

# 红小豆淀粉理化性质研究

杜双奎, 于修焯, 问小强, 王青林, 张国权\*  
(西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:** 以红小豆为材料, 采用水磨法提取红小豆淀粉, 以玉米淀粉、红薯淀粉作对照, 对其颗粒特性以及糊化黏度特性等理化特性进行研究。实验结果表明, 红小豆淀粉颗粒呈椭圆卵形, 颗粒完整, 表面光滑, 粒径较长, 偏光十字明显, 具有类似树木年轮的轮纹结构, 脐点位于颗粒中心。与对照相比, 红小豆淀粉具有较低的糊化温度, 较高的糊黏度, 较差的冷热稳定性, 易发生老化。pH、蔗糖对红小豆淀粉糊的黏度性质有影响。  
**关键词:** 红小豆; 淀粉; 理化特性

## Physicochemical Properties of Red Bean Starch

DU Shuang-kui, YU Xiu-zhu, WEN Xiao-qiang, WANG Qing-lin, ZHANG Guo-quan\*  
(College of Food Science and Engineering, Northwest A and F University, Yangling 712100, China)

**Abstract:** Starch was extracted from the red bean by using water grinding. In comparison with corn and sweet potato starch, the properties of red bean starch granules and paste were studied. The results showed that the shapes of red bean starch granules are elliptical oval without exception and the granules have smooth surface. In addition, “+”-shape polarization crosses can be observed apparently, similar to annual ring of tree. The umbilical point is at the center of starch granules. Compared with the control, the red bean starch has lower gelatinization temperature, higher viscosity and weaker cold-thermo stability, while the gelatinized starch is easily retro-graded. Both sugar and pH have effect on paste properties.

**Key words** red bean starch; physicochemical properties

中图分类号: TS231

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)12-0092-04

红小豆别名赤小豆、小豆、红豆, 是豆科蝶形花亚科菜豆族豇豆属一年生草本植物。红小豆起源于我国, 以陕西、江苏、广西为多, 其种子富含碳水化合物(55%~60%)和蛋白质(约20%), 含有一定量的钙、磷、铁元素及硫胺素等B族维生素<sup>[1-2]</sup>。红小豆是高蛋白、低脂肪、多营养的功能食品。红小豆除直接食用外, 常加工成豆沙或豆馅, 再制成各种主副食品、糕点或饮品。由于红小豆具有补脾、补血、生津、益气、益肾、补肝等营养保健功能, 并有美容、抗衰老、治疗阴虚盗汗和抗肿瘤等作用, 常被用作保健食品的重要成分<sup>[3]</sup>。

红小豆是豆沙馅料的主料, 以细腻著称。淀粉是红豆的主要成分, 其理化特性对红小豆产品开发及质量有影响, 但有关红豆淀粉的研究报道较少<sup>[4-5]</sup>。本研究以红小豆为材料, 提取红小豆淀粉, 分析红小豆淀粉的理化性质, 旨在为红小豆食品的开发提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

红小豆购于陕西杨凌国贸超市, 籽粒饱满、色泽正常、无杂, 食用等级, 用于淀粉提取; 红薯淀粉、玉米淀粉购于陕西杨凌国贸超市购买, 符合相关标准。NaOH、HCl、蔗糖等。

### 1.2 仪器

DMBA400数码显微镜 麦克奥迪实业集团中国有限公司; JSM6360LV型扫描电子显微镜 日本电子株式会社; NDJ-5S型数字式黏度计 上海天平仪器厂; UV-1700紫外可见分光光度计 捷森科技发展有限公司; TDL-5-A低速台式大容量离心机 上海安亭科学仪器厂; Brabender Micro-Visco-Amlyograph 德国布拉本德仪器有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 红小豆淀粉的提取

称取2.5kg红小豆种子, 用水漂洗3次, 除去表面灰尘等杂质。加入10L清水和2.5g Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>混匀, 浸泡,

收稿日期: 2006-10-16

\*通讯作者

基金项目: 西北农林科技大学博士启动基金

作者简介: 杜双奎(1972-), 男, 副教授, 博士, 主要从事食品加工与发酵研究。

放置过夜,待红小豆种皮用手较易搓落时,换水磨浆,皮渣再次加水磨浆,用多层纱布过滤,去掉皮渣,并用适量水冲洗皮渣,充分洗出淀粉,过滤浆液加水、充分搅拌后,静置4~5h,倒去上清液,再加水洗涤下层沉淀物(粗淀粉),尽可能去掉更多的杂质,如此重复4~5次,待上层液澄清透明时,取出下层沉淀物淀粉平铺于瓷盘中,45℃下干燥10h。干燥好的淀粉过100目筛,装入自封袋中备用。

### 1.3.2 淀粉颗粒性质测定

#### 1.3.2.1 颗粒形貌

将双面胶贴到观察台上,取少量淀粉样品洒于双面胶上,喷金,用JSM-6360LV型扫描电子显微镜拍摄淀粉颗粒的照片,放大倍数1200倍。

#### 1.3.3.2 轮纹及脐心、颗粒偏光十字

用甘油和水1:1(V/V)作溶剂,制备适宜浓度的淀粉乳,滴于载玻片上,盖上盖玻片,用DMBA400数码显微镜观察淀粉颗粒轮纹及脐心,用偏光显微镜观察偏光十字。

### 1.3.3 淀粉糊黏度的测定

用德国Brabender Micro-Visco-Amlyograph黏度仪测定不同淀粉的糊黏度变化曲线,并考察糖、酸、碱等添加剂对红小豆淀粉糊化特性的影响。淀粉乳浓度6.0%(W/W),转子转速250r/min。测定程序为:从30℃开始计时,以7.5℃/min的速度程序升温至93℃,93℃保温5min,再以7.5℃/min的速度冷却到50℃,50℃保温2min。黏度单位为BU。

## 2 结果与分析

### 2.1 淀粉颗粒性质

#### 2.1.1 颗粒形貌

图1为淀粉颗粒的电镜扫描图片,表1为淀粉颗粒的粒径大小。由图1和表1可以看出,3种淀粉颗粒立体结构不同,红小豆淀粉颗粒的形貌和大小与红薯淀粉、玉米淀粉有较大差别,其颗粒完整,主要为椭圆卵形,有少部分小颗粒呈球形,表面光滑,粒径范围27~45μm,平均粒径35μm。玉米淀粉大部分呈多角形,颗粒表面具有多个平面和稍带圆的棱角,平均粒径13μm,比红小豆淀粉颗粒小2~3倍。而红薯淀粉颗粒并非完整的球体,是切去了一个球面锥体的大半圆球体或是内凹空心的大半圆球体等,粒径范围5~15μm,与玉米淀粉颗粒相当。

表1 淀粉颗粒粒径大小  
Table 1 Size of starch granules

淀粉品种	粒径范围(μm)	长轴平均粒径(μm)
红小豆淀粉	27~45	35
玉米淀粉	5~20	13
红薯淀粉	5~15	10

#### 2.1.2 颗粒偏光十字

3种淀粉颗粒的偏光十字明显。红小豆淀粉颗粒的偏光十字不规则,较小的颗粒十字交叉在颗粒中央,较大颗粒的十字呈“X”形,中间有盲区;红薯淀粉颗粒和玉米淀粉颗粒具有明显的双折射性,可以清楚地看

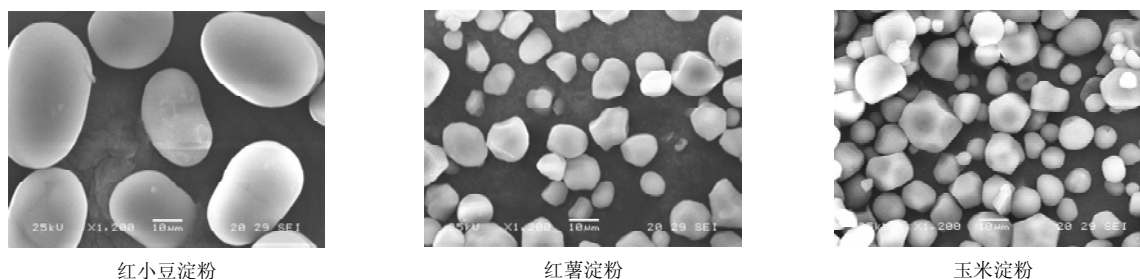


图1 淀粉颗粒电镜照片(1200×)  
Fig.1 Scanning electron micrographs of starch granules (1200×)

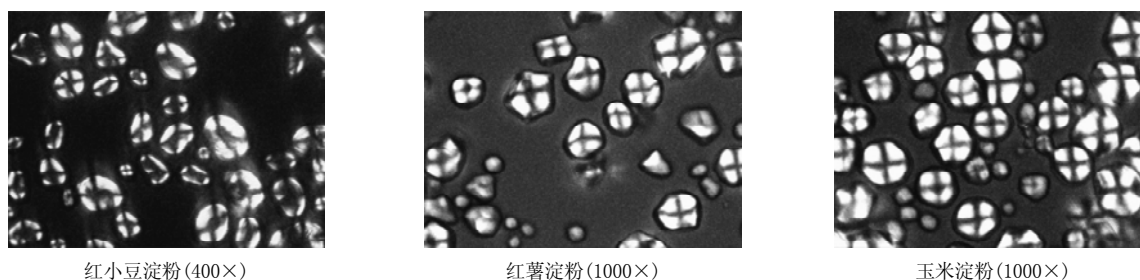


图2 淀粉颗粒偏光十字  
Fig.2 Polarization crosses graphs of starch granules

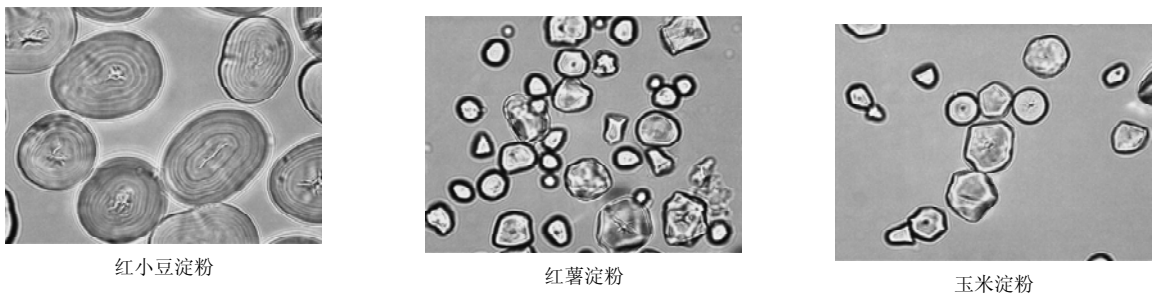


图3 淀粉颗粒光学形貌图片(1000 ×)  
Fig.3 Optical shape graphs of starch granules (1000 ×)

表2 淀粉的糊化黏度参数  
Table 2 Pasting parameters of starch

样品	糊化温度(℃)	峰值黏度(BU)	热稳定性(BU)	最低黏度(BU)	最终黏度(BU)	冷稳定性(BU)	破损值(BU)	回升值(BU)
红小豆淀粉	74.8	241	8	232	404	21	9	172
玉米淀粉	84	103	4	98	188	8	5	90
红薯淀粉	82.3	102	1	100	182	7	2	82

表3 蔗糖添加量对红小豆淀粉糊化黏度参数的影响  
Table 3 Effects of sucrose on pasting parameters of red bean starch

蔗糖浓度(%)	糊化温度(℃)	峰值黏度(BU)	热稳定性(BU)	最低黏度(BU)	最终黏度(BU)	冷稳定性(BU)	破损值(BU)	回升值(BU)
0	74.8	241	8	232	404	21	9	172
5	75.5	277	15	262	457	29	15	195
10	75.9	317	23	289	503	20	28	214
15	76.2	364	31	322	561	35	42	239

到以粒心为中心的黑色偏光十字(图2)。

2.1.3 轮纹及脐心

由图3可以看出,红小豆淀粉颗粒有明显的的轮纹结构,这些轮纹线基本上是与颗粒的外轮廓线相平行的弧线,而颗粒的脐点正好位于轮纹圆弧线的中心。大多数红薯淀粉和玉米淀粉颗粒的轮纹结构及脐心不明显,只有个别典型颗粒可以观察到轮纹及脐心。

2.2 淀粉的黏度特性

红小豆淀粉与玉米淀粉、红薯淀粉的糊化黏度参数有差别(表2)。与玉米淀粉、红薯淀粉相比,红小豆淀粉的起糊温度最低(为74.8℃),冷、热稳定性最差,峰值黏度、破损值和回升值最大,表明其结合水的能力最强、糊稳定性最差、冷却形成的凝胶性最高,容易老化。淀粉的黏度特性与淀粉中直支链淀粉含量以及颗粒特性有关,直链淀粉空间位阻小,在热糊冷却过程中能自动地平行排列,分子间易于通过氢键而形成微晶束而老化;而支链淀粉空间位阻大,分子难以运动,形成的氢键少,不易老化,溶液能较好的保持稳定状态,具有好的流动性<sup>[6-7]</sup>。

2.3 pH对淀粉糊粘度特性的影响

由图4可以看出,体系pH对红小豆淀粉糊化黏度特性影响很大。在较低pH时(pH3),糊黏度热稳定性极差,淀粉酸水解引起糊黏度急剧减小,表明红小豆

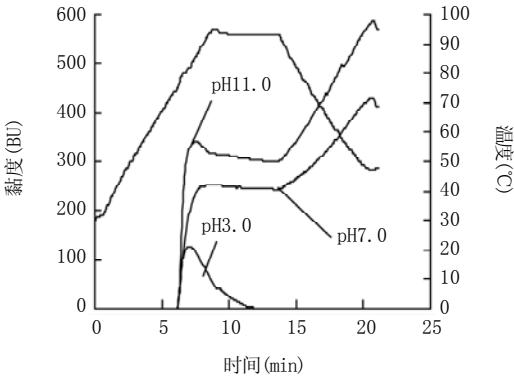


图4 pH对红小豆淀粉糊黏度特性的影响  
Fig.4 Effects of pH on pasting characteristics of red bean starch

淀粉糊抗酸能力差。当pH大于7时,糊黏度较稳定,淀粉糊的冷、热稳定性较高,冷却形成的凝胶性较强。随着pH的增加,冷、热稳定性增大,峰值黏度、破损值和回升值提高,表明随着pH的增加,红小豆淀粉糊稳定性增强、冷却形成的凝胶性增大,淀粉更容易老化。

2.4 蔗糖对淀粉糊黏度的影响

蔗糖的存在使得红小豆淀粉糊的黏度参数有所提高。随着蔗糖添加量的增加,冷、热稳定性逐渐降低,峰值黏度、破损值和回升值均有增大,表明红小豆淀粉结合水的能力增强、糊稳定性降低、冷却形成的凝

# 巴戟天多糖亲和柱层析纯化的研究

江 咏, 李 琳, 陈 玲, 张喜梅, 李晓玺  
(华南理工大学轻工与食品学院, 广东 广州 510640)

**摘 要:** 通过静态吸附的方法探讨了巴戟天粗多糖在 Con A Sepharose 4B 亲和填料上静态吸附和脱附情况。结果表明, 吸附过程中的 pH 值和离子强度对平衡吸附量有明显影响, 得到的最佳吸附条件是 pH 7.5, NaCl 浓度 0.1 mol/L; 确定的最佳脱附条件为 pH 6.5,  $\alpha$ -D-甲基葡萄糖苷浓度 0.02 mol/L。由 Langmuir 方程对实验数据进行拟合, 得到填料的最大吸附量  $q_m$  为 9.58 mg/g, 表观解离常数  $K_d$  为 3.43 mg/g, 巴戟天粗多糖在填料上的吸附速率  $K$  为 0.144 mg/h。在最佳的吸附和洗脱条件下, 巴戟天粗多糖被分为 MOP-A1 和 MOP-A2 两个组分。

**关键词:** 巴戟天; 多糖; 亲和层析; 吸附

Study on Affinity Chromatography Purification of *Morinda officinalis* How Polysaccharides

JIANG Yong, LI Lin, CHEN Ling, ZHANG Xi-mei, LI Xiao-xi

(School of Light Chemistry and Food Science, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** The isolation of water-soluble polysaccharides (MOP) from *Morinda officinalis* How was discussed in detail with affinity chromatography. The static adsorption experiments of MOP revealed that the optimum conditions for the adsorption are pH 7.0 and NaCl concentration 0.1 mol/L, and optimum conditions for desorption are: pH 6.0 and the concentration of  $\alpha$ -D-methylglucoside 0.02 mol/L. After fitting the experiments data with Langmuir equation, several adsorption parameter for

收稿日期: 2006-10-11

基金项目: 广东省科技攻关项目 (2003C104025)

作者简介: 江咏 (1984-), 男, 硕士研究生, 研究方向为多糖物质及其综合利用。

胶性增强, 淀粉糊老化速度加剧 (表 3)。究其原因, 蔗糖分子有多个羟基, 极易溶于水, 当蔗糖溶于淀粉乳中, 相对地减少了淀粉颗粒膨胀糊化所需的水分, 阻遏了淀粉的吸水膨胀, 颗粒膨胀困难, 糊化速度减慢, 表现出糊化温度和黏度均有增高, 随着蔗糖加量的增大, 对淀粉颗粒的膨胀和糊化的抑制作用增强, 糊黏度增大<sup>[8]</sup>。

## 3 结 论

红小豆淀粉颗粒完整, 主要为椭圆卵形, 表面光滑, 粒径为 2.7~4.5  $\mu\text{m}$ , 偏光十字位于颗粒中央, 呈“X”形, 中间有盲区, 具有类似树木年轮的轮纹结构, 脐点位于轮纹圆弧线的中心。

红小豆淀粉起糊温度较低 (为 74.8℃)、冷热稳定性较差、破损值和回升值较大, 表现出淀粉糊稳定性较差、易老化的特性。pH、蔗糖对红小豆淀粉糊的黏度性质有影响, 其中 pH 的影响极为明显, 而蔗糖的影响较小。

## 参考文献:

- [1] 周显青. 食用豆类加工与利用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [2] 梁丽雅, 闫师杰. 红小豆的加工利用现状[J]. 粮油加工与食品机械, 2004(3): 68-69.
- [3] 李新贵. 浅谈红小豆的经济药用价值与加工综合利用[J]. 现代化农业, 2005(7): 19.
- [4] LIU W, SHEN Q. Studies on the physicochemical properties of mung bean starch from sour liquid processing and centrifugation[J]. Journal of Food Science, 2006, 65: 1-6.
- [5] 高群玉, 姜欣, 黄立新, 等. 绿豆淀粉糊粘度性质的研究[J]. 中国粮油学报, 1999, 14(5): 22-24.
- [6] CHANG Y H, LIN C L, CHEN J C. Characteristics of mung bean starch isolated by using lactic acid fermentation solution as the steeping liquor[J]. Food Chemistry, 2005, 60: 1-9.
- [7] AGUNBIADE S O, LONGEB O G. The physico-functional characteristics of starches from cowpea (*Vigna unguiculata*), pigeon pea (*Cajanus cajan*) and yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) [J]. Food Chemistry, 1999, 65: 469-474.
- [8] SHIMELIS E A, MEAZA M, RAKSHIT S K. Physicochemical properties pasting behavior and functional characteristics of flours and starches from improved bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in east Africa[J]. Agricultural Engineering International: the CIGR-Ejournal, 2006, 8(5): 1-19.