

大米多孔淀粉的制备及其吸附性能研究

吴季勤¹, 张泽英¹, 严奉伟² (1. 武汉生物工程学院, 湖北武汉 430415; 2. 长江大学生命科学学院, 湖北荆州 434025)

摘要 [目的]制备大米多孔淀粉,测定其吸附性能。[方法]以浸碱法自制的大米淀粉为原料,采用糖化酶、 α -淀粉酶复合酶水解的方法制备大米多孔淀粉,以吸油率、比孔容及对桔子香精的缓释性能等指标评价大米多孔淀粉吸附性能。[结果]制备大米多孔淀粉的最佳酶解工艺条件为:反应温度 35 ℃,时间 16 h, pH 4.5, 糖化酶、 α -淀粉酶酶配 10:1, 底物浓度为 0.2 g/ml, 颗粒粒度 40 目。在此条件下制备的大米多孔淀粉吸油率最高, 达到 58.14%。[结论]大米多孔淀粉有较高的吸油率, 较大的比孔容, 较好的缓释桔子香精的功能, 可作为多种物质的吸附载体并广泛应用。研究可为我国大米资源综合开发提供有效途径, 并对我国的多孔淀粉工业化生产起到一定推动作用。

关键词 多孔淀粉; 糖化酶; α -淀粉酶; 吸油率; 缓释

中图分类号 S609.9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)10-04626-03

The Preparation and Adsorbing Capability of Porous Starch from Rice

WU Ji-qin et al (Wuhan Institute of Bioengineering, Hubei, Wuhan 430415)

Abstract [Objective] To prepare porous starch of rice and measure its adsorption performance. [Method] With immersion home-made rice starch as raw material, adopting saccharifying enzyme, compound of alpha amylase enzyme hydrolysis to prepare porous starch. With oil absorption rate, specific pore volume and the slow release of orange essence performance as indicators to evaluate rice porous starch. [Result] The best digestion process conditions were as follows: reaction temperature 35 ℃, time 16 h, pH 4.5, ratio of saccharifying enzyme/alpha amylase enzyme 10:1, the substrate concentration 0.2 g/ml, grain size 40 mesh. Under this condition, the preparation of porous starch of rice oil absorption rate is the highest, up to 58.14%. [Conclusion] Porous starch of rice have higher oil absorption rate, larger specific pore volume and good slow release of orange essence, which can be used extensively as adoption carrier for many substances, providing an effective way for comprehensive utilization of rice resource and promoting industrial production of porous starch.

Key words Porous starch; Saccharifying enzyme; α -amylase; Oil absorption rate; Slow release

碎米是大米加工中必然产生的副产品。碎米的价格较低,大米加工企业急需提高碎米价值的转化来使碎米增值的手段^[1]。多孔淀粉,又称为微孔淀粉,是一种新型变性淀粉,与生淀粉相比,因具有较大比孔容、较大比表面积、良好的吸水、吸油能力等优点,可作为一种新型吸附剂在食品、医药卫生、农业、造纸、化妆品、洗涤剂等诸多行业广泛应用^[2]。笔者探讨用酶法水解碎米生淀粉制备大米多孔淀粉的方法,并测定所得产品的主要吸附性能指标。

1 材料与与方法

1.1 材料 碎米,湖北次等籼米加工大米的副产品,取自汉科生物科技有限公司。主要试剂:糖化酶,酶活为 100 000 U/ml,丹麦诺维信公司中国天津工厂; α -淀粉酶:酶活为 20 000 U/ml,丹麦诺维信公司中国天津工厂;大豆色拉油,上海嘉里粮油有限公司;桔子香精,上海香精香料有限公司;冰醋酸、无水醋酸钠、氢氧化钠等均为国产分析纯试剂。主要仪器设备:PL303(0.000 1 g)电子分析天平,梅特勒-托利多仪器上海有限公司;CS101-3D 电热鼓风干燥箱,重庆四达实验仪器有限公司;pHs-3C 型精密 pH 计,上海精密科学仪器有限公司,VP30 真空抽滤机,Lab Tech;KA-1000 台式离心机,上海仪器设备总厂;粉碎机,广东省阳山县机械厂。

1.2 多孔碎米淀粉的制备方法 取一定量的碎米,放入 40~200 目的粉碎机中粉碎。称取 200 g 碎米粉,浸泡到浓度为 0.2% NaOH 溶液中,加入 800 g 蒸馏水浸泡 2~3 h,用 HCl

中和至中性,离心机分离(3 000 r/min, 5 min),去掉上清液,用蒸馏水充分洗涤再离心,取沉淀物放入烘箱中,45 ℃ 烘干^[3]。

称取适量的碎米淀粉在一定 pH 的醋酸钠缓冲溶液下制成一定浓度的悬浮液,在一定温度下预热 10 min,然后加入不同配比的酶,恒温搅拌,反应一段时间后用质量分数 4% 的 NaOH 终止反应,离心,弃去上清液,取沉淀物,小心刮掉沉淀上层黄色残渣,用蒸馏水充分洗涤后干燥,粉碎,即得多孔米淀粉^[4]。

1.3 大米多孔淀粉的性能测定

1.3.1 大米多孔淀粉吸油率的测定。称取一定量的大米多孔淀粉,室温下与食用色拉油混合,搅拌 30 min 后,用真空抽滤机抽滤至恒重(没有油滴滴下),记录前后质量差^[5]。

$$\text{吸油率}(\%) = \frac{M_1 - M_2 - M_3}{M_2} \times 100\%$$

式中, M_1 为吸油后的淀粉质量(g); M_2 为原淀粉质量(g); M_3 为滤纸质量(g)。

1.3.2 大米多孔淀粉比孔容的测定。称取一定量的大米多孔淀粉,放入装有一定刻度水的 50 ml 量筒中,记录下刻度的变化,即水的体积,也是多孔淀粉的体积。然后根据水的体积推断多孔淀粉比孔容的大小^[4]。

$$\text{比孔容} = \frac{V}{M}$$

式中, V 为淀粉的孔洞容积(ml); M 为淀粉的质量(g)。

1.3.3 大米多孔淀粉缓释功能的测定。称取一定量的大米多孔淀粉,称取一定量的桔子香精,两者混合,充分搅拌 30 min,进行第 1 次抽滤得到吸附香精的淀粉,放入水中 3 h,待

基金项目 武汉市教育局项目(2006K011)。
作者简介 吴季勤(1974-),男,湖北黄冈人,讲师,硕士,从事食品科学与工程相关的教学和研究,E-mail:176047495@qq.com。
收稿日期 2013-03-09

完全释放后,进行第2次抽滤得到释放香精的淀粉,称量,测香精的迁移速度^[6]。

$$\text{缓释速度}(\text{g/h}) = \frac{M_1}{M_2}$$

式中, M_1 为第1次抽滤的吸附香精的淀粉的质量(g); M_2 为第2次抽滤的释放香精的淀粉的质量(g)。

1.4 大米多孔淀粉制备方法的优化 主要以吸油率为指标,优化大米多孔淀粉的制备方法。

2 结果与分析

2.1 酶水解单因素对大米多孔淀粉吸油率的影响

2.1.1 酶水解时间的影响。在温度 35 ℃,pH 4.5,酶质量比 10:1(糖化酶 5 g, α -淀粉酶 0.5 g,以下同),底物浓度 0.2 g/ml,淀粉粒度 40 目条件下,测得酶解不同时间制得的多孔米的淀粉吸油率。由图 1 可知,随着反应时间的增加,吸油增长率先呈上升趋势,当反应 20 h 时,所得的产品吸油率最高。而随着反应时间的延长吸油率呈下降趋势,没有回升现象。原因可能是形成孔洞的淀粉随着时间的延长其空间结构被破坏了。

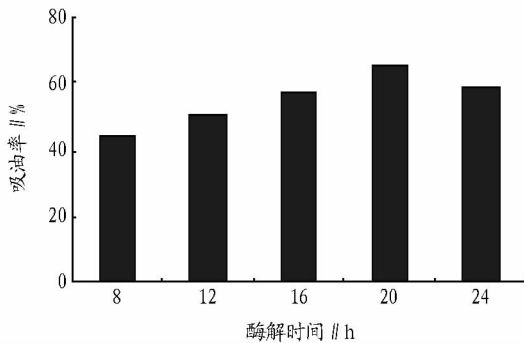


图 1 酶水解时间对大米多孔淀粉吸油率的影响

2.1.2 酶解液 pH 的影响。在温度 35 ℃,酶解时间 16 h,糖化酶与 α -淀粉酶质量比 10:1、底物浓度 0.2 g/ml,淀粉粒度 40 目条件下,考察酶解液不同 pH 对多孔米淀粉吸油率。由图 2 可知,在酶解液 pH 为 4.5 附近时,得到产物的吸油率最高;pH 小于或大于 4.5 时,吸油率都比较低;这是由于 α -淀粉酶耐温不耐酸的特性,当 pH 小于 4.5 时,淀粉可能坍塌因而使其吸附性能减小;而 pH 大于 4.5 时淀粉可能水解不充分,形成的孔洞和总孔隙不够大,因而其吸附性能小。

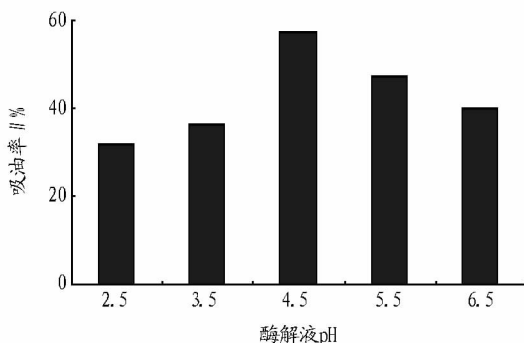


图 2 酶解液 pH 对大米多孔淀粉吸油率的影响

2.1.3 糖化酶与 α -淀粉酶质量比的影响。在温度 35 ℃,酶

解时间 16 h,pH 4.5,底物浓度 0.2 g/ml,淀粉粒度 40 目下,测得不同糖化酶与 α -淀粉酶质量比对多孔米淀粉的吸油率的影响。由图 3 可知,当糖化酶与 α -淀粉酶的质量比为 8:1 时,得到的产品吸油率最高,说明在此条件下开孔程度高。也说明这 2 种酶以此酶配比的协同作用效果最好。而大于 8:1 时吸油率呈下降趋势。

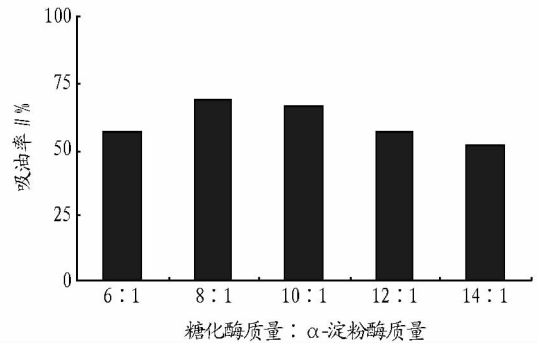


图 3 糖化酶与 α -淀粉酶质量比对大米多孔淀粉吸油率的影响

2.1.4 酶解温度的影响。在酶解时间 16 h,pH 4.5,酶质量比 10:1,底物浓度 0.2 g/ml,淀粉粒度 40 目条件下,测定不同酶解温度对多孔米淀粉吸油率的影响。由图 4 可知,35 ℃ 酶解所得产品吸油率最高。这可解释为:温度低于 35 ℃ 时,酶活力较低;而温度高于 35 ℃ 时,酶与淀粉之间会发生解吸作用,导致酶解能力下降。

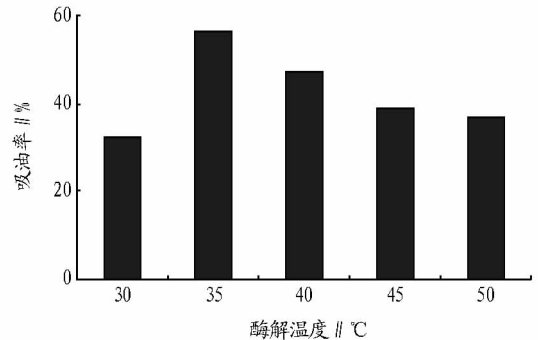


图 4 酶解温度对大米多孔淀粉吸油率的影响

2.2 正交试验优化多孔米淀粉制备条件 在单因素试验基础上,以吸油率为指标,选用正交试验优化以碎米制备大米多孔淀粉的条件,正交试验因素水平设计见表 1,结果见表 2。

表 1 碎米酶解制备大米多孔淀粉正交试验因素水平设计

水平	因素			
	温度(A) / ℃	时间(B) / h	pH(C)	酶质量比(D)
1	35	12	3.5	8:1
2	40	16	4.5	10:1
3	45	20	5.5	12:1

从表 2 可见,影响多孔米淀粉吸油率的 4 个因素顺序是 pH > 时间 > 反应温度 > 酶质量比,优化制备工艺条件组合为 $A_1B_2C_2D_2$,即酶解温度 35 ℃,时间 16 h,pH 4.5,酶质量比 10:1。

2.3 多孔米淀粉与生淀粉性质对比 按“2.2”优化的条件制备多孔米淀粉,以未水解的相同粒度碎米淀粉为生淀粉对照,测定二者吸油率、比容、缓释功能等指标对照,见图5。

由图5可知,大米多孔淀粉的吸油率明显强于生淀粉,其比孔容明显大于生淀粉,香精迁移速度明显慢于生淀粉。充分说明多孔淀粉吸附性能强于生淀粉。

3 结论

在复合酶解法制备大米多孔淀粉的过程当中,酶解温度、酶解时间、酶解液 pH、酶用量、酶的质量比、淀粉粒度等都是影响多孔米淀粉制备的因素。

用按一定比例的糖化酶、 α -淀粉酶在底物浓度 0.2 g/ml,淀粉粒度 40 目的条件下进行试验,并在此基础上以正交试验对制备多孔淀粉的工艺条件进行优化,当反应温度为 35 °C,时间为 16 h,pH 为 4.5,酶质量比为 10:1 时,可得吸油

表 2 碎米酶解制备大米多孔淀粉的正交试验方案与结果

试验号	因素				吸油率 %
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	48.64
2	1	2	2	2	67.22
3	1	3	3	3	54.56
4	2	1	2	3	57.16
5	2	2	3	1	58.74
6	2	3	1	2	50.25
7	3	1	3	2	50.90
8	3	2	1	3	47.06
9	3	3	2	1	58.80
$K_1/3$	56.81	52.23	48.65	55.39	
$K_2/3$	55.38	57.67	61.06	56.12	
$K_3/3$	52.25	54.54	54.73	52.93	
R	13.66	16.32	37.23	9.59	

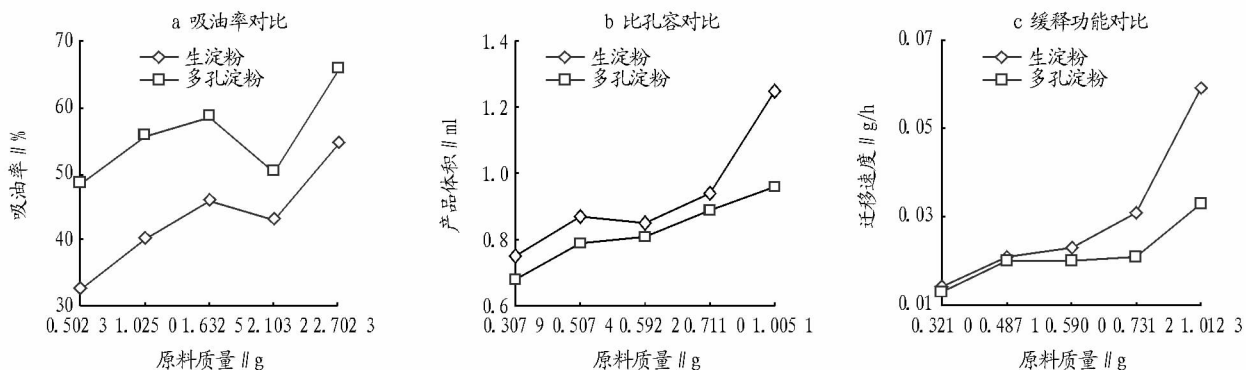


图 5 碎米生淀粉与多孔米淀粉吸附性能对比

率较高的多孔米淀粉。各因素对产品吸油率影响的大小顺序为 pH > 时间 > 反应温度 > 酶质量比。由对照试验可得,多孔米淀粉的吸油率明显高于原淀粉,比孔容也大于生淀粉,缓释速度慢于生淀粉。因此,多孔米淀粉具有良好的吸附性能及缓释性能,可以广泛应用。

参考文献

[1] 王领军,王立,姚惠源,等.大米淀粉的性质、生产及应用[J].粮食与饲料工业,2004,3(11):23-26.

- [2] 姚卫蓉,姚惠源.多孔淀粉概述[J].粮食与饲料工业,2004,8(3):25-27.
- [3] 樊燕鸽,熊汉国,王锐亮.多孔淀粉制备条件的优化[J].粮食与饲料工业,2007,11(3):33-34.
- [4] 胡霞,李晓琪,姚卫蓉.粳米多孔淀粉的制备工艺研究[J].粮食与饲料工业,2006,8(2):18-20.
- [5] 马嫄.微孔淀粉制造技术及其性质的研究[D].重庆:西南农业大学,2003:56-57.
- [6] 何国庆,刘彩琴,陈启和,等.复合酶法制备早籼米多孔淀粉的工艺条件[J].中国水稻科学,2006(2):111-114.

(上接第 4586 页)

收、价格等手段规范用水,合理用水。同时,政府应加大对浪费用水的处罚力度,提高违法成本,营造珍惜用水、合理用水的氛围,促进云南省经济社会的可持续发展。

参考文献

- [1] 徐宽.基尼系数的研究文献在过去八十年是如何拓展的[J].经济学(季刊),2003(3):757-778.
- [2] 刘景辉,李立军,王志敏.中国粮食安全指标的探讨[J].中国农业科技导报,2004,6(4):10-16.

- [3] 吴宇哲,鲍海君.区域基尼系数及其在区域水土资源匹配分析中的应用[J].水土保持学报,2003,17(5):123-125.
- [4] 刘洋,金凤君,甘红.区域水资源空间匹配分析[J].辽宁工程技术大学学报,2005,24(5):657-660.
- [5] 姜宁,付强.基于基尼系数的黑龙江省水资源空间匹配分析[J].东北农业大学学报,2010,41(5):56-60.
- [6] 陶国芳,蒋兆恒.基于基尼系数的吉林省水资源空间匹配分析[J].安徽农业科学,2012,40(15):8694-8697,8722.
- [7] 龚久平,张伟,洪云菊,等.重庆市水资源承载力分析与可持续发展利用探讨[J].西南农业学报,2011(6):2429-2433.