

添加 NH_4HCO_3 对亚麻生物脱胶的影响*

江洁** 刘晓兰 郑喜群 吴耘红

(齐齐哈尔大学生命科学与工程学院 齐齐哈尔 161006)

摘要 研究了在亚麻生物脱胶过程中,向沤麻水中添加 NH_4HCO_3 后沤麻液中 pH 值、氨基氮、 NH_4^+ 、果胶酶活性和细菌数量的变化规律.与天然沤麻相比,亚麻生物脱胶过程中添加 NH_4HCO_3 ,缩短了沤麻周期,并提高了打成麻纤维质量.图2表3参9

关键词 NH_4HCO_3 ; 亚麻; 生物脱胶; 果胶酶; 果胶分解细菌

CLC TS123.3

EFFECTS OF NH_4HCO_3 ON RETTING FLAX*

GANG Jie**, LIU Xiaolan, ZHENG Xiqun & WU Yunhong

(College of Life Science and Technology, Qiqihar University, Qiqihar, Heilongjiang 161006, China)

Abstract A new biological retting flax method of adding NH_4HCO_3 to the retting liquid was investigated. The result showed that the new retting method increased the number of pectin-decomposing anaerobes and the activity of pectinase, so the retting period was reduced and the quality of the flax fiber was improved compared with natural retting flax method. Fig 2, Tab 3, Ref 9

Keywords NH_4HCO_3 ; flax; retting; pectinase; pectin-decomposing bacteria

CLC TS123.3

亚麻纤维具有天然、透气性好等优良性能,广泛用于纺织行业.亚麻可纺纤维以纤维素的形式存在于亚麻原茎的韧皮部内,由果胶及半纤维素等粘性物质与其周围组织连在一起,为获取其中的可纺纤维必须进行亚麻原茎脱胶.亚麻原茎的脱胶从原理上可分为生物法和化学法两种.生物法广泛用于生产.生物法是利用微生物酶对亚麻韧皮部的非纤维素部分的生物降解进行脱胶的.

生物法脱胶主要采用的方法是厌氧温水浸渍法和雨露法,雨露法主要被气候温暖、降雨量大和光照条件好的西欧国家采用.我国和前苏联主要采用的是厌氧温水浸渍法,俗称“沤麻”.天然沤麻周期较长,对自然环境依赖性大,获得的麻纤维质量不稳定^[1,2].为了对这种传统工艺进行改进,我们研究了加化学助剂沤麻、加菌沤麻和加酶沤麻等亚麻生物脱胶新方法,并对它们进行了比较^[3~6],结果表明,加 NH_4HCO_3 沤麻操作简单,脱胶效果好,适合目前我国亚麻原料厂的生产实际,具有较强的推广应用价值.

加化学助剂沤麻前苏联曾做过这方面的研究,通过添加原茎重 1% 的硫酸铵和碳酸铵,使沤麻过程加快 24.6% ~ 33%^[1].我国对亚麻脱胶方法的深入研究甚少.我们确定了加化学助剂亚麻生物脱胶最佳工艺,当沤麻进行到 44 h 时添加 NH_4HCO_3 ,与天然沤麻相比,可缩短沤麻周期 42.86%.本文报道的是从微生物学和酶学的角度,探讨 NH_4HCO_3 的添加对沤麻过程的影响.

1 材料与方法

1.1 材料

亚麻原茎由黑龙江省克山县亚麻原料厂提供;沤麻用水取自嫩江;果胶、果胶酶及半乳糖醛酸系美国 Sigma 公司生产;其它试剂均为国产分析试剂或生化试剂.

1.2 分析方法

1.2.1 果胶酶活力测定 DNS 法^[7].酶活力定义:在 pH 4.4、45 °C 条件下,每小时生成 1 μmol 半乳糖醛酸所需的酶量为一个酶活力单位.

1.2.2 菌数测定 平板菌落计数法^[8].

1.2.3 pH 测定 pH S-PL 型酸度计测定.

1.2.4 含氮量的测定 氨基氮:甲醛法^[7];铵态氮:蒸馏法^[9].

1.3 培养基

1.3.1 果胶培养基 ($w/\%$) 果胶 1.0, MgSO_4 0.05, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.2, KH_2PO_4 0.05, K_2HPO_4 0.05, NaCl 0.5, CaCl_2 0.01, 琼脂 2.5, pH 7.0 ~ 7.2.

1.3.2 营养琼脂培养基 ($w/\%$) 牛肉膏 0.3, 蛋白胨 1.0, NaCl 0.5, 琼脂 2.0, pH 7.2 ~ 7.4.

1.4 沤麻实验方法

1.4.1 实验室小试 将亚麻原茎剪成 10 cm 长,用线绳扎成小捆,装入广口瓶中,以浴比 ($m:m$) = 1 : 10 加水,采用“两遍半水”沤麻,32 ~ 35 °C.化学助剂按一定量在沤麻进行到一定时间加入沤麻水中.

1.4.2 实验室扩试 将亚麻原茎装入大塑料桶中,装载方法及装载密度均接近工厂实际,沤麻工艺条件控制同实验室小试方法.

收稿日期: 2003-01-27 接受日期: 2003-03-13

* 黑龙江省齐齐哈尔市科委资助项目 Supported by the Municipal Sci-tech Committee of Qiqihar, Heilongjiang, China

** 通讯作者 Corresponding author

1.5 沤麻终点的判断

采用感官法^[1].

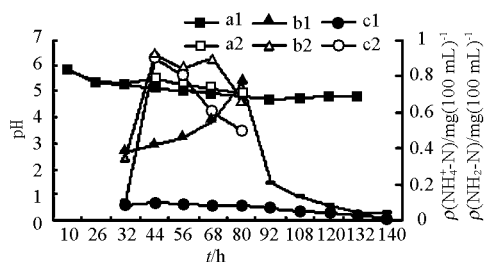
1.6 打成麻质量测定

执行 DB/2300 W31 002-87 标准.

2 结果与讨论

2.1 添加 NH_4HCO_3 沤麻过程中各化学参数的变化规律

沤麻是一个复杂的微生物发酵过程. 为研究添加 NH_4HCO_3 对沤麻过程的影响, 选择与沤麻工艺密切相关的 pH 值、含氮量等主要参数, 研究了添加 NH_4HCO_3 沤麻过程中它们的变化规律, 并与天然沤麻进行了对比, 结果如图 1 所示(图中加 NH_4HCO_3 为在沤麻进行到 44 h 加入 0.05%).



a1, b1, c1: 自然沤麻 Natural retting method
a2, b2, c2: 加化学助剂 Adding chemical reagent
图 1 pH(a)、氨基氮(b)和铵态氮(c)随沤麻时间的变化
Fig. 1 Changes of pH(a), $\text{NH}_2\text{-N}$ (b) and $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (c) with retting flax time

从图 1 可见, 在沤麻前一阶段(0~26 h), pH 下降速度很快, 这是因为麻茎中可溶性物质溶解于沤麻水中, 引起溶液中各种能使这些物质发酵的细菌开始繁殖起来, 形成酸, 主要为乳酸、碳酸等, 使 pH 下降. 这是沤麻的前生物期, 之后进入果胶分解菌大量生长繁殖的主生物期, 由于分解果胶产生半乳糖醛酸、醋酸和丁酸等酸类使 pH 继续缓慢下降. NH_4HCO_3 加入后, 由于 NH_4HCO_3 呈弱碱性, 使 pH 下降缓慢, 创造了利于菌体生长繁殖的环境. 从沤麻液中含氮量的变化可以看出用甲醛法测得氮量比用蒸馏法测得氮量高, 因为甲醛法测得含氮量是氨基氮, 是沤麻水中微生物分解蛋白质生成的含氮物质及加入的 NH_4HCO_3 中的氮. 蒸馏法测得的含氮量是沤麻水中的铵态氮. 随着发酵过程的进行, 沤麻水中的氮含量逐渐减少, 呈下降趋势. 但同空白相比, 加 NH_4HCO_3 试样的铵态氮仍然较高, 由于加入一定量的 NH_4HCO_3 , 使沤麻水中微生物可利用的 NH_4^+ 较多, 为微生物生长提供了可充分利用的氮源. 并且加入 NH_4HCO_3 后, NH_4HCO_3 同代谢产物作用, 改善了微生物生长繁殖的环境, 利于微生物产酶. 图 1(c) 证明了加入 NH_4HCO_3 后 NH_4^+ 被利用的情况.

2.2 加 NH_4HCO_3 对沤麻过程中果胶酶活力的影响

从图 2 酶活力变化情况可以看出加入 NH_4HCO_3 的酶活力达到高峰比空白提前近 20 h. 且酶活力较高, 因此使沤麻终点缩短到 80 h (空白为 140 h) 加入 NH_4HCO_3 , HCO_3^- 与沤麻水中的 H^+ 作用放出 CO_2 , 造成更适宜厌氧的果胶分解菌生长繁殖及产酶的厌氧环境, 而使沤麻周期缩短的幅度增大.

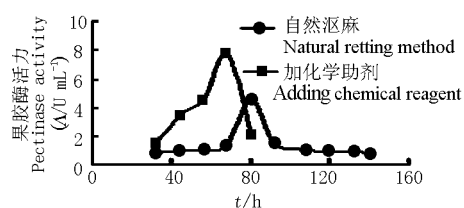


图 2 果胶酶活力随发酵时间的变化
Fig. 2 Changes of pectinase activity with fermentation time

2.3 加 NH_4HCO_3 对沤麻过程中微生物的影响

沤麻过程实质是多种微生物参与的一个复杂的发酵过程, 主要涉及的微生物种类是细菌. 我们研究了自然沤麻和加 NH_4HCO_3 沤麻过程中细菌数量和种类的变化.

表 1 列出了好氧细菌的菌数, 表 2 列出了厌氧细菌的菌数情况.

表 1 自然沤麻和加 NH_4HCO_3 沤麻好氧细菌菌数
Table 1 Numbers of aerobers in retting of flax stem

t/h	好氧细菌总数 Numbers of aerobers (n/mL^{-1})		好氧果胶分解菌数 Numbers of pectin-decomposing aerobers (n/mL^{-1})	
	自然沤麻 Natural retting	加 NH_4HCO_3 沤麻 Retting by adding NH_4HCO_3	自然沤麻 Natural retting	加 NH_4HCO_3 沤麻 Retting by adding NH_4HCO_3
43	2.2×10^{12}	1.0×10^{12}	6.5×10^7	2.5×10^8
67	2.0×10^{10}	1×10^9	2.6×10^5	3.7×10^6
91	2.5×10^6	3.5×10^6	1.8×10^4	1.4×10^3

从表 1 和表 2 的数据看出, 沤麻前期, 好氧菌占优势, 数量多于厌氧菌数. 通过镜检, 发现沤麻液中的好氧菌主要为球菌, 它们利用从麻茎中溶解到沤麻水中的糖类及其他碳水化合物进行繁殖并产酸, 并且消耗沤麻液中的溶解氧, 使溶氧含量逐渐降低, 加之有机酸主要为乳酸的积累, 而形成了不适于这类细菌进一步生长的环境. 所以随着沤麻的进行, 好氧菌数逐渐减少, 而厌氧菌数有所增加. 镜检发现厌氧细菌主要是一些带芽孢的杆菌, 我们对厌氧的果胶分解菌进行了分离并鉴定, 发现它们主要是费新尼亚梭菌(费地浸麻梭状芽孢杆菌)(*Clostridium felsineum*)和蚀果胶梭菌(食果胶梭菌)(*Clostridium pectinovorum*)两种细菌^[4]. 它们能产生果胶酶, 分解亚麻原茎中的原果胶物质, 从而达到脱胶的目的.

表 2 自然沤麻和加 NH_4HCO_3 沤麻厌氧细菌数量
Tab 2 Numbers of anaerobes in retting of flax stem

t/h	厌氧细菌总数 Numbers of anaerobers (n/mL^{-1})		厌氧果胶分解菌数 Numbers of pectin-decomposing anaerobers (n/mL^{-1})	
	自然沤麻 Natural retting	加 NH_4HCO_3 沤麻 Retting by adding NH_4HCO_3	自然沤麻 Natural retting	加 NH_4HCO_3 沤麻 Retting by adding NH_4HCO_3
43	1.2×10^8	5.0×10^8	6.5×10^7	7.0×10^3
67	1.0×10^8	1.6×10^9	1.8×10^3	5.0×10^3
91	1.2×10^8	2.0×10^9	5.0×10^2	1.0×10^3

加 NH_4HCO_3 能促进微生物的生长繁殖, 在沤麻 44 h 进入主生物期时加入, 主要促进厌氧细菌繁殖, 因此, 加 NH_4HCO_3 的试样厌氧细菌总数及厌氧果胶分解菌数都高于同一沤麻时

间的自然沤麻样品. 通过对沤麻过程中细菌种类及数量的研究,进一步阐明了 NH_4HCO_3 能加速沤麻进程,缩短沤麻周期的机制.

2.4 加 NH_4HCO_3 沤麻对麻纤维质量的影响

进行了加 NH_4HCO_3 沤麻实验室放大试验,获得的亚麻干茎在黑龙江省克山县亚麻原料厂制成了打成麻,按 DB/2300 W31 002-87 亚麻标准进行了质量测定,并与工厂使用相同的亚麻原料通过自然沤麻获得的打成麻进行了对比,结果如表 3 所示.

表 3 打成麻质量测定结果
Table 3 Quality of the flax fiber

检验项目 Items	自然沤麻 Natural retting	加 NH_4HCO_3 沤麻 Retting by adding NH_4HCO_3
强度 Strength (m/kg)	22	24.5
含杂率 Impurity content (w/%)	3	2.68
回潮率 Moisture content (w/%)	15	11.2

从物理机械性能上看,强度是衡量亚麻打成麻品质主要指标. 加 NH_4HCO_3 沤麻获得的打成麻的强度比自然沤麻获得的打成麻的强度提高了 11.36%,并且含杂率和回潮率都有所下降.

从感官性能上看,加 NH_4HCO_3 沤麻获得的打成麻颜色浅,质地均匀、柔软. 因此,加 NH_4HCO_3 沤麻比自然沤麻获得的打成麻的质量有所提高.

References

- 1 于翠英,夏敬义主编. 亚麻纺纱工艺学 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1997. 2~3,32~36
- 2 Tang SW, Xiong HP. The present situation of the production of hemp, flax, etc. and their developmental strategies, *Sci & Technol Rev*, 2000 (3):44~46
- 3 Gang J(江洁), Liu XL(刘晓兰), Zheng XQ(郑喜群). Study on the process of flax retting added chemistry reagents. *J Qiqihar Light Ind Inst* (齐齐哈尔轻工学院学报), 1997(3):1~4
- 4 Gang J(江洁), Liu XL(刘晓兰), Zheng XQ(郑喜群). Screen the microbes of flax retting. *Microbiology*(微生物学通报), 1998(3):150~153
- 5 Liu XL(刘晓兰), Zheng XQ(郑喜群), Gang J(江洁). Studies on the process and biotechnology of flax degumming. *Chin J Appl Environ Biol.* (应用与环境生物学报), 2001, 7(4):392~395
- 6 Zheng XQ(郑喜群), Liu XL(刘晓兰), Gang J(江洁). New methods and comparison about flax bio-degumming. *J Textile Res* (纺织学报), 2001(4):31~33
- 7 北京大学生物系生物化学教研室. 生物化学实验指导. 北京:高等教育出版社, 1988. 22~24
- 8 无锡轻工业学院. 微生物学. 第2版. 北京:中国轻工业出版社, 1990. 563~565, 569~571
- 9 钱可萍,韩志坚. 无机及分析化学实验. 北京:高等教育出版社, 1997. 60~66