

粉葛淀粉的理化特性

宋志刚 王建华* 王汉忠 赵爱红 刘春晓 田纪春

(山东农业大学农学院, 山东农业大学生科院, 山东省作物生物学重点实验室 泰安 271018)

摘 要 研究了粉葛淀粉的理化特性, 并与马铃薯淀粉进行了比较。结果表明, 粉葛淀粉以单粒为主, 多呈棱角显著的多角形, 少数呈卵圆形, 粒径范围为 $5 \sim 20 \mu\text{m}$, 直链淀粉含量为 35.7%, 高于马铃薯淀粉的 23.6%; 粉葛淀粉在 2θ 为 15° 、 17° 和 23° 附近有强衍射峰, 而在 22° 附近有中等强度衍射峰。晶型类似 A 型, 不同于马铃薯淀粉的 B 型; 粉葛淀粉糊化过程中的最高粘度与最终粘度均显著高于马铃薯淀粉, 粉葛淀粉具有较低崩解值和较高回复值, 糊化温度 75°C , 也高于马铃薯淀粉的 64.3°C ; 在 25°C 下, 4% 的淀粉糊均呈现假塑性流体特征, 粉葛淀粉糊与马铃薯淀粉糊流态特征系数 n 值分别为 0.62 和 0.52。粉葛淀粉糊的剪切应力与表观粘度在低剪切速率下低于马铃薯淀粉糊, 随着剪切速率的增加又高于马铃薯淀粉糊, 具有更好的抗剪切稀化作用。

关键词 粉葛淀粉, 糊化特性, X 射线衍射, 流变

中图分类号: O636.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-0518(2006)09-0974-04

天然淀粉的属性影响加工变性淀粉的特性和用途, 因此, 近年来研究由非传统来源获取的淀粉功能特性和理化特性, 以筛选符合工业要求的天然淀粉成为一个新的研究热点^[1,2]。葛属植物中野葛 *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi 和甘葛藤 *P. thomsonii* Benth 分布最广。提取葛根素、大豆苷等药用成分后的粉葛残渣中尚含大量淀粉, 将其充分回收, 可获得更大的综合利用价值。目前, 对葛淀粉的研究主要集中在野葛来源的葛根上^[3], 而对粉葛淀粉的研究尚少, 本文研究了粉葛淀粉的理化特性, 以便为粉葛淀粉的加工和应用提供基本数据。

1 实验部分

1.1 原 料

粉葛 (*Radix Pueraria thomsonii*) 为一年生甘葛藤的新鲜块根, 粉葛淀粉, 自制^[4]干品; 马铃薯淀粉;

1.2 仪器和测试方法

HITACHI-8010 型扫描电子显微镜 (日本), 样品预处理参照文献 [2] 方法; Dmax-B 型 X 射线衍射仪 (日本), $\text{CuK}\alpha$ 辐射, 管压 40 kV, 管流 30 mA, 扫描速度 $4^\circ/\text{min}$, 测量范围 2θ 为 $5^\circ \sim 50^\circ$; Newport Scientific super3 快速粘度分析仪 (澳大利亚), 用 TCW (Thermal Cycle for Windows) 配套软件分析。按 AACC (美国谷物化学协会) 规程 (1995F-02) 要求进行测定, 罐内温度变化为: 50°C 保持 1 min 以 $12^\circ\text{C}/\text{min}$ 升温至 95°C 保持 2.5 min, 然后下降至 50°C 并保持 1.4 min。搅拌器起始 10 s 转动速度为 960 r/min 之后维持在 160 r/min 。粘滞值用 “Rapid Viscosity Units” (RVU) 作单位。RVA 特征值主要用最高粘度 (peak viscosity)、热浆粘度 (hot viscosity)、冷胶粘度 (cold viscosity)、崩解值 (breakdown)、回复值 (setback) 和糊化温度 (pasting temp) 等表示; Brookfield Programmable DV-III+ 型流变粘度计 (美国), 使用配套的 SC4-21 型转子, 转速为 0 ~ 250 r/min 用配套软件 (Rheocalc32) 对比分析在 25°C 和 4% 的糊浓度下 2 种淀粉糊的流变特性。

淀粉 (Starch)、蛋白质 (Protein)、脂肪 (Fat)、灰分 (Ash)、水分 (Moisture) 含量采用文献 [5] 方法测定; 直链淀粉 (Amylose) 含量参考 GB7684-87 方法测定。

2005-09-16 收稿, 2006-02-25 修回

山东省优秀中青年科学家奖励基金 (03BS049)

通讯联系人: 王建华, 男, 1963 年生, 博士, 教授; E-mail: jhwangju@163.com; 研究方向: 天然产物化学及中药资源开发与利用

2 结果与讨论

2 1 粉葛淀粉的成分

由表 1 可知,经充分烘干后的 2 种淀粉的纯度较高。粉葛淀粉的直链淀粉质量分数为 35.7%,明显大于马铃薯淀粉(23.6%)。葛根的直链淀粉质量分数为 19.8%^[6]。

表 1 淀粉成分

Table 1 Composition of the starches(*n* = 3)

	$\omega(\text{component})/\%$						
	Starch	Amylose	Protein	Fat	Ash	Fiber	H ₂ O
<i>Radix Pueraria thomsonii</i>	94.86±0.10	35.7±0.5	0.04±0.02	0.21±0.05	0.15±0.01	—	2.81±0.10
Potato	93.24±0.10	23.6±0.5	0.17±0.01	0.23±0.02	0.36±0.03	—	5.38±0.06

“—”: Not detected

2 2 粉葛淀粉的形态

从图 1 SEM 照片可以看出,马铃薯淀粉颗粒大小差别大,粒径范围为 10~100 μm,呈椭圆形,以单粒为主。粉葛淀粉以单粒为主,呈棱角显著的多角形,少数呈卵圆形,颗粒较小,粒径范围为 5~20 μm。

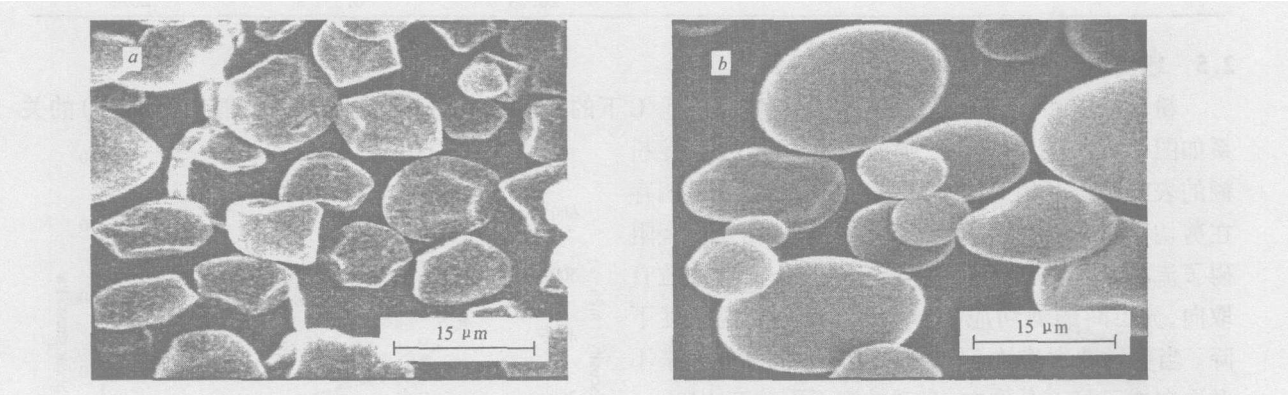


图 1 粉葛淀粉(a)和马铃薯淀粉(b)的扫描电镜照片

Fig 1 Scanning electron micrographs of (a) *Radix Pueraria thomsonii* starch and (b) potato starch

2 3 粉葛淀粉的糊化特性

快速粘度分析(RVA)结果(表 2)显示,粉葛淀粉的糊化特性与马铃薯淀粉有显著差异。粉葛淀粉的峰值粘度比马铃薯淀粉的大很多,热浆粘度和冷浆粘度也都显著高于马铃薯淀粉,粉葛淀粉的糊化温度为 75 ℃,也显著高于马铃薯淀粉。粉葛淀粉达到峰值所需的时间较长,说明粉葛淀粉较难糊化。2 种淀粉糊化行为及糊粘度大小的不同与淀粉的种类、淀粉颗粒特性、淀粉的分子量、分子的支化程度及直链淀粉含量等多种因素有关^[7]。

表 2 粉葛淀粉和马铃薯淀粉的糊化特性

Table 2 Pasting properties of *Radix Pueraria thomsonii* starch and potato starches*

Starch	Peak visc / RVU	Hot visc / RVU	Cold visc / RVU	Breakdown / RVU	Setback / RVU	Peak time / min	Pasting temp / ℃
<i>Radix Pueraria thomsonii</i>	497.2	298.9	395.7	198.3	96.8	4.8	75
Potato	406.7	194.3	265.9	212.4	71.7	4.1	64.3

* Average of three replications

崩解值是最高粘度与热浆粘度的差值,反映了淀粉糊在高温下耐剪切的能力,是影响含淀粉食品加工的因素之一。粉葛淀粉糊的崩解值较低,说明其热粘度稳定性较高。回复值是冷胶粘度与热浆粘度的差值,表示糊化淀粉在冷却过程中重结晶的能力,反映了淀粉的老化程度,与直链淀粉的含量密切相关。粉葛淀粉具有的低崩解值和高回复值反映出在高含量的直链淀粉作用下,其淀粉分子重结晶的程度较大^[8]。

2 4 粉葛淀粉的 X 射线衍射图谱

由低含水量 (<5%) 粉葛淀粉和马铃薯淀粉的 X 射线衍射图计算得到的面间距 (d)、衍射强度 (I) 和衍射峰值列于表 3 表中可见, 淀粉具有 A、B 和 C 3 种晶型^[9], 马铃薯淀粉类似 B 型。粉葛淀粉在 2θ 为 15° 、 17° 和 23° 附近有强衍射峰, 是 A 型晶型的特征, 但在 18° 附近没有衍射峰, 而在 22° 附近有中等强度衍射峰, 与典型的 A 型图谱不同; 葛根淀粉的晶型为 C 型^[6 9]。因此, 粉葛淀粉的晶型与葛根淀粉的晶型不同。

表 3 粉葛和马铃薯淀粉的 X 射线衍射数据

Tab 3 X ray diffraction data for *Radix Pueraria thomsonii* and potato starches(2θ : $5^\circ \sim 50^\circ$)

<i>Radix Pueraria thomsonii</i> starch			Potato starch		
$2\theta / (^\circ)$	d / nm	$I / \%$	$2\theta / (^\circ)$	d / nm	$I / \%$
15. 12	0. 585 5	97. 5	5. 74	1. 533 8	13. 3
17. 00	0. 519 3	100. 0	15. 28	0. 579 4	43. 2
22. 58	0. 393 5	44. 8	17. 22	0. 514 5	100. 0
23. 38	0. 380 2	74. 3	20. 10	0. 441 4	22. 2
			20. 34	0. 436 2	22. 5
			22. 96	0. 387 0	28. 5
			26. 76	0. 332 9	20. 2

2 5 粉葛淀粉的流变特性

粉葛淀粉和马铃薯淀粉的 4% 淀粉糊, 在 25°C 下的剪切应力 (τ) 和表观粘度与剪切速率 (γ) 的关系如图 2 所示。图中可见, 随剪切速率的增加, 淀粉糊的表观粘度开始急剧下降, 然后逐渐趋平, 说明存在剪切稀化现象。这是由于淀粉分子链相互缠绕阻碍了流动, 在剪切应力作用下缠绕的分子链被拉直取向, 流层间的剪切应力减少, 从而使表观粘度下降。当剪切速率增大到某一数值后, 淀粉分子来不及取向或已经充分取向, 表观粘度不再改变^[11]。

在较低的剪切速率下粉葛淀粉糊在常温下的粘度和剪切应力低于马铃薯淀粉糊, 随着剪切速率增加到某一值后又高于马铃薯淀粉糊, 这可能与粉葛淀粉的直链淀粉含量较高有关。在较高的剪切速率下, 高含量的直链淀粉对剪切稀化的阻碍作用变得显著, 说明粉葛淀粉糊具有更好的抗剪切稀化作用。

根据流变曲线的形状, 用幂定律 $\tau = k \cdot \gamma^n$ (式中, k 为浓度系数, n 为流态特征系数)^[10 11] 描述 2 种淀粉糊的流变曲线, 用 Rheocalc32 进行分析计算得出, 粉葛淀粉糊 $n = 0.62$ 拟合度 $R^2 = 0.970$; 马铃薯淀粉糊 $n = 0.52$ $R^2 = 0.994$ 。据此判断它们均属于非牛顿流体, 具有假塑性流体特征。

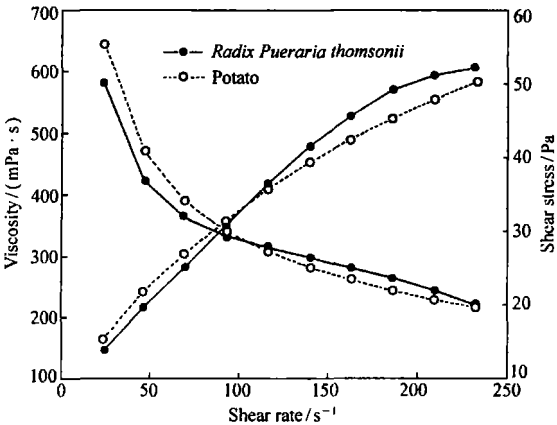


图 2 粉葛和马铃薯淀粉糊的流变特性图

Fig 2 Rheological plots for *Radix Pueraria thomsonii* and potato starch pastes (4%) at 25°C

参 考 文 献

1 Hoover R. *Carbohydr Polym* [J], 2001 45: 253

2 Hernandez Lauzardo A N, Mendez Montealvo G, Solorza Ferri J. *Starch Stärke* [J], 2004 56: 357

3 DU Xian Feng (杜先锋), WAN Xiao Chun (宛晓春), XU Shi Ying (许时婴), et al. *Sci Agric Sin* (中国农业科学) [J], 2002 35(9): 1 145

4 John J K, Raja K C M. *Carbohydr Polym* [J], 1999 39(3): 181

5 American Association of Cereal Chemist. AACC Approved Methods of Analysis [M]. St Paul: AACC International, 1983

6 XIONG Li Ping (熊丽萍), HUANG Li Xin (黄立新), LI Yan Ping (李彦萍). *Food Sci Tech* (食品科技) [J], 2004 5(1): 10

7 Jane J Chen Y Y, Lec L E *et al Cereal Chem*[J], 2003 **76**(5): 629
8 Chakraborty M, Makovic K, Grier D G. *Starch Stärke* [J], 2004 **56** 339
9 ZHANG Yan Ping(张燕萍). *Manufacturing and Application of Modified Starch(变性淀粉制造与应用)* [M]. Beijing (北京): Chemical Industry Press(化学工业出版社), 2001
10 CHEN Ke Fu(陈克复), LU Xiao Jiang(卢晓江), JIN Chun Zhe(金醇蛰), *et al Food Rheology and Its Measurement (食品流变学及其测量)* [M]. Beijing(北京): Light Industry Press(轻工业出版社), 1989
11 Park S Chung M-G, Yoo B. *Starch Stärke* [J], 2004 **56** 399

Properties of Starch from *Radix Pueraria Thomsonii*

SONG ZhiGang WANG Jian-Hua*, WANG Han-Zhong

ZHAO AiHong LIU Chun-Xiao TIAN JiChun

(Shandong Key Laboratory of Crop Biology Shandong Agricultural University,
College of Agronomy, College of Life Sciences Taian 271018)

Abstract The physicochemical properties of *Radix Pueraria thomsonii* starch were investigated and compared with that of potato starch. The results show that *Radix Pueraria thomsonii* starch contains an apparent amylose content of 35.7%, much higher than that of potato starch (23.6%), and has a granule size between 5 ~ 20 μm with round and polygonal shapes. *Radix Pueraria thomsonii* starch shows a strong 2θ intensity at 15°, 17° and 23°, and medium intensity at 22°. It displays A type X-ray diffraction pattern, different from that of potato. The peak and cold viscosity of *Radix Pueraria thomsonii* starch were higher than the corresponding ones of potato starch. *Radix Pueraria thomsonii* starch also has lower breakdown and higher setback. Its pasting temperature is 75 °C, higher than the one determined for potato starch, 64.3 °C. At 25 °C, 4% *Radix Pueraria thomsonii* and potato starch pastes both behaved as pseudoplastic characteristics. The flow index of *Radix Pueraria thomsonii* and potato starch pastes were 0.62 and 0.52. The shear stress and apparent viscosity of *Radix Pueraria thomsonii* starch pastes were lower than the corresponding ones of potato starch pastes at low shear rate, but were higher at high shear rate, showing higher resistance to shear thinning.

Keywords *Radix Pueraria thomsonii* starch, pasting properties, X-ray diffraction, rheology