

文章编号:1009-038X(2001)05-0449-04

红豆淀粉的性质

高群玉, 黄立新, 张力田

(华南理工大学, 广东 广州 510000)

摘要:对红豆淀粉的颗粒形貌、X-光衍射图样、相对分子质量分布及糊粘度等理化性质进行了研究,并与马铃薯淀粉和玉米淀粉进行了比较,为红豆淀粉的应用提供了一定的理论基础。

关键词:红豆;淀粉;粘度

中图分类号:TS 231

文献标识码:A

Properties of Red Bean Starch

GAO Qun-yu, HUANG Li-xin, ZHANG Li-tian

(South China University of Technology, Guangzhou 510000, China)

Abstract: Some properties of the red bean starch were studied, including granule microphotograph, hilum, X-ray diffraction pattern, molecular weight distribution and Brabender amylograms. Comparisons were made with corn and potato starches.

Key words: red bean; starch; viscosity

红豆(red bean, *phaseolus radiatus* var, *aurea*)亦称“小豆”、“赤豆”、“红饭豆”,属豆科,一年生草本植物。红豆原产亚洲,我国栽培较广,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^[1]。红豆是豆沙馅料的主料,以细腻著称。淀粉是红豆的主要成分,但有关红豆淀粉的研究却很少有报道。

1 原料

红豆购自广州五山市场,在实验室中自制为红豆淀粉样品^[2]。另用马铃薯淀粉(山西五寨淀粉厂)和玉米淀粉(广东粤顺淀粉厂)与其进行比较。

2 性质

2.1 颗粒形貌

用日立 S-550 型电子扫描显微镜拍摄红豆淀粉颗粒的照片,放大倍数为 1 000 倍,结果见图 1。红豆淀粉的形貌和大小与马铃薯淀粉、玉米淀粉有所差别,其形状不规则,表面粗糙,粒径范围为 27~45 μm 。

2.2 颗粒偏光十字

加适量淀粉样品于甘油-水溶液中(体积比为 1:1),调成淀粉乳,滴于载玻片上,置偏光显微镜样品台上观察,淀粉颗粒的形貌照片见图 2。

红豆淀粉颗粒的偏光十字非常明显,形状不规则,较小的圆形颗粒十字交叉在颗粒中央,较大椭

收稿日期:2001-03-05; 修订日期:2001-09-02。

基金项目:国家自然科学基金项目(29906002)资助课题。

作者简介:高群玉(1965-),女,江西分宜人,工学博士,讲师。

圆颗粒的十字不规律,有的颗粒呈斜十字形,若干 呈“X”形,中间出现盲区.



图 1 不同淀粉的电镜照片(1000 倍)

Fig.1 Scanning electron microscopy of starches(x1000)

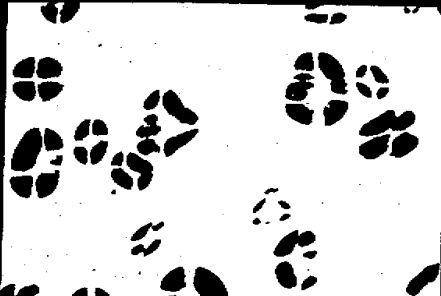


图 2 红豆淀粉颗粒的偏光十字照片(480 倍)

Fig.2 Light-micrographs in polarized mode of red bean starch granule(x480)

2.3 颗粒结晶结构

用粉末衍射法测定淀粉样品的结晶结构. 由日本理学 D/max IIIA 型 X-光衍射仪获得的淀粉颗粒衍射图样见图 3, 特征谱线见表 1. 特征射线 CuK α , 管压 40 kV, 电流 20 mA.

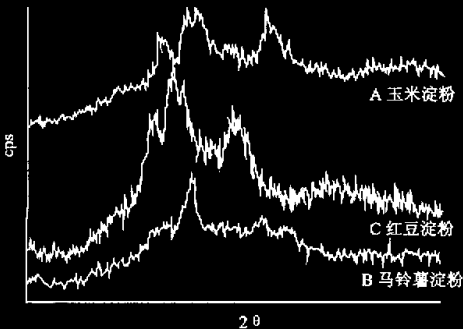


图 3 淀粉的 X-光衍射图样

Fig.3 X-ray diffraction pattern of starches

表 1 的数据及衍射图 3 都表示, 红豆淀粉与玉米淀粉的衍射图样相似, 红豆淀粉在 2 θ 为 15、17、18、23 时附近时呈现明显的吸收强峰, 与玉米淀粉的特征谱线一致, 表明其结晶结构是相同的, 属于 A 型.

表 1 淀粉 X-射线粉末衍射图特征谱线

Tab.1 The characteristic spectrum of starch X-ray diffraction patterns

种类	d 值/ $\text{\AA}$	强 度	2θ
玉 米 (A 型)	5.79	S	15.3
	5.17	S	17.1
	4.86	S	18.3
	3.80	S	23.5
马铃薯 (B 型)	5.59	M	15.8
	5.16	S	17.2
	4.00	M	22.2
	3.70	M	24.0
红 豆 (A 型)	5.96	S	14.8
	5.11	S	17.4
	4.84	S	18.3
	3.85	S	23.1

注:“S”表示强,“M”表示中,“W”表示弱.

2.4 淀粉的相对分子质量分布

实验室制备和取自工厂的淀粉样品均进行水洗、除砂、脱脂和乙醇洗涤等纯化处理^[3]. 采用高效液相色谱仪(美国 Waters 公司产品), 测定得到淀粉样品的相对分子质量分布色谱图见图 4.

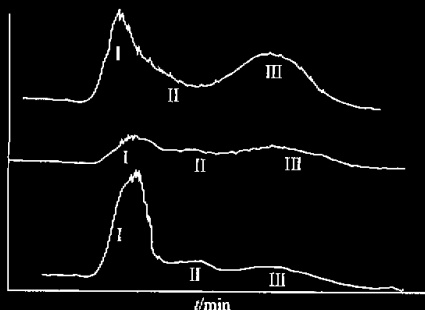


图4 淀粉样品的相对分子质量分布色谱图

Fig.4 Chromatograph of molecular weight distribution of starches

从图4可见,在分布图中淀粉的分子按DP大小排列,可分为I、II和III3个部分.因组成淀粉分子的脱水葡萄糖单元的相对分子质量为162,则淀粉分子的聚合度 $DP = M/162$,样品的分散度 $D = \overline{DP_w}/\overline{DP_n}$,该值反映分子大小差别的范围.表2为淀粉样品相对分子质量的测定结果,其聚合度分布比例列于表3.

表2 相对分子质量测定结果
Tab.2 Molecular weight of starches

样品	重均聚合度 DP_w	数均聚合度 DP_n	分散度 D
红豆淀粉	7 900	850	9.29
玉米淀粉	7 900	520	15.14
马铃薯淀粉	14 000	1 130	12.39

表3 淀粉分子的聚合度分布比例
Tab.3 Distribution of DP of starches

重均聚合度 DP	红豆淀粉	玉米淀粉	马铃薯淀粉
> 10 500	37.93	39.57	64.93
3 500~10 500	18.09	11.75	13.71
< 3 500	43.98	48.69	12.36

表1、表2的数据表明,红豆淀粉的重均聚合度与玉米淀粉相似,比马铃薯淀粉小;而分散度则为红豆淀粉<马铃薯淀粉<玉米淀粉.从聚合度分布比例来看,玉米淀粉的相对分子质量较低部分占多数,马铃薯淀粉相对分子质量较高部分占多数,而红豆淀粉居中.

2.5 淀粉糊粘度曲线

用德国产 Viskograph-e 型 Brabender 连续粘度计测定淀粉样品粘度曲线,考查其粘度性质^[4].

2.5.1 乳浓度对粘度的影响 配制质量分数4%、

6%、9%的红豆淀粉乳,分别测定其粘度曲线,结果见图5.如图中的曲线所示,浓度对红豆淀粉糊粘度性质影响很大,当升至9%,在升温过程出现峰值粘度,热稳定性下降,但其粘度较6%和4%的糊高很多.该性质有利于糕类食品的制造.

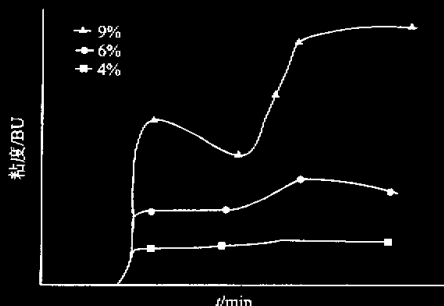


图5 淀粉乳质量分数对红豆淀粉糊粘度的影响

Fig.5 The effect of concentration on paste viscosity

2.5.2 pH对糊粘度的影响 用0.1 mol/L HCl或NaOH溶液调节红豆淀粉乳(质量分数为6%)的pH值,测定其粘度曲线,结果表见图6.由图可见,pH值对糊粘度性质的影响很大,pH值接近于7,糊粘度较稳定;在较低pH值时,糊粘度稳定性差,出现峰值粘度.淀粉酸水解引起糊粘度急骤减小,表明红豆淀粉糊抗酸能力差.

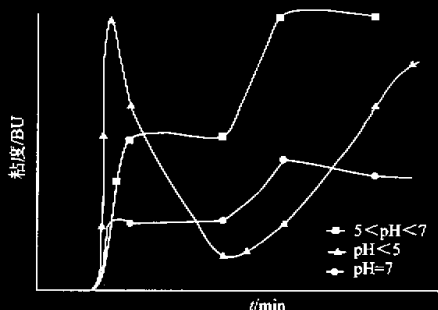


图6 pH值对红豆淀粉糊粘度的影响

Fig.6 The effect of pH on paste viscosity

2.5.3 蔗糖对糊粘度的影响 红豆淀粉为食品原料,蔗糖是常用的甜味剂,研究糖对淀粉糊粘度的影响很重要.图7为6%的红豆淀粉在6%、12%、18%蔗糖溶液及水中的粘度曲线.由于蔗糖分子有多个羟基极易溶于水,糖溶于淀粉乳中,相对地减少了膨胀糊化淀粉颗粒的水分,对淀粉有如在较少水中糊化,颗粒膨胀困难,糊化温度和粘度都增高,随着蔗糖用量的增加,对淀粉颗粒的膨胀和糊化的抑制作用增强且糊粘度增大.图7清楚地表明红豆淀粉在蔗糖对糊粘度影响方面,与其它种淀粉相似.

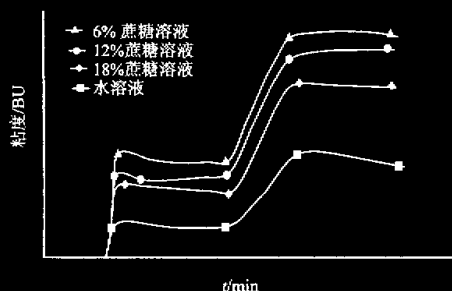


图 7 红豆淀粉在蔗糖溶液及水中的粘度曲线

Fig.7 The effect of sucrose on paste viscosity

3 结 论

红豆淀粉颗粒呈不规则的圆形或椭圆形,表面

粗糙,为 $27 \sim 45 \mu\text{m}$ 。偏光十字明显,较小的圆形颗粒十字交叉在颗粒中央;较大的椭圆颗粒大小不一,有的颗粒呈斜十字型,若干呈“x”型,出现中间盲区。X-光衍射图样为 A 型。红豆淀粉的重均聚合度比马铃薯淀粉小、与玉米淀粉相似,分散度比马铃薯和玉米淀粉都小,中间部分分子聚合度分布比例较马铃薯和玉米淀粉高。红豆淀粉糊的粘度曲线,在较低温度(约 70°C)起糊,不出现峰值粘度,为 Brabender C 型曲线。糊冷热稳定性好,凝胶性强,且粘度随着浓度增高而大为上升;在低 pH 时,红豆淀粉水解严重,糊粘度大为下降,因此,添加酸味剂时应予注意。另外,添加蔗糖对红豆淀粉颗粒的膨胀和糊化有抑制作用,能提高糊的热和冷粘度,凝胶性也增强,这种作用随糖用量的增加而增大,有利于提高糕类食品的弹韧性。

参考文献:

- [1] 豆类蛋白质资源开发研究组. 豆类蛋白质资源开发与利用[M]. 北京: 农业出版社, 1991.
- [2] 高群玉, 周俊侠, 张力田. 豌豆淀粉颗粒性质的研究[J]. 粮食与饲料工业, 1998, 41(4): 5~10.
- [3] WERNER P, ANTON H, SABINE W, *et al.* Molecular characteristics of high amylose starches[J]. *Starch/Starke*, 1994, 46(3): 88~94.
- [4] WHISILER R L. *Methods in Carbohydrate Chemistry*[M]. New York: Academic Press, 1964.

(责任编辑: 朱 明)

(上接第 448 页)

- [4] SPIEGEL J E, ROSE R, KARABELL P, *et al.* Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients[J]. *Food Technol*, 1994, (1): 85~89.
- [5] L'HOCINE L, 江波, 王璋. 双酶法生产高纯度低聚果糖研究[J]. 食品科学, 1997, 18(9): 24~27.
- [6] MIYAKE T, SAKEI S, SHIBUYA T. Process for producing high-purity oligoglucosylfructosides[P]. GB 2156820, 1985-01-23.
- [7] 上野秀雄, 筱原智. 精制低聚糖的制造方法[P]. JP 07-31492, 1995-02-03.
- [8] ODA Y, OUCHI K. Construction of a sucrose-fermenting bakers' yeast incapable of hydrolysing fructooligosaccharides[J]. *Enzyme Microb Technol*, 1991, 13: 495~498.
- [9] 江波, 唐琳, 王璋等. 高纯度低聚果糖的研制[J]. 中国食品添加剂, 1999, (3): 1~6.
- [10] 北京大学生物化学教研室编. 生物化学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1979.
- [11] D. R. 贝里著, 楼纯菊, 徐士菊译. 酵母菌生物学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1986.
- [12] 诸葛健, 王正祥著. 工业微生物实验技术手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1994.
- [13] H. J. 法夫, M. W. 米勒, E. M. 酵母菌的生活[M]. 贵阳: 酿酒科技编辑部, 1984.

(责任编辑: 李春丽)