

文章编号: 0253-9721(2007)05-0074-04

超临界 CO₂ 介质中苧麻脱胶酶的影响因素

彭源德¹, 唐守伟¹, 杨喜爱¹, 严理¹, 刘昭铁², 熊和平¹

(1. 中国农业科学院 麻类研究所, 湖南 长沙 410205;

2. 陕西师范大学 大分子科学陕西省重点实验室, 陕西 西安 710062)

摘要 为确定超临界 CO₂ 介质中苧麻酶法脱胶的工艺流程和技术参数, 对超临界 CO₂ 介质中影响果胶酶和木聚糖酶的主要因素进行研究。结果表明, 超临界 CO₂ 介质中苧麻酶法脱胶的适宜条件为: 温度 45 ~ 50 °C, CO₂ 压力 8 MPa, pH 值 5 ~ 6.5, 转速 90 r/min, 时间 1.5 ~ 2.0 h; 超临界 CO₂ 介质的苧麻酶法脱胶具有产量高和品质好的特点, 与常规化学脱胶方法相比, 脱胶制成率提高了 14.3%, 束纤维强力提高了 10.5%。

关键词 苧麻; 超临界 CO₂; 果胶酶; 木聚糖酶; 酶法脱胶

中图分类号: TS192.552 文献标识码: A

Factors influencing retting of ramie with enzymes in SC-CO₂

PENG Yuande¹, TANG Shouwei¹, YANG Xi'ai¹, YAN Li¹, LIU Zhaotie², XIONG Heping¹

(1. Institute of Bast Fiber Crops, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changsha, Hunan 410205, China;

2. Key Laboratory of Macromolecular Science of Shaanxi Province, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shanxi 710062, China)

Abstract To determine the technical process and parameters of retting of ramie with enzymes in SC-CO₂, some main environmental factors which can change the activities of pectinase and xylase are studied. The test shows that the optimal conditions for this enzymatic reaction in SC-CO₂ are 45 ~ 50 °C, 8 MPa of the pressure of CO₂, pH 5 ~ 6.5, 90 r/min and treatment duration of 1.5 ~ 2.0 h. Compared with traditional chemical retting, the enzymatic retting has the advantages of high fiber yield (increased by 14.3%) and good quality of single-fiber strength (increased by 10.5%).

Key words ramie; SC-CO₂; pectinase; xylase; enzymatic retting

现普遍采用的苧麻化学脱胶工艺, 存在成本高, 能耗大, 纤维制成率低, 纤维品质易受损伤和环境污染严重等突出问题, 严重制约着苧麻产业的发展, 为此, 国内外学者广泛开展了苧麻加菌脱胶和酶法脱胶等方面的研究^[1-6], 取得了一定的效果, 但这些脱胶技术均未脱离水体, 仍造成一定的环境污染。

随着酶催化反应的发展, 非水溶剂的使用逐渐增多, 超临界 CO₂ 流体是一种可供选择的非水溶剂, 引起广泛关注^[7-9]。实践证明, 在非水溶剂中, 许多酶的活性加强, 底物更易溶解, 酶促反应速率加快, 此外, 还能简化分离过程, 加强酶的专一性。文献^[10]将现代生物技术和超临界流体技术有机结

合, 进行了超临界 CO₂ 介质的苧麻酶法脱胶探索性研究, 取得一定的进展。本文拟通过研究超临界 CO₂ 介质中影响苧麻主要脱胶酶的因素, 为确定超临界 CO₂ 介质中苧麻酶法脱胶的工艺流程和技术参数奠定基础。

1 实验部分

1.1 材料

生苧麻由中国农业科学院麻类研究所苧麻亚麻事业部提供, 品种为中苧 1 号。

收稿日期: 2006-09-14 修回日期: 2006-11-23

基金项目: 国家重大基础研究前期专项资助项目(2004CCA00700)

作者简介: 彭源德(1965—), 男, 研究员, 学士。主要从事农产品生物加工研究。熊和平, 通讯作者, E-mail: ramiexhp@2118.cn。

果胶酶菌株 API 和木聚糖酶菌株 ESS 均从美国引进,果胶酶和木聚糖酶分别由中国农业科学院麻类研究所加工与环保事业部与湖南尤特尔生化有限公司生产。

仪器与设备:500 mL和2 000 mL高压反应釜、752型紫外分光光度计、SPX 250B型生化培养箱、SHA-B型恒温振荡器等。

试剂:3,5-二硝基水杨酸、柠檬酸、12水磷酸氢二钠、4水酒石酸钾钠、苯酚、木糖和果胶,均为分析纯。

1.2 方法

1.2.1 脱胶酶影响因子实验

取果胶酶液和木聚糖酶液各50 mL,于500 mL高压反应釜中,充入 CO₂ 至8 MPa,在45~50℃、pH值5.5和转速90 r/min条件下处理1.5 h,分别测定处理前、后的脱胶酶酶活,重复3次。根据研究目的设置的特定条件如下。

1) 温度。设置高压反应釜的温度分别为30、35、40、45、50、55℃,测定果胶酶液和木聚糖酶处理前后的酶活,以常压条件下果胶酶液和木聚糖酶在上述温度下的酶活为对照。

2) 压力。在高压反应釜的温度为45℃条件下,分别设置反应釜的压力为0.2、4、6、8、10 MPa,测定果胶酶液和木聚糖酶处理前后的酶活。

3) 起始 pH 值。设置起始 pH 值分别为2.5、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6、6.5、7、7.5,在温度50℃下,测定果胶酶液和木聚糖酶的酶活。

4) 转速。设置超临界 CO₂ 酶处理的转速分别为0.30、.60、.90、.120、.150、.180 r/min,测定果胶酶液和木聚糖酶的终点酶活。

5) 时间。设置超临界 CO₂ 苕麻酶法脱胶的时间分别为0.5、1、1.5、2、2.5 h,测定果胶酶液和木聚糖酶的终点酶活和苕麻脱胶效果。

1.2.2 脱胶效果判断

将酶法脱胶后的苕麻韧皮剪成1~2 cm的片段,放入试管中,加入等量、能淹没麻茎的清水,加盖橡皮或玻璃软塞后,先轻摇10 s,再激烈地以垂直方向摇动5次,用分散好的纤维标准管做对照,目测评定纤维分离的情况,记分为11等,其中,0为不脱胶,5为半脱胶,10为完全脱胶。

1.2.3 超临界介质苕麻酶法脱胶

取生苕麻15 g,用一定量的复合脱胶酶液浸泡20 min左右,取出置于500 mL反应釜中,充入 CO₂,在45~50℃、8 MPa条件下,处理1.5 h,测定脱胶制成

率和精干麻的纤维支数和单纤维强力。同时,分别以常压化学脱胶的生苕麻为对照。

1.2.4 测定方法

pH 值用 PHS-3C 型酸度计测定;果胶酶和木聚糖酶的酶活测定采用 DNS 比色法,果胶酶和木聚糖酶的酶活测定底物为 Sigma 公司生产的聚半乳糖醛酸、木聚糖。精干麻测定标准为 GB 5882-86。

2 结果与分析

2.1 超临界 CO₂ 条件对脱胶酶活的影响

2.1.1 温度

图1为超临界 CO₂ 介质中温度对脱胶酶活的影响。可以看出,随着超临界介质中温度的升高,果胶酶和木聚糖酶的活性均有不同程度的下降,当温度在30~50℃时,果胶酶和木聚糖酶的酶活下降幅度不大,分别只下降24.79%和4%;当温度超过50℃时,上述2种脱胶酶的酶活迅速下降,至55℃时,果胶酶和木聚糖酶的酶活分别约为起始酶活的20%和50%。从图中还可看出,在超临界 CO₂ 条件下,木聚糖酶的热稳定性比果胶酶的高,酶活的损失少。

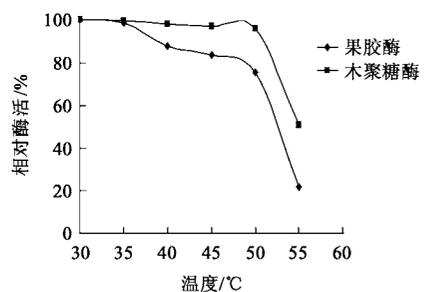


图1 超临界 CO₂ 介质中温度对脱胶酶活的影响

Fig.1 Effect of temperature on the activities of degumming enzymes in SC-CO₂

2.1.2 压力

超临界 CO₂ 介质中,压力对脱胶酶活的影响如图2所示。超临界压力对脱胶酶活性的影响不大。温度45℃时,当压力在10 MPa以下,果胶酶和木聚糖酶的酶活分别只下降17%和5%,其相对酶活均在80%以上。说明在超临界 CO₂ 介质中压力不是脱胶酶酶活损失的主要因素。

2.1.3 pH 值

图3为 pH 值对木聚糖和果胶酶活力的影响。结果表明,2种酶的适宜 pH 值范围不同,果胶酶和木聚糖酶的最适 pH 值分别为5.0和6.5。

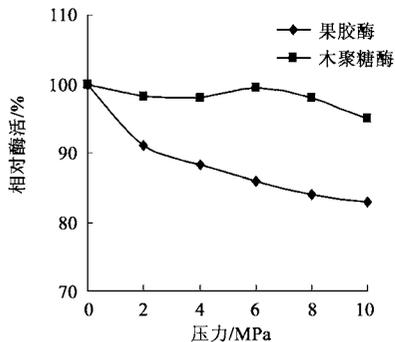


图 2 超临界 CO₂ 介质中压力对脱胶酶活的影响

Fig.2 Effect of pressure on the activities of degumming enzymes in SC-CO₂

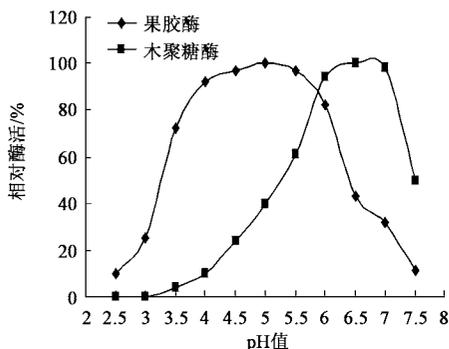


图 3 超临界 CO₂ 介质中 pH 值对脱胶酶活的影响

Fig.3 Effect of pH value on the activities of degumming enzymes in SC-CO₂

2.1.4 转速

超临界 CO₂ 介质中转速对脱胶酶活的影响如图 4 所示。可以看出,转速在 90 r/min 以内时,果胶酶和木聚糖酶的活性均变化不大;转速 ≥90 r/min 时,果胶酶的活性迅速下降,在 180 r/min 时的相对酶活只有起始的 72%,木聚糖酶的活性在转速为 90 ~ 120 r/min 时,迅速下降,以后趋于平稳。

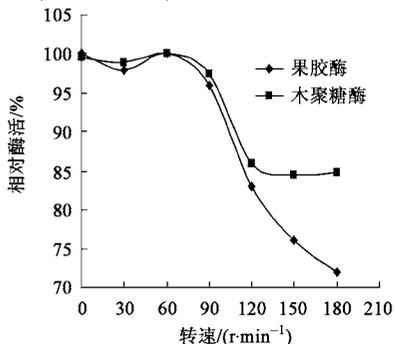


图 4 超临界 CO₂ 介质中转速对脱胶酶活的影响

Fig.4 Effect of rotational speed on the activities of degumming enzymes in SC-CO₂

2.1.5 时间

时间对苧麻超临界 CO₂ 酶法脱胶效果的影响如表 1 所示。结果表明,随着超临界处理时间的延长,虽然 2 种脱胶酶的活力均有不同程度下降,但苧麻脱胶效果提高。超临界介质处理 1.5 h 时,果胶酶和木聚糖酶的活性分别下降了 28% 和 6%,苧麻达到完全脱胶水平。

表 1 时间对苧麻超临界 CO₂ 酶法脱胶效果的影响

Tab.1 Effect of time on the efficiency of ramie enzymatic degumming in SC-CO₂

时间/h	果胶酶相对酶活/%	木聚糖酶相对酶活/%	脱胶效果/等
0.5	100	100	6.5
1.0	87	96	8
1.5	72	94	10
2.0	60	94	10
2.5	45	91	10

2.2 超临界 CO₂ 酶法提取苧麻纤维的效果

2 种脱胶方法的脱胶效果见表 2。可以看出,超临界 CO₂ 介质中酶法提取苧麻纤维技术具有产量高和品质好的特点,与常规化学脱胶方法相比,在纤维支数相当的情况下,脱胶制成率提高了 14.3%,束纤维强度提高了 10.5%。这主要是由于果胶酶和木聚糖酶等脱胶酶对苧麻非纤维素物质降解的专一性强,不损失纤维素物质,有效避免了常规化学脱胶方法中因强酸强碱在高温高压条件下对苧麻纤维素所造成的损失和损伤。

表 2 不同脱胶方法的脱胶效果比较

Tab.2 Differences between enzymatic degumming in SC-CO₂ and traditional chemical degumming

脱胶方法	脱胶制成率/%	纤维支数/Nm	束纤维强度/(cN·tex ⁻¹)
超临界介质酶法脱胶	72	1 356	4.2
常规化学脱胶	63	1 321	3.8

3 结论

1) 脱胶酶在超临界 CO₂ 介质中的适宜处理条件为:温度 45 ~ 50 ℃, pH 值 5.0 ~ 6.5, 压力 8 ~ 10 MPa, 转速 90 ~ 120 r/min, 时间 1.5 ~ 2.0 h。

2) 超临界 CO₂ 介质中酶法提取苧麻纤维技术具有产量高和品质好的特点,与常规化学脱胶方法相比,脱胶制成率提高 14.3%,束纤维强度提高 10.5%。

FZXB

(下转第 83 页)

(上接第 76)

参考文献:

- [1] 彭源德,冯湘沅,刘正初,等.苕麻脱胶菌种特性研究[J].中国麻作,1995,17(2):32-35.
- [2] 何绍江,刘勇,魏新元.苕麻厌氧脱胶菌研究[J].中国麻作,1995,17(3):34-38.
- [3] 刘正初,彭源德,冯湘沅,等.苕麻生物脱胶工艺技术与设备生产应用研究[J].中国农业科学,2000(3):38-43.
- [4] 蒋国华.苕麻微生物脱胶研究[J].纺织学报,2001,22(6):63-64.
- [5] 金玉娟,陶菊红,刘自镛,等.融合子菌株苕麻脱胶研究[J].纺织学报,2004,25(2):30-31.
- [6] 储长流,郑皆德.苕麻酶脱胶用菌株的筛选及性能[J].纺织学报,2006,27(3):29-29.
- [7] 阮新,曾健青,张镜澄.超临界二氧化碳流体在酶催化反应中的应用[J].广州化学,1998(2):51-55.
- [8] 尹卓容,冯德琴,王晓霞.超临界二氧化碳抑制脂肪氧化酶及灭活作用的研究[J].山东轻工业学院学报,1999,13(4):33-35.
- [9] 刘森林,宗敏华.超临界流体中酶催化反应的研究进展[J].微生物学通报,2001,28(1):81-85.
- [10] 彭源德,刘正初,唐守伟,等.超临界 CO₂ 介质的苕麻酶法脱胶研究初探[J].纺织学报,2006,27(8):4-6.