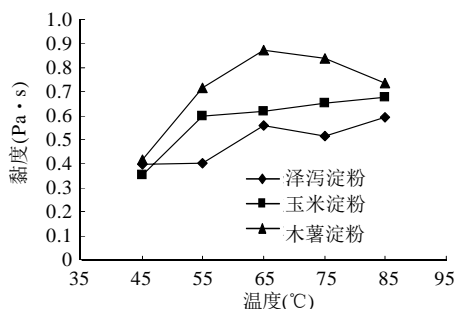


图9 泽泻、木薯、玉米淀粉的黏度

Fig.9 Viscosities of *Rhizoma Alismatis* starch, cassava starch and corn starch

如图9所示,泽泻淀粉与玉米淀粉的黏度都随温度的升高而增加,而木薯淀粉的黏度则先升高后降低,且泽泻淀粉呈现二段上升趋势,这与四川产泽泻淀粉具有二段膨胀特性属于限制性膨胀淀粉相类似<sup>[4]</sup>。

## 3 结论

3.1 泽泻淀粉颗粒呈长卵形、类球形或椭圆形,其粒径范围在 $6\sim 20\mu\text{m}$ 之间。具有淀粉的相似结构,但又区别于其他淀粉。

3.2 与木薯淀粉和玉米淀粉比较,泽泻淀粉在浓度为4%, pH 8.0时,老化值最小。

3.3 泽泻淀粉的糊化相变起始温度( $T_o$ )为 $56.09^\circ\text{C}$ ,相变高峰温度( $T_p$ )为 $81.89^\circ\text{C}$ ,相变终了温度( $T_c$ )为 $100.80^\circ\text{C}$ ,反应的热焓 $\Delta H$ 为 $217.1162\text{J/g}$ ,泽泻淀粉是一种结晶度较高的淀粉。

3.4 玉米淀粉的蓝值最大,然后依次为泽泻淀粉、木薯淀粉。推测三者含直链淀粉顺序为:玉米淀粉>泽泻淀粉>木薯淀粉。

3.5 木薯淀粉透明度最大,其次为玉米淀粉,泽泻淀粉最小。

3.6 通过 $\alpha$ -淀粉酶解淀粉,与木薯淀粉和玉米淀粉比较,泽泻淀粉的抗消化性较强。

3.7 泽泻淀粉与玉米淀粉的黏度都随温度的升高而增加,且泽泻淀粉呈二段上升趋势。

## 参考文献:

- [1] 易醒, 黄丹菲, 邓迎娜, 等. 泽泻的研究现状与展望[J]. 时珍国医国药, 2007, 18(2): 331-333.
- [2] 谢一辉, 余无双, 邓鹏. 泽泻现代研究概况[J]. 亚太传统医药, 2008, 4(1): 57-61.
- [3] 龚树生, 张建军, 曹广智, 等. 泽泻的历史及生物活性成分研究进展[J]. 山西中医学院学报, 2000, 1(3): 25-28.
- [4] 刘丹, 郭应龙. 泽泻淀粉物理性质的研究[J]. 食品科技, 2007 (10): 33-36.
- [5] BOKIK, YAMADA Y, KITAKOUJI M. Characterization of starches from tuber of *Pinellia ternata* (Thunb.) Breitenbach, Rhizome of *Alisma orientale* Juzepczuk and seed of *Coix lacryma-jobi* Linne var. *ma-yuen* Stapf[J]. J Appl Glycosci, 2006, 53: 241-247.
- [6] 李向红, 邓放明, 刘展. 菱角淀粉的理化性质研究[J]. 粮油食品科技, 2006, 14(1): 43-45.
- [7] 马妍, 张黎明, 袁毅. 黄姜淀粉理化性质的研究[J]. 食品工业科技, 2006, 27(7): 75-77.
- [8] 顾正彪, 王良东. 小麦A淀粉和小麦B淀粉的比较[J]. 中国粮油学报, 2004, 19(6): 28-30.
- [9] 赵全, 岳晓霞, 毛迪锐, 等. 四种常用淀粉物理性质的比较研究[J]. 食品与机械, 2005, 21(1): 22-24.
- [10] 谢涛, 谢碧霞. 石栎属淀粉糊特性研究[J]. 食品科学, 2003, 24(2): 32-35.
- [11] 高嘉安. 淀粉与淀粉制品工艺学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 32-44.
- [12] 冷明新, 郑淑芳, 王涛. 马铃薯全粉蓝值的测定[J]. 食品分析, 2001 (4): 39-40.
- [13] 刘政, 郭玉蓉, 牛黎莉, 等. 燕麦淀粉性质研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2007, 42(3): 110-113.