

麦草 KP 浆 LMS 脱木质素的研究*



万金泉, 张 勇, 马邕文

(华南理工大学 造纸与环境工程学院, 广东 广州 510640)

WAN J Q

摘 要: 采用漆酶-媒介所组成的系统对麦草 KP 浆脱木质素进行了研究, 采用正交实验的方法探讨了反应时间、温度和酶用量等因素对脱木质素效果的影响规律, 找到了较好的 LMS 脱除麦草 KP 浆木质素的工艺条件。

关键词: 麦草 KP 浆; 脱木质素; 漆酶

中图分类号: TS749. 2; TQ351. 013

文献标识码: A

文章编号: 0253-2417(2001)04-0055-04

化学浆的漂白很大程度是脱除纸浆中的木质素, 长期以来, 氯气一直被认为是纸浆漂白中最经济有效的漂白剂。但是, 1977 年 Ander 发现针叶木硫酸盐浆漂白中氯化段废液中含有强烈的致癌物质, 引起了人们的关注^[1]。特别是 1985 年美国环保局在含氯漂白废水中首次发现了强烈的致癌剧毒物二噁英^[2]。因此环保的压力使人们对制浆造纸废水的控制有了很严格的要求, 也不得不使造纸工作者探讨新的漂白方法。生物漂白, 即利用微生物或生物酶进行纸浆漂白, 不仅可以防止化学品对纤维素、半纤维素的破坏, 提高纸浆得率, 增强纸张强度, 而且还可以降低生产过程的能耗及原料或恶臭化学品, 从而大大减少了化学药品造成的环境污染^[3]。从 1986 年国际上开展生物漂白纸浆的研究工作以来^[4], 已取得了一些突破, 并已迅速成为改革传统纸浆漂白工艺, 部分或全部代替氯化漂白段的一个潜在技术。

漆酶一般是由木云芝产生的含铜的酶蛋白, 当用于脱木质素时, 其特点是可直接作用于木质素使其降解, 因而脱木质素效率比其它生物酶高, 并且漆酶的脱木质素作用需要有氧气和媒介的参与^[5], 形成所谓的漆酶-媒介所组成的系统(LMS)。目前对漆酶脱木质素的研究国外较多, 国内则处于刚刚起步阶段, 且国内外的研究多集中于木材纸浆, 对 LMS 用于麦草浆脱木质素的研究尚未见报道。麦草是我国造纸工业的重要纤维原料。本研究旨在探索漆酶对麦草 KP 浆木质素的脱除能力, 试图找出一种新的污染轻、符合草类制浆特性的漂白工艺。

* 收稿日期: 2001-04-27

作者简介: 万金泉(1965-), 男, 山东济宁人, 博士, 副教授, 主要从事纸浆漂白与制浆造纸污染控制研究。

1 实验原料及方法

1.1 浆样

取自湖北某造纸厂的 NaOH-AQ 麦草浆, 卡伯值 31.0, 粘度 880 mL/g。

1.2 酶制剂及助剂

均为丹麦 Novo Nordisk 公司提供。漆酶为 DeniLite IIS, 是一种轻质灰色粉末状产品; 助剂为 DeniLite[®] Plus, 是棕黄色液体。

1.3 实验方法

漂白在 2.5 L 带搅拌和自动恒温的反应釜中进行。漂白条件: 搅拌速率为 1 500 r/min, pH 值 5.0, 氧压 0.2 MPa, 浆浓度 10%, 采用 $L_{16}(4^3)$ 正交实验。

1.4 分析方法

粘度: 按 GB 1548-89 标准用铜乙二胺法测定; 卡伯值: 按 GB 1548-89 方法测定。

2 结果与讨论

表 1 正交实验考虑的因素和水平

Table 1 Factors and levels of test

水平 level	时间 (min) time	温度 (°C) temperature	漆酶+ 助剂(g+ mL) laccase+ mediator
1	10	50	0.05+ 1.0
2	20	60	0.10+ 2.0
3	30	70	0.15+ 2.5
4	40	80	0.20+ 2.5

2.1 $L_{16}(4^3)$ 正交实验结果

为了探讨麦草 KP 浆在 LMS 中木质素脱除规律, 本研究取三因素四水平对 LMS 脱除麦草 KP 浆木质素进行实验, 所取因素及水平见表 1, 实验时固定纸浆用量为 210 g(绝干量), 正交实验结果见表 2。

表 2 $L_{16}(4^3)$ 正交实验结果表

Table 2 Results of $L_{16}(4^3)$ test

实验号 test No.	时间 time	温度 temperature	酶+ 助剂用量 laccase+ mediator	卡伯值 Kappa number	粘度 (mL/g) viscosity
1	1	1	1	27.6	860
2	1	2	2	26.4	854
3	1	3	3	25.0	846
4	1	4	4	26.1	845
5	2	1	2	25.6	836
6	2	2	3	25.3	829
7	2	3	4	24.0	827
8	2	4	1	26.0	825
9	3	1	3	24.9	810
10	3	2	4	24.4	803
11	3	3	1	23.6	789
12	3	4	2	25.5	787
13	4	1	4	24.2	807
14	4	2	1	24.9	796
15	4	3	2	24.0	769
16	4	4	3	23.9	754

2.2 各因素对卡伯值、粘度的影响规律

由表 2 中的正交实验结果, 得出脱木质素时间、温度及酶和助剂用量对卡伯值、粘度的影响, 分别见表 3 和表 4, 并由此得出图 1 及图 2。

从图 1 可以看出: 采用 LMS 技术脱木质素时, 麦草 KP 浆中木质素可以被有效的脱除, 其中对卡伯值影响最大的是时间, 其次是温度, 影响最小的是酶用量。麦草 KP 浆在 LMS 中脱木质素时, 卡伯值一直随时间的延长而下降, 在前 30 min 时, 卡伯值下降的幅度比较大, 但过了 30 min 后, 其下降的幅度较前面的要小, 这可能是因为较长时间的搅拌作用破坏了酶的活性所致。因此时间最好控制在 30 min 左右; 随着脱木质素温度的升高, 纸浆的卡伯值呈下降趋势, 但当温度达到 70 °C 后, 卡伯值开始升高, 这主要是因为温度越高, 使酶活性减小的程度越大, 从而使酶的脱木质素能力下降, 因此温度最好控制在 70 °C 左右。当酶用量超过 0.15 g 时, 增加其用量, 不能使卡伯值有较大降低, 因此, 从木质素脱除程度和经济角度出发, 酶用量最好控制在 0.07% 左右为宜。

表 3 处理时间和温度对 NaOH-AQ 麦草浆的影响

Table 3 Effect of treatment time and temperature on NaOH-AQ wheat straw KP

项目 items	卡伯值 Kappa number	特性粘度 (mL/g) viscosity
时间 time (min)		
10	26.3	851
20	25.2	829
30	24.6	797
40	24.3	782
温度 temp. (°C)		
50	25.6	828
60	25.3	821
70	24.2	808
80	25.4	803

表 4 酶和助剂用量对 NaOH-AQ 麦草浆的影响

Table 4 Effect of laccase-mediator dosage on NaOH-AQ wheat straw KP

酶用量 (g) laccase dosage	助剂用量 (mL) mediator dosage	卡伯值 Kappa number	粘度 (mL/g) viscosity
0.05	1.0	25.5	824
0.10	2.0	25.4	812
0.15	2.5	24.8	810
0.20	2.5	24.7	807

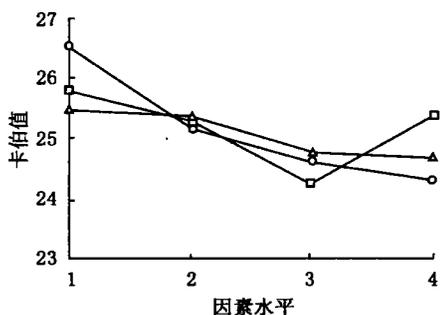


图 1 各因素对卡伯值的影响

Fig. 1 Effect of factors on Kappa number

—○—时间 time; —□—温度 temperature; —△—酶+ 助剂 laccase-mediator

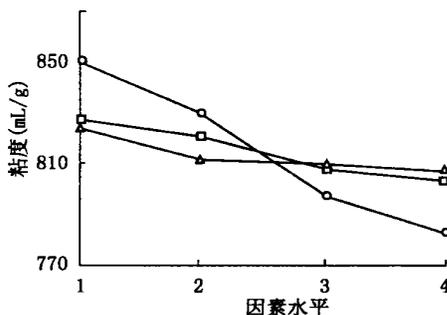


图 2 各因素对粘度的影响

Fig. 2 Effect of factors on viscosity

从图 2 还可以看出, 这 3 种因素都能使粘度有不同程度的下降, 其中影响最大的还是时间, 其次是温度, 影响最小的是酶用量。与氧脱木质素相比, 这种下降较小, 表明在 LMS 脱木质素时, 由于脱木质素条件较温和, 纤维素受到的损伤应该比氧脱木质素要小。

2.3 在时间、温度、酶+ 助剂 3 个因素的最佳状态下的结果

从以上的分析中可以看出,采用 LMS 系统脱除麦草 KP 浆中的木质素时,在反应时间为 30 min、温度为 70 °C 和酶+ 助剂用量为 0.10 g+ 2.0 mL 时对脱木质素效果较好,在此条件下,作者进行了验证实验,实验结果为卡伯值 21.7 时,粘度为 745 mL/g。可以看出,麦草 KP 浆在较佳工艺条件下脱除木质素后,其卡伯值下降了 30%,而粘度只下降了 15.3%,这说明 LMS 系统用于麦草 KP 浆脱木质素效果比较好。

3 结论

3.1 漆酶-媒介组成的系统(LMS)能有效地脱除麦草 KP 浆中的木质素,木质素脱除率可以达到 30%,而且纤维素的损伤应该也较氧脱木质素小。

3.2 用 LMS 对麦草 KP 浆中木质素脱除程度影响最大的因素是时间,其次是温度,影响最小的是酶的用量。

3.3 用 LMS 对麦草 KP 浆中木质素的较佳反应条件为:温度 70 °C、时间为 30 min、酶用量为 0.07% (质量分数)。

致 谢:感谢丹麦 Novo Nordisk 广州分公司提供的酶和助剂。

参考文献:

- [1] 王彩华,等. 国际生物漂白研究及应用的最新进展[J]. 广东造纸, 1995, (3-4): 8-11.
- [2] U. S. EPA. The national dioxin study tiers, 3, 5, 6 and 7, EPA440 14-87-603, Office of Water Regulations and Standards[M]. Washington D C, 1987.
- [3] 于伟东. 木聚糖酶在纸浆无氯漂白过程中作用的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 1999. 5.
- [4] VIHKARI L, et al. Proc of Third International Conference[C]. Stockholm, 1986, 1: 67-69.
- [5] 詹怀宇,等. 纸浆 LMS 生物漂白的研究进展[J]. 中国造纸学报, 2000, 15: 109-115.

STUDY ON DELIGNIFICATION OF WHEAT STRAW KRAFT PULP WITH LACCASE-MEDIATOR SYSTEM

WAN Jir-quan, ZHANG Yong, MA Yong-wen

(Paper-making & Environmental Engineering College, South China University of Technology, Guangzhou 51064, China)

Abstract: Delignification of wheat straw kraft pulp with laccase-mediator system(LMS) and the affecting factors including reaction time, temperature, dosage of laccase-mediator on delignification were studied in this paper. The results indicate that in all of these factors, reaction time is of primary importance followed by temperature and dosage. By using LMS, Kappa number of wheat straw kraft pulp can be reduced seriously but reduction of viscosity is lower. The optimum conditions for the delignification of wheat straw kraft pulp with LMS are reaction time 30 min, temperature 70 °C and dosage 0.07%. Under these conditions, 30% delignification ratio can be obtained and the reduction of viscosity is only 15.3%.

Key words: wheat straw kraft pulp; delignification; laccase