

文章编号: 1009-038X(1999)04-0042-04

纤维素酶提取甜菜果胶的工艺条件

李文德, 张礼星, 徐 柔, 章克昌

(无锡轻工大学生物工程学院, 江苏无锡 214036)

摘要: 对酶法提取甜菜废粕果胶得率的影响因素进行了研究. 结果表明, 80 目甜菜粕粉在 50℃、加酶量 15 U/g、pH 4.8 的 $\text{Na}_2\text{HPO}_4\text{-C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ 缓冲溶液, 料液比 1:10~1:14 提取时间 90 h 的条件下, 果胶提取率达 90%~92%, 果胶粘均相对分子质量为 5.6×10^4 , 高于酸法果胶的提取率 (42.0%) 和粘均相对分子质量 (4.3×10^4), 为甜菜果胶生产和品质的进一步改良奠定了基础.

关键词: 果胶; 甜菜废粕; 纤维素酶

中图分类号: Q539.8 文献标识码: A

果胶的用途广泛, 主要用作食品的稳定剂、增稠剂和凝胶剂, 以及在医药卫生领域用作止血剂、解毒剂及血浆代用品等. 生产果胶的原料主要有苹果渣、柑桔皮、向日葵盘和甜菜废粕等, 由于前 3 种原料在来源或储藏方面存在难以解决的问题, 目前国内果胶生产停滞不前, 国内市场优质果胶产品主要靠进口. 甜菜废粕是一种富含果胶 (约 15%~30%)^[1] 且来源丰富稳定、可常年储存的生产果胶的廉价原料, 正常情况下, 我国每年大约产 1 450 万 t 甜菜, 可产生甜菜粕 70~80 万 t. 但是, 甜菜果胶的分子式量小、乙酰基含量高、凝胶力差等因素影响了甜菜果胶的开发利用. 目前, 甜菜废粕主要用作廉价饲料, 影响了甜菜糖厂的经济效益. 因此, 不论在甜菜废粕的开发利用方面, 还是果胶产品的生产方面, 用甜菜废粕生产果胶都具有重要的意义. 本研究的主要目的是用酶法提取甜菜果胶, 解决甜菜果胶分子式量小和提取率低的问题, 以便进一步提高其品质, 促进甜菜果胶的开发利用.

1 材料与方 法

1.1 原料、试剂及主要仪器设备

甜菜粕粉 吉林省制糖厂提供甜菜废粕, 作者所在实验室粉碎; 纤维素酶 作者所在研究室提供; 唑啉 上海化学试剂总厂生产; D-半乳糖醛酸 (AGA) SIGMA 公司生产; 果胶 (柑桔果胶) SIGMA 公司生产; SHZ-22 型水浴恒温振荡器 江苏省太仓市医疗器械厂生产.

收稿日期: 1999-04-05; 修订日期: 1999-09-29

作者简介: 李文德 (1961 年 11 月生), 男, 吉林长春人, 博士研究生, 高级工程师.

1.2 方法

1.2.1 酶法提取甜菜果胶 5 g 80目细的甜菜粕粉置于 100 mL 的具塞三角瓶中,加入含纤维素酶的缓冲溶液,于水浴恒温振荡器内进行酶法提取果胶.反应结束后,用 120目尼龙布抽滤,滤渣用少量水漂洗,洗液一并收集.向果胶提取液中加入 2倍体积的 95%工业酒精,静置 4 h使果胶充分沉淀,然后用离心机 (3 500 r/min)离心 20 min,果胶沉淀物用 99%酒精洗涤 2次,于 50℃下真空烘干,粉碎过 60目筛即得果胶产品.

1.2.2 酸法提取甜菜果胶 采用常规方法,5 g 60目细的甜菜粕置于 100 mL 的具塞三角瓶中,按 1: 10的料液比加入 pH 1.0的盐酸溶液,置于 85℃的水浴恒温振荡器内反应 1 h.反应结束后,用 120目尼龙布抽滤,滤渣用少量水漂洗,洗液一并收集.向果胶提取液中加入 2倍体积的 95%工业酒精,静置 4 h使果胶充分沉淀,然后用离心机 (3 500 r/min)离心 20 min,果胶沉淀物用 99%酒精洗涤 2次,于 50℃下真空烘干,粉碎,过 60目筛得果胶产品.

1.2.3 果胶测定 咔唑比色法^[3](换算系数 0.781).

1.2.4 相对分子质量测定 粘度法^[4].

1.2.5 纤维素酶活力测定 (FPA) 滤纸法^[5].

2 结果与讨论

2.1 实验结果

2.1.1 正交试验优化提取条件 在单因子实验的基础上,用正交实验方法优化温度、pH 加酶量和料液比 4个因素,因素水平设置见表 1,试验结果及分析计算见表 2.

表 1 正交试验条件选择 (72 h)

水平	因素			
	温度 /℃	pH	加酶量 / (U/g)	料液比
1	45	4.5	10	1: 11
2	50	4.8	15	1: 12
3	55	5.1	20	1: 13

表 2 正交试验结果及计算表

实验号	A	B	C	D	AGA* 提取率(干基)
	温度 /℃	pH	加酶量 / (U/g)	料液比	%
1	1(45)	1(4.5)	1(10.0)	1(1: 11)	9.46
2	1(45)	2(4.8)	2(15)	2(1: 12)	13.16
3	1(45)	3(5.1)	3(20)	3(1: 13)	13.67
4	2(50)	1(4.5)	2(15)	3(1: 13)	10.58
5	2(50)	2(4.8)	3(20)	1(1: 11)	12.03
6	2(50)	3(5.1)	1(10)	2(1: 12)	8.56
7	3(55)	1(4.5)	3(20)	2(1: 12)	8.93
8	3(55)	2(4.8)	1(10)	3(1: 13)	7.08
9	3(55)	3(5.1)	2(15)	1(1: 11)	9.66
$K_1 = \sum x_{1j}$	36.29	28.97	25.10	31.15	
$K_2 = \sum x_{2j}$	31.17	32.36	33.40	30.63	
$K_3 = \sum x_{3j}$	25.67	31.88	34.61	31.34	
k_1	12.10	9.65	8.37	10.38	
k_2	10.39	10.79	11.14	10.21	
k_3	8.56	10.63	11.54	10.45	
R	3.54	1.13	3.17	0.24	

注: * AGA—聚半乳糖醛酸 (anhydrogalacturonic acid)

由表 2可以看出,极差 $R_A(3.54) > R_C(3.17) > R_B(1.13) > R_D(0.24)$,为直观地反应各

因子对指标的影响,作出因子和实验指标的关系图,见图 1.可以看出料液比的极差最小,因而图形的波动最小;温度的极差最大,其图形的波动也最大,对指标的影响也就越大.影响果胶提取率各因素的主次顺序为:

主—————→次

温度(A) 加酶量(C) pH(B) 料液比(D)

由于酶制剂用量的增加将显著增加生产成本,而加酶量 15 U/g 和 20 U/g 的试验结果变化不大,因此,选择加酶量为 15 U/g. 确定最佳反应条件为: pH 4.8, 料液比 1:12, 温度 45℃, 加酶量 15 U/g.

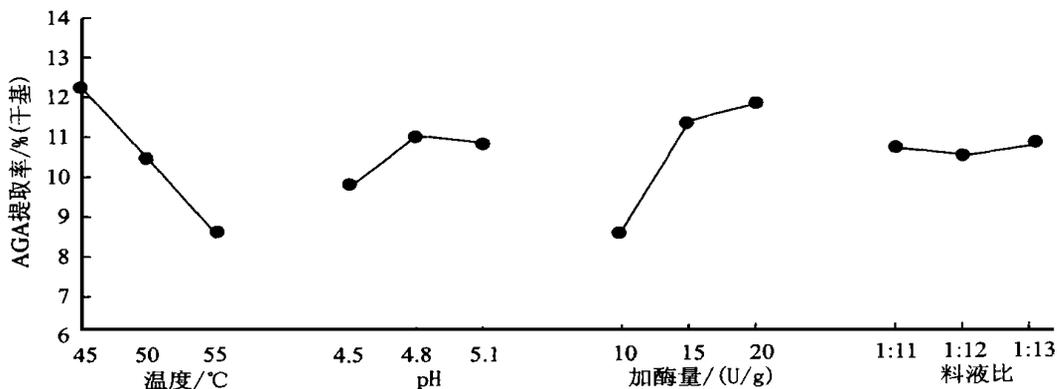


图 1 AGA提取率正交试验趋势图

2.1.2 反应时间的确定 在上述选定的最佳反应条件下,研究了时间对 AGA 提取率的影响,结果见图 2.可见反应时间为 90 h 时的提取率较高,再延长反应时间,提取率增加不显著.因此,确定反应时间为 90 h 比较合适.

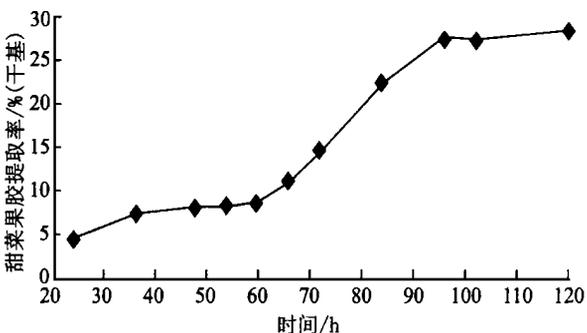


图 2 时间对甜菜果胶提取率的影响

2.1.3 最佳反应条件的验证 按上述确定的最佳反应条件: 80目细的甜菜粕粉、pH 4.8 45℃、固液比 1:12 加酶量 15 U/g 反应时间 90 h,进行 10次平行

实验,平均的聚半乳糖醛酸提取率为 19.86%,果胶收率(以聚半乳糖醛酸计)为 91.02%,果胶的粘均相对分子质量为 5.6×10^4 ,而酸法(pH 1.0, 85℃, 1h)提取的果胶的粘均相对分子质量为 4.3×10^4 .

2.2 讨论

1) 酶法提取果胶的相对分子质量 (5.6×10^4)和提取率 (91.02%) 都较酸法(相对分子质量 4.3×10^4 提取率 42.0%)高得多,这为甜菜果胶产业化和进一步改性提高甜菜果胶品质提供了必要条件.

2) 实验发现,酶法提取果胶 36 h 以后,反应体系容易染霉菌,在生产实践中应注意防止染菌.

3) 酶法提取甜菜果胶反应时间长(90 h),酶制剂用量大(15 U/g),这可能是酶法提取甜菜果胶至今没能得到发展的原因。但是,从果胶—时间提取曲线可以看出,酶法提取甜菜果胶基本分两个阶段,如果用酸法提取少量果胶后,再用酶法提取剩余的果胶将会大大缩短反应时间,减少加酶量。因此,充分发挥酶法和酸法各自的优点,既可缩短反应时间,又能获得较高分子式量的果胶。另外,随着酶制剂工业的发展,酶制剂成本的降低,酶法提取甜菜果胶将是非常有发展前途的新方法。

参考文献:

- [1] MICARD V, RENARD C M G, THIBAUT J F. Enzymatic saccharification of sugar-beet pulp[J]. *Enzyme and Microbial Technology*, 1996, 19: 162~ 170
- [2] 蒋冬梅.啤酒糟渣发酵饲料的研究 [D].无锡:无锡轻工大学,1998
- [3] 宁正祥主编.食品成分分析手册 [M].北京:中国轻工业出版社,1998.
- [4] SMIT C J B, BRYANT E F. Properties of pectin fractions separated on diethylaminoethyl-cellulose columns[J]. *Journal of Food Science*, 1967, 32: 197~ 199

Extraction Technology Conditions of Pectin from Sugar Beet Pulp with Cellulase

LI Wen-de, ZHANG Li-xing, XU Rou, ZHANG Ke-chang
(School of Biotechnology, Wuxi University of Light Industry, Wuxi 214036)

Abstract The affecting factors of extracting pectin from sugar beet pulp with cellulase were investigated. It was found that at 45°C, pH 4.6~ 5.0, solid-liquid ratio from 1: 10 to 1: 12, addition quantity of the cellulase 15 U/g, reaction time 90 h, the pectin extraction ratio reached 90% ~ 92%. The viscosity-average molecular weight of the pectin is 56 000, which is more than the pectin extraction ratio (42.0%) and viscosity-average molecular weight (43 000) in acid extraction method. This will be the base of the production and the quality improving of sugar beet pectin.

Key words pectin; sugar beet pulp; cellulase