

酶制剂在木薯淀粉提取中的应用

钱莹, 段钢*

(杰能科(中国)生物工程有限公司, 江苏 无锡 214028)

摘要: 由于世界木薯的价格持续走高,木薯淀粉生产企业面临着生产成本提高的巨大压力,由于传统的木薯淀粉生产过程产生的大量废渣中含有大量未分离的淀粉,因此如何提高木薯淀粉出率成为木薯行业非常关心的问题。作者通过将生物制品酶制剂直接引进传统的木薯淀粉生产过程,根据新鲜木薯的组成,对不同单一酶制剂的筛选,酶制剂的添加量,复配以及处理时间的研究,确定了果胶酶以及蛋白酶复合使用可以对木薯淀粉出率的提高有很大帮助,从而为木薯淀粉行业提高木薯淀粉出率提供了一个新的方向。

关键词: 木薯;木薯淀粉;酶制剂;生产工艺

中图分类号: TS 231 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1689(2012)07-0766-05

New Enzyme Application on Tapioca Starch Extraction

QIAN Ying, DUAN Gang*

(Genencor (China) Bio-Products Co., Ltd, Wuxi 214028, China)

Abstract: With the increased raw material and energy cost along with environmental pressure, tapioca starch producers have to further improve the technology and optimize the process to be able to grow sustainably. One major concern in tapioca starch production is how to increase the extraction rate of tapioca starch. In this study, different enzymes are applied to conventional tapioca starch production process using fresh cassava root. Based on the composition of fresh cassava root, the effect of enzymes types, enzyme dosages, enzyme blending and reaction time on the extraction rates of tapioca starch were careful investigated by single factor experiment. It is found out that the blend of an acid protease and pectinase shows positive effect on increasing the extraction rate of tapioca starch.

Key words: cassava, tapioca starch, enzymes, process technology

木薯淀粉粉质细腻,含蛋白质等杂质少,且支链淀粉含量比玉米淀粉、小麦淀粉都高。木薯淀粉分子结构中的羟基化学性质活泼,特别适用于生产各种用途的淀粉衍生物。木薯淀粉的这些特性,使其在食品、制糖、纺织、造纸、医药、化工等行业得到

广泛的应用。

木薯淀粉生产过程实际上是一个物理分离过程。新鲜木薯主要由淀粉与纤维素,少量蛋白质、无机盐等其它物质组成^[1],根据淀粉不溶于冷水和比重大于水的特性,通过大量的水及专用机械设备,将淀粉从水的悬浮液中分离出来,从而达到回

收稿日期: 2011-11-26

作者简介: 钱莹(1977-),女,吉林吉林人,工程师,主要从事酶制剂在谷物加工中的应用研究。E-mail: Kathy.qian@danisco.com

*通信作者: 段钢(1966-),男,辽宁沈阳人,工学博士,亚太地区技术总监,主要从事工业酶及应用研究。

E-mail: Gang.duan@danisco.com

收淀粉的目的。木薯淀粉生产过程中会产生大量的废水和废渣,有统计表明每生产 1 t 木薯淀粉至少会产生约 1.0~1.5 t 的废渣,10~15 t 的废水。研究人员在对废渣的组分分析中发现废渣内仍含有大量淀粉(干基,50%—60%)^[2-3],这说明木薯淀粉生产过程中,部分淀粉未能提取出来,这在木薯淀粉价格日益走高的今天,对木薯淀粉生产商们无疑是一笔不小的损失。

如何提高对新鲜木薯利用的效率,除了机械设备专业化程度的提高之外,研究人员还希望利用先进的生物技术手段来改善。目前的研究多集中在对废渣的处理回收利用上,如 Ukrit 等以废渣为原料,经过高温淀粉酶、糖化酶处理后进行酒精发酵^[4];Klanarong 等利用纤维素酶、果胶酶对木薯渣进行了处理以此来达到对木薯渣内所含木薯淀粉的回收^[5];Somphit 等也曾使用木聚糖酶以及纤维素酶进行过类似的研究^[6]。但生物技术如何直接提高木薯淀粉分离效率的研究还比较少。作者对酶制剂直接应用在木薯分离生产过程的可能性作了初步探讨,同时对酶制剂的选择以及应用条件进行的研究,为木薯淀粉生产行业提供了一种新的思路。

1 材料与方法

1.1 实验材料

新鲜木薯:广西南宁市售;酶制剂:纤维素酶,葡聚糖酶,木聚糖酶,半纤维素酶,果胶酶,蛋白酶;杰能科(中国)生物工程有限公司产品。

1.2 实验方法

1.2.1 水分测定^[7] GB/T 12087—2008。

1.2.2 淀粉含量测定^[8] GB/T 5009.9—2003。

1.2.3 淀粉糊化粘度测定 利用粘度计(Hakke, VT500)测定淀粉的粘度变化。蒸馏水配制质量分

数 5% 的淀粉悬浊液 100 mL,装入制定容器。转子为 FL10。采用以下温控程序:25 ℃ 维持 1 min,50 min 内升温至 95 ℃,在 95 ℃ 下维持 30 min,然后 20 min 内降温至 50 ℃。整个温控过程搅拌速度为每秒 100 转。

1.2.4 淀粉出率提高率 样品淀粉出率相比于空白样品淀粉出率的百分比。

1.3 工艺流程

传统工艺

新鲜木薯→清洗→去皮→粉碎→调浆→提取→干燥。

酶法工艺

新鲜木薯→清洗→去皮→粉碎→调浆→酶法处理→提取→干燥。

2 结果与分析

2.1 不同单一酶制剂对木薯淀粉提取率的影响

新鲜木薯含有大量的淀粉与纤维素、木质素和少量的蛋白质。其中淀粉颗粒被内层的纤维素、木质素和少量蛋白质以及外层的果胶所缠绕包裹着。为了使更多的淀粉颗粒从纤维中被释放出来,需要将其缠绕包裹的结构打断,因此在相同的酶蛋白添加量下对不同细胞壁降解酶制剂做了比较。由于木薯淀粉生产过程的浆料 pH 值较低,故实验控制在 pH 4.0 下进行。表 1 的数据可以看出,使用果胶酶、蛋白酶以及葡聚糖酶处理后,木薯淀粉出率的提高率都在 5% 以上,这说明 3 种酶制剂对环绕在淀粉周围的网状结构进行了有效地降解,从而使更多的淀粉颗粒被释放出来,同时淀粉出率的提高也表明将上述 3 种酶直接使用在生产过程中是可行的。因此在下面的研究中,将选中以上 3 种酶作为继续研究的对象。

表 1 不同酶制剂对木薯淀粉出率的影响

Tab.1 Effect of different enzymes on the extraction rate of cassava starch

样品	添加量/(mg/g)						木薯淀粉出率的提高率/%
	纤维素酶	葡聚糖酶	木聚糖酶	半纤维素酶	果胶酶	蛋白酶	
空白	/	/	/	/	/	/	0.00
1#	0.35	/	/	/	/	/	0.29
2#	/	0.35	/	/	/	/	5.79
3#	/	/	0.35	/	/	/	2.89

续表 1

样品	添加量/(mg/g)						木薯淀粉出率的提高率/%
	纤维素酶	葡聚糖酶	木聚糖酶	半纤维素酶	果胶酶	蛋白酶	
4#	/	/	/	0.35	/	/	0.56
5#	/	/	/	/	0.35	/	8.74
6#	/	/	/	/	/	0.35	6.00

* 反应条件:15% DS,pH 4.0, 温度 40℃,反应 60 min

2.2 酶的添加量对木薯淀粉出率的影响

根据表 1 的研究,果胶酶、蛋白酶和葡聚糖酶对木薯淀粉出率的提高有较大帮助,进而单一酶制剂的添加量对木薯淀粉出率的影响做了进一步的考察。在相同的条件下,如图 1 所示,当酶制剂添加量在 0.07~0.18 mg/g 时,葡聚糖的作用效果并不明显,淀粉出率未有提高。但蛋白酶与果胶酶已经显示出淀粉收率增加了 3%~4%。当酶的用量逐渐增加至 0.35 mg/g 时,葡聚糖酶的作用效果开始显示,但与蛋白酶与果胶酶的淀粉出率相比较,葡聚糖酶在水解环绕在淀粉周围的网状结构时,效果相对较弱。

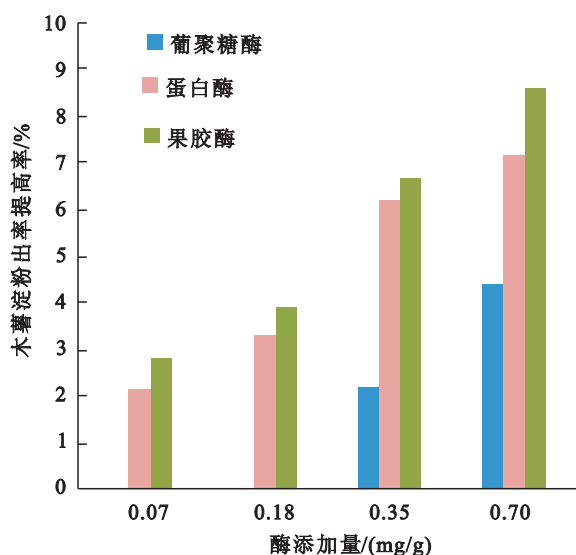


图 1 不同酶加量对淀粉出率的影响

Fig. 1 Effect of different enzyme dosage on the extraction rate of cassava starch

2.3 复合酶对淀粉提取率的影响

复合酶制剂在实际应用中经常能取得较单一酶制剂意想不到的效果,鉴于蛋白酶和果胶酶在较低添加量时对木薯淀粉出率提高的效果明显,因此将两者在生产过程中联合使用效果如表 2 所示。从表 2 的数据可以看到,两者的添加量虽然同时降

低至 0.07 mg/g,但淀粉出率提高率仍有 3.89%,较单独使用果胶酶,在相同加量下,淀粉出率提高率增加。当果胶酶的用量提高至 0.18 mg/g,两者的协同左右效果非常明显,淀粉出率调高率接近 10%。这说明两者在水解包围在淀粉周围的网状结构时,两者作用相互互补,从而提高了淀粉出率的同时,降低了酶制剂的用量。

表 2 复合酶添加量对木薯淀粉出率的影响

Tab. 2 Effect of enzymes blending on the extraction rate of cassava starch

样品	果胶酶/(mg/g)	蛋白酶/(mg/g)	pH	温度/℃	反应时间/h	木薯淀粉出率的提高率/%
空白	/	/	4.0	40	1.0	/
1#	0.07	0.07	4.0	40	1.0	3.89
2#	0.18	0.07	4.0	40	1.0	9.89

* 反应条件:15% DS

2.4 反应时间对木薯淀粉出率的影响

酶是一种特殊性催化剂,它的催化过程需要一定的时间。因此不同的处理时间对木薯淀粉出率的提高会有所不同。从表 3 的数据可以看出,处理 1 h 后的淀粉出率明显高于处理时间为 0.5 h 的结果。处理时间的延长,可以有效的提高淀粉出率,说明酶与底物充分的进行了反应,有效地水解了包裹在淀粉周围的果胶与蛋白质同时,更多的淀粉被释放出来。但由于木薯淀粉的传统生产工艺是一个连续的生产过程,浆料在每一个生产单元过程中停留时间都很短,通常只有 10 min 左右,故为了有效使二者结合起来,酶反应的时间应该控制在 30 min 左右,甚至可以更短一些。

2.5 酶法过程的物料平衡计算

经过对一系列酶法过程的实验条件研究后,对实验规模进行了放大,并进行了物料平衡的计算。实验的各组分析如表 4 与表 5 所示。对比表 4 与表 5 发现,木薯淀粉生产过程中添加了果胶酶与蛋

白酶后,分离的木薯淀粉量明显增加,淀粉出率提高了6.7%。从对废渣中的淀粉含量分析也可以发现,经过酶法过程处理的废渣含有的淀粉含量明显低于空白样品,从而也间接证明了木薯淀粉出率的增加来自于果胶酶与蛋白酶的协同作用。对于过程中水分的恒算,在相同处理条件,酶法过程的废水量远多于空白样品,这说明酶法过程有助于废渣与废水的分离,从而意味着酶法过程可以得到更多的回用水,这对于耗水大户的木薯淀粉企业是非常有意义的。

表3 不同反应时间对木薯淀粉出率的

Tab.3 Effect of different reaction time on the extraction rate of cassava starch

样品	果胶酶/ (mg/g)	蛋白酶/ (mg/g)	pH	温度/ ℃	反应 时间/ h	木薯淀粉 出率的 提高率/%
空白	/	/	4.0	40	0.5	/
1#	0.18	0.07	4.0	40	0.5	6.97
2#	0.18	0.07	4.0	40	1.0	9.77

* 反应条件:15% DS

表4 未添加酶制剂的提取木薯淀粉过程的物料计算

Tab.4 Mass balance of the cassava starch extraction process without any enzymes

新鲜木薯/ g	配料水/ g	洗料水/ g	废渣/ g	废水/ g	木薯淀粉 (水分5%)/g
2 500	2 500	2 000	263.6	4 940	392.6
淀粉	560	/	/	192.47	329.55
水	1 782	2 500	13.55	4 826.87	20.1
蛋白质	25.6	/	4.42	17.4	2.39
纤维素及其它	132.4	/	53.16	57.75	40.56

表5 添加果胶酶及蛋白酶的提取木薯淀粉过程的物料计算

Tab.5 Mass balance of the cassava starch extraction with Pectinase and Protease

新鲜木薯/ g	配料水/ g	洗料水/ g	废渣/ g	废水/ g	木薯淀粉 (水分5%)/g
2 500	2 500	2 000	239.90	5 277	419
淀粉	560	/	/	173.70	356.86
水	1 782	2 500	16.98	5 156.16	21.80
蛋白质	25.6	/	3.12	19.69	2.41
纤维素及其它	132.4	/	45.96	73.55	46.04

2.6 木薯淀粉糊化特性分析

酶法过程提取的木薯淀粉与传统过程提取的木薯淀粉进行了糊化特性的对比,如图2所示。对比两者粘度曲线可以发现,酶法提取的木薯淀粉与传统过程提取的木薯淀粉在相同的温度下出现了峰值粘度,这说明酶法提取的木薯淀粉糊化温度未发生改变。当体系温度下降时,木薯淀粉粘度开始回升,但酶法过程提取的木薯淀粉粘度回升值较传统过程提取的低,表明此淀粉的老化回升值降低,这对在食品中应用非常有意义。

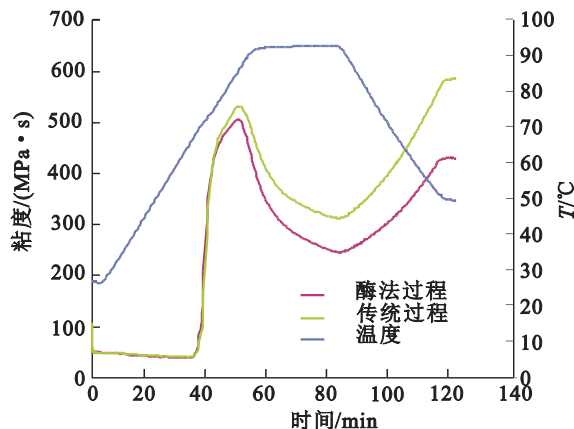


图2 不同提取过程的木薯淀粉粘度曲线

Fig.2 Viscosity curve of tapioca starch from the enzymatic process and the conventional process

3 结 语

通过对酶制剂在木薯淀粉生产过程中使用的研究发现,对于单一使用葡聚糖酶、果胶酶与蛋白酶均可以提高木薯淀粉出率,但在较低添加量时,果胶酶与蛋白酶的效果更为明显,特别是两者联合

使用,其协同作用不仅使木薯淀粉出率得到了更大的提高,同时还降低了两者的添加量。结合木薯淀粉传统生产过程,对过程中酶反应的时间也进行了确定。实验进一步放大,对比物料平衡,再次证明了酶法过程可以提高木薯淀粉出率,且提取的木薯淀粉糊化特性得到了改善。

参考文献(References):

- [1] Willian F. Breuninger et. al. Tapioca / Cassava starch: Production and Use [M]. Starch: Chemistry and Tchnology. 541—568.
- [2] Orathai Chavalparit et. al. Clean technology for the tapioca starch industry in Thailand[J]. Cleaner Production, 17: 105—110 (2009)
- [3] Ukrit Rattanachomsri et. al. Simultaneous non—thermal saccharification of cassava pulp by multi—enzyme activity and ethanol fermentation by *Candida tropicalis*[J]. **Bioscience and Bioengineering**, 107(5): 488—493 (2009)
- [4] Klanarong Srioth et. al. Processing of cassava waste for improved biomass utilization[J]. **Bioresource Technology**, 71(2000) 63—69.
- [5] Somphit Sornyotha et. al. An efficient treatment from detoxification process of cassava starch by plant cell wall—degrading enzymes[J]. **Bioscience and Bioengineering**, 109(1): 9—14 (2010)
- [6] GB/T 12087—2008, 淀粉水分测定方法[S]. 2008.
- [7] GB/ T5009. 9— 2003, 食品淀粉的测定方法[S]. 2003.
- [8] Divya Nair. Biodegradation of cassava starch factory residue using a combination of cellulases, xylanases and hemicellulases [J]. **Biomass & Bioenergy**, 2011, (35) : 1211—1218.