

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810064502.5

[51] Int. Cl.

D06L 3/02 (2006.01)

D06M 16/00 (2006.01)

C12S 11/00 (2006.01)

D06M 101/06 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 11 月 18 日

[11] 公开号 CN 101581034A

[22] 申请日 2008.5.14

[21] 申请号 200810064502.5

[71] 申请人 哈尔滨理工大学

地址 150040 黑龙江省哈尔滨市动力区园林
路 4 号理工大学化工学院

[72] 发明人 张 辉 刘 波 黄文清 王柏臣

[74] 专利代理机构 哈尔滨东方专利事务所

代理人 陈晓光

权利要求书 3 页 说明书 11 页

[54] 发明名称

生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺

[57] 摘要

生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，含氧漂白剂一般对木质素的作用远远小于含氯漂白剂，要实现无氯漂白必须开发新的无污染的去掉纤维中木质素的方法。特别是对于亚麻纤维这样含木质素较多的纤维，除去木质素是能否有效漂白的关键。本发明将亚麻原布经碱煮练、酸洗，经生物预处理后进行双氧水漂白，所述的双氧水复漂过程按以下条件进行：双氧水 4 - 15g/L，pH 值 7 - 11，漂白温度 40 - 80℃，浴比 1 : 5 - 20，漂白时间 0.5 - 2 小时，漂白后的产品白度可达 80% 以上，抗拉强度达到 500 - 900 × 800 - 1200N，毛效大于 8cm，符合现行亚麻织物漂白技术指标要求。本发明用于无氯条件下亚麻织物或纤维处理。

1. 一种生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，将亚麻原布经碱煮练、酸洗，其特征是：经生物预处理后进行双氧水漂白，所述的双氧水复漂过程按以下条件进行：双氧水 4-15g/L，PH 值 7-11，漂白温度 40-80℃，浴比 1: 5-20，漂白时间 0.5-2 小时，漂白后的产品白度可达 80%以上，抗拉强度达到 500-900×800-1200N，毛效大于 8cm，符合现行亚麻织物漂白技术指标要求。
2. 根据权利要求 1 所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，其特征是：所述的生物预处理过程所用的菌株为：贝壳状草耳菌 (*Panus conchatus*) 经紫外照射和 NTG 纤维素缺陷型变异菌株 AB-210，所述的生物预处理过程使用菌种的二次培养液，将亚麻织物浸在 10-50 倍重量的培养液中所述的生物预处理过程时间为 2-8 小时所述的生物预处理过程加入了纤维素酶抑制剂，其用量为 2-20g/L。
3. 根据权利要求 1 所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，其特征是：所述的生物预处理过程所用的菌株为：贝壳状草耳菌 (*Panus conchatus*) 经紫外照射和 NTG 纤维素缺陷型变异菌株 AB-210，所述的生物预处理过程使用菌种的二次培养液，将亚麻织物浸在 10-50 倍重量的培养液中，最好 1:20-30，所述的生物预处理过程时间为 3-5 小时，所述的生物预处理过程加入了纤维素酶抑制剂，其用量为 8-12g/L。
4. 根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，其特征是：所述的纤维素酶包括壳聚糖、甲基纤维素、羧甲基纤维素、羟乙基纤维素。
5. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白

工艺，其特征是：所述的碱煮练过程按以下条件进行：每升溶液中含碱 8-25g/L，所述的碱为氢氧化钠和/或碳酸钠和/或磷酸钠，煮练助剂为非离子表面活性剂+阴离子表面活性剂混合物，混合物加入的总量 5-20g/L，浴比为 1：1-10，煮练温度 80-105℃，煮练时间 0.5-4 小时。

6. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，其特征是：所述的碱煮练过程按以下条件进行：混合碱，包括氢氧化钠、碳酸钠、磷酸钠的混合物三者的混合物比例为氢氧化钠 5g/L，碳酸钠 8g/L，磷酸钠 4g/L，加入量为 15-20g/L；煮练助剂为非离子表面活性剂+阴离子表面活性剂，6-12g/L；浴比为 1：8-10；煮练温度 80-90℃；煮练时间 1-1.5 小时。
7. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 或 6 所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，其特征是：所述的煮练助剂配方中非离子表面活性剂为烷基醇聚氧乙烯醚、烷基酚聚氧乙烯醚或脂肪酸聚氧乙烯酯，其例为 2：1：1；煮练助剂配方中的银离子表面活性剂为烷基苯磺酸盐、烷基磺酸盐、烷基硫酸盐以及脂肪酸盐其比例为 1：0.5，非离子表面活性剂与阴离子表面活性剂的比例在 1：2-5。
8. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 或 6 所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，其特征是：所述的煮练助剂配方中非离子表面活性剂为 JFC、OP-10 和 AEO-9 的混合物，其例为 2：1：1；煮练助剂配方中的银离子表面活性剂 LAS 和 AES 的混合物，其比例为 1：0.5，非离子表面活性剂与阴离子表面活性剂的比例在 1：2-5。
9. 根据权利要求 1 或 2 或 3 或 4 或 5 或 6 所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，其特征是：所述的双氧水复漂过程按以下条件进行：双氧

水 6-8g/L; PH 值 9-10; 漂白温度 60-70℃; 浴比 1: 10-15; 漂白时间 1-1.5 小时。

生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺

技术领域：

本发明属纺织工业领域。其特点是一种利用微生物降解亚麻织物（纤维）中木质素，然后再用双氧水完成漂白的全无氯漂白工艺。

背景技术：

亚麻是一种品种优良的天然纤维，具有穿着舒适、凉爽宜人、透气性好的特点，因而在国内外一直作为高档服装和装饰品的原料而深受人们欢迎。

漂白是亚麻织物生产中的重要过程，对亚麻织物的外观以及加工性起重要的作用。亚麻属植物韧皮纤维，原麻中纤维素含量只有 70-80%，含有大约 25%的木质素。经沤麻处理后的亚麻纤维还含有 2-5%的木质素，远远高于棉纤维。由于木质素分子是由难氧化的芳环和烷基侧链组成，使亚麻纤维的漂白难度远大于棉纤维。目前，在亚麻织物生产中使用的漂白药剂主要有两大类，含氯漂白剂和含氧漂白剂。含氯漂白剂主要品种有氯气、次氯酸盐、亚氯酸盐、二氧化氯等。由于氯和次氯酸盐在漂白时会产生氯气，因而把它们称为含元素氯漂白剂。含元素氯漂白剂价格便宜、使用方便、漂白和脱木质素能力很好，对纤维素降解能力较小，是一类选择性较好的漂白剂，其应用技术也非常成熟，在很长一段时期内是亚麻工业生产中主要使用的漂白剂。

1985 年，欧洲科学家首次从次氯酸钠漂白废液中检出了剧毒物质二恶英，引发了人们对含元素氯漂白剂在漂白过程中对有机物氯化作用的注意。至今科学家已经从亚麻的漂白废液中检出的二恶英类物质达 200 多种，另外还有三氯甲烷、 α -一卤代醛类等强致癌物质。这些有机卤化物中相当一部分具有致癌性、致畸变性、致突发性及多发性脑神经病变等，并且具有积累毒性。它们或溶解在漂白废液中、或沉淀在织物纤维表面，给环境带来严重的污染。国外技术发达国家，特别是西方国家在经历了二恶英对食物的污染风波后，

纷纷制定了严格的环境法规，限制含氯漂白剂的使用，并把漂白废液中的AOX(Absorbable Organic Halogens)含量作为一个重要的控制标准。从此，国外逐渐用无元素氯漂白工艺取代含氯漂白剂，以减少漂白废液中的AOX。现在，欧洲、美国、日本等发达国家已经基本停止含元素氯漂白剂在纺织上的应用。

含氧漂白剂一般对木质素的作用远远小于含氯漂白剂，所以，要实现无氯漂白，必须开发新的无污染的去除织物纤维中木质素的方法。特别是对于亚麻纤维这样含木质素较多的纤维，除去木质素是能否有效漂白的关键。

生物漂白技术是近30年在造纸工业中发展起来的一种新技术，由于木材纤维中同样也含有大量的木质素，所以去除木质素也同样是木材纤维漂白工艺中的关键技术。1986年芬兰的Viikari等首次报道了用白腐菌

(*Phanerochaete chrysosporium*)分泌的木聚糖酶处理未漂纸浆可增强其可漂性，这是第一次有关微生物参与漂白的报道。由于潜在的应用前景，这一报道激发了人们对这方面的研究广泛兴趣。1989年芬兰率先进行了木聚糖酶漂白纸浆的工业化试验，随后北欧和北美地区的一些制浆厂开始采用这一技术。进一步的研究工作表明，白腐菌的很多亚种都有分解木质素的作用，例如黄孢原毛平革菌(*Phanerochaete Chrysosporium*)贝壳状草耳菌(*Panus conchatus*)、杂色云芝菌(*Coriolus versicolor*)、糙皮侧耳菌(*Pleurotus ostreatus*)等。除此之外，研究发现某些黑腐菌属、细菌、放线菌也有分泌诸如木聚糖酶、半纤维素酶能力，这些酶对纸浆的漂白也有很好的辅助作用。

生物漂白的作用机制主要是所用菌属可以产生对纤维漂白有益的酶系统，主要由木聚糖酶、半纤维素酶、木质素降解酶(包括锰过氧化氢酶、木质素过氧化物酶、漆酶等)。木聚糖酶和半纤维素酶改变植物纤维结构，从纤维素上剥离木质素的作用，木质素降解酶则直接降解木质素。当植物纤维中的木质素被脱除，再用上氧水漂白就可以得到满意的结果。

国外发达国家纸浆的生物漂白已经进入工业化水平，我国则仍处于研究阶段。纸浆的生物漂白技术有直接使用微生物发酵液处理纸浆，也有将各种酶分离出来再使用，显然后者使用成本有较大的提高。

生物漂白的一个重大缺陷是微生物在分泌漂白所需酶的同时还分泌纤维素降解酶，所以，生物漂白过程使纤维素的分子量有较大降低。这个缺点在对纤维素强度要求相对较小的造纸领域还可以接受，但在对纤维素强度要求严格的纺织品来说就不可接受了。所以，到目前为止，还没有生物漂白技术在亚麻纤维的漂白中得到应用。

发明内容：

本发明利用微生物在辅以纤维素酶抑制剂，解决了在木质素去除过程中纤维素的降解问题，得到一种生物降解木质素的漂白工艺。

上述的目的通过以下的技术方案实现：

生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，将亚麻原布经碱煮练、酸洗，经生物预处理后进行双氧水漂白，所述的双氧水复漂过程按以下条件进行：双氧水 4-15g/L，PH 值 7-11，漂白温度 40-80℃，浴比 1：5-20，漂白时间 0.5-2 小时，漂白后的产品白度可达 80%以上，抗拉强度达到 500-900×800-1200N，毛效大于 8cm，符合现行亚麻织物漂白技术指标要求。

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的生物预处理过程所用的菌株为：贝壳状草耳菌 (*Panus conchatus*) 经紫外照射和 NTG 纤维素缺陷型变异菌株 AB-210，所述的生物预处理过程使用菌种的二次培养液，将亚麻织物浸在 10-50 倍重量的培养液中所述的生物预处理过程时间为 2-8 小时所述的生物预处理过程加入了纤维素酶抑制剂，其用量为 2-20g/L。

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的生物预处理过程所用的菌株为：贝壳状草耳菌 (*Panus conchatus*) 经紫外照射和 NTG 纤维素缺陷型变异菌株 AB-210，所述的生物预处理过程使用菌种的二次培养液，将亚麻织物浸在 10-50 倍重量的培养液中，最好 1:20-30，所述的生物预处理过程时间为 3-5 小时，所述的生物预处理过程加入了纤维素酶抑制剂，其用量为 8-12g/L。

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的纤维素酶包括壳聚糖、甲基纤维素、羧甲基纤维素、羟乙基纤维素。

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的碱煮练过程按

以下条件进行：每升溶液中含碱 8-25g/L，所述的碱为氢氧化钠和/或碳酸钠和/或磷酸钠，煮练助剂为非离子表面活性剂+阴离子表面活性剂混合物，混合物加入的总量 5-20g/L，浴比为 1: 1-10，煮练温度 80-105℃，煮练时间 0.5-4 小时。

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的碱煮练过程按以下条件进行：混合碱，包括氢氧化钠、碳酸钠、磷酸钠的混合物三者的混合物比例为氢氧化钠 5g/L，碳酸钠 8g/L，磷酸钠 4g/L，加入量为 15-20g/L；煮练助剂为非离子表面活性剂+阴离子表面活性剂，6-12g/L；浴比为 1: 8-10；煮练温度 80-90℃；煮练时间 1-1.5 小时。

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的煮练助剂配方中非离子表面活性剂为烷基醇聚氧乙烯醚、烷基酚聚氧乙烯醚或脂肪酸聚氧乙烯酯，其例为 2: 1: 1；煮练助剂配方中的银离子表面活性剂为烷基苯磺酸盐、烷基磺酸盐、烷基硫酸盐以及脂肪酸盐其比例为 1: 0.5，非离子表面活性剂与阴离子表面活性剂的比例在 1: 2-5。

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的煮练助剂配方中非离子表面活性剂为 JFC、OP-10 和 AE0-9 的混合物，其例为 2: 1: 1；煮练助剂配方中的银离子表面活性剂 LAS 和 AES 的混合物，其比例为 1: 0.5，非离子表面活性剂与阴离子表面活性剂的比例在 1: 2-5。

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的双氧水复漂过程按以下条件进行：双氧水 6-8g/L；PH 值 9-10；漂白温度 60-70℃；浴比 1: 10-15；漂白时间 1-1.5 小时。

本发明效果：

为进一步降低木质素降解过程纤维素的损伤，本发明选用壳聚糖、甲基纤维素，羟乙基纤维素等于纤维素分子相近的物质作为纤维素酶的竞争性抑制剂。研究表明，在生物降解亚麻织物中木质素的体系中加入 1%的壳聚糖，可以使纤维素酶的活力降低 43%，有效地提高了经白腐菌处理的亚麻织物的强度。

本发明范围内采用不同的技术方案所能达到的技术效果，包括白度、抗拉

强度、毛效，见相应不同的实施例。

本发明的具体实施方式：

实施例 1：

生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，将亚麻原布经碱煮练、酸洗，经生物预处理后进行双氧水漂白，所述的双氧水复漂过程按以下条件进行：双氧水 4-15g/L，PH 值 7-11，漂白温度 40-80℃，浴比 1：5-20，漂白时间 0.5-2 小时，漂白后的产品白度可达 80%以上，抗拉强度达到 500-900×800-1200N，毛效大于 8cm，符合现行亚麻织物漂白技术指标要求。

实施例 2：

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的生物预处理过程所用的菌株为：贝壳状草耳菌 (*Panus conchatus*) 经紫外照射和 NTG 纤维素缺陷型变异菌株 AB-210，所述的生物预处理过程使用菌种的二次培养液，将亚麻织物浸在 10-50 倍重量的培养液中所述的生物预处理过程时间为 2-8 小时所述的生物预处理过程加入了纤维素酶抑制剂，其用量为 2-20g/L。

实施例 3：

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的生物预处理过程所用的菌株为：贝壳状草耳菌 (*Panus conchatus*) 经紫外照射和 NTG 纤维素缺陷型变异菌株 AB-210，所述的生物预处理过程使用菌种的二次培养液，将亚麻织物浸在 10-50 倍重量的培养液中，最好 1:20-30，所述的生物预处理过程时间为 3-5 小时，所述的生物预处理过程加入了纤维素酶抑制剂，其用量为 8-12g/L。

实施例 4：

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的纤维素酶包括壳聚糖或者甲基纤维素或者羧甲基纤维素或者羟乙基纤维素。

实施例 5：

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺，所述的碱煮练过程按以下条件进行：每升溶液中含碱 8-25g/L，所述的碱为氢氧化钠和/或碳酸钠和/或磷酸钠，煮练助剂为非离子表面活性剂+阴离子表面活性剂混合物，混

合物加入的总量 5-20g/L, 浴比为 1: 1-10, 煮练温度 80-105℃, 煮练时间 0.5-4 小时。

实施例 6:

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺, 所述的碱煮练过程按以下条件进行: 混合碱, 包括氢氧化钠、碳酸钠、磷酸钠的混合物三者的混合物比例为氢氧化钠 5g/L, 碳酸钠 8g/L, 磷酸钠 4g/L, 加入量为 15-20g/L; 煮练助剂为非离子表面活性剂+阴离子表面活性剂, 6-12g/L; 浴比为 1: 8-10; 煮练温度 80-90℃; 煮练时间 1-1.5 小时。

实施例 7:

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺, 所述的煮练助剂配方中非离子表面活性剂为烷基醇聚氧乙烯醚、烷基酚聚氧乙烯醚或脂肪酸聚氧乙烯酯, 其例为 2: 1: 1; 煮练助剂配方中的银离子表面活性剂为烷基苯磺酸盐、烷基磺酸盐、烷基硫酸盐以及脂肪酸盐其比例为 1: 0.5, 非离子表面活性剂与阴离子表面活性剂的比例在 1: 2-5。

实施例 8:

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺, 所述的煮练助剂配方中非离子表面活性剂为 JFC、OP-10 和 AE0-9 的混合物, 其例为 2: 1: 1; 煮练助剂配方中的银离子表面活性剂 LAS 和 AES 的混合物, 其比例为 1: 0.5, 非离子表面活性剂与阴离子表面活性剂的比例在 1: 2-5。

实施例 9:

所述的生物辅助亚麻织物或纤维全无氯漂白工艺, 所述的双氧水复漂过程按以下条件进行: 双氧水 6-8g/L; PH 值 9-10; 漂白温度 60-70℃; 浴比 1: 10-15; 漂白时间 1-1.5 小时。

实施例 10:

本发明以上实施例使用的原始菌株是由中科院微生物研究所提供的对木浆中木质素有较好降解能力的4株白腐菌菌种, 分别为: 黄孢原毛平革菌 (5.776)、贝壳状草耳 (5.154)、变色栓菌 (5.48) 和木质层孔菌 (5.132) 原始菌株的培养采用固体斜面培养和液体培养结合的方法。各菌株降解木

质素的能力直接用亚麻原布来测试，即将培养液滤除菌体（或不滤除菌体）后加入已知木质素含量的亚麻原布，再培养一段时间后测定亚麻原布中残余木质素含量，以此来评价菌株的降解木质素能力。

菌株的培养条件如下：

固体斜面培养：土豆 200g，加水 1 升，文火煮沸 30min，冷却后挤出汁液，在汁液中加入葡萄糖 20g， KH_2PO_4 3g， MgSO_4 1.5g，琼脂 15g 和微量 VB_1 ，加热溶解后定容至 1000ml，用 H_2SO_4 或 NaOH 溶液调节 $\text{PH}=6$ ，倒入试管中（试管的 1/4 高度为宜），高压灭菌 $P=0.1\text{MPa}$ ，30min，取出后制成斜面。把试验菌种接到固体斜面培养基上，放入恒温培养箱中进行培养，培养温度 28°C ，培养时间 72 小时。

液体一次培养：土豆 200g，加水 1 升煮沸 30min，轧出汁液，在汁液中加入葡萄糖 20g， KH_2PO_4 3g， MgSO_4 1.5g， VB_1 微量，溶解后定容至 1000ml，用 H_2SO_4 或 NaOH 溶液调节 $\text{PH}=6$ 。在 500ml 锥形瓶中加入 250ml 培养基，在 $P=0.1\text{MPa}$ 压力下灭菌 30min 后冷却备用。在灭菌后的液体培养基中介入两环菌种， 28°C 下培养 72 小时。

液体二次培养：培养基组成同上。取一次培养液 40ml，接入 200ml 液体培养基中， 28°C 下培养一定时间后用于亚麻原布中木质素降解试验。

亚麻原布的木质素含量为 3.89%，亚麻原布与二次培养液的浴比为 1: 20，亚麻原布加入后的培养温度为 28°C ，培养时间 4 小时，木质素含量分析采用硫酸重量法。具体结果见表 1。

表 1 四种白腐菌对亚麻原布中木质素的降解率

二次培养时间 (h)	木 质 素 降 解 率 %			
	黄孢原毛平革 菌	变色栓菌	贝壳状草耳菌	木质层孔菌
48	42.3	38.2	55.4	48.3
72	49.4	47.4	61.2	52.9
96	53.6	45.3	68.3	49.7
120	55.7	47.8	71.4	55.4

试验结果表明,4种白腐菌株均对亚麻原布中的木质素有一定的降解作用,其中以贝壳状草耳菌效果最好,二次培养120小时后的菌液在4小时内可以使亚麻原布中的木质素含量降低71.4%,基本上可以满足漂白的要求。但由于纤维素酶的作用,亚麻原布的强度也有较大的下降,要使该菌株在工业上得到应用,最好降低纤维素酶的活性。

本发明对贝壳状草耳菌进行了处理,具体操作如下:

取一环在斜面培养基上培养72小时的菌体,接种至100ml培养液中,振荡培养24小时,取出10ml离心分离,收集沉淀物,洗涤,用灭菌的玻璃珠打碎,过滤,用无菌水稀释至5ml作为原菌液。将原菌液稀释1000倍,用平板计数法计算菌体浓度,然后稀释至 $10^4/\text{ml}$ 作为处理用的悬菌液。

基本培养基:磷酸二氢钾0.5g、磷酸氢二钾2g、硫酸镁0.5g、氯化钙0.2g、硫酸锰0.05g、硫酸钠0.5g、硫酸亚铁0.05g、加水1000ml,如用固体培养基再加入15—20g琼脂,在 $P=0.1\text{MPa}$ 压力下灭菌30min即可。

取3滴悬浮液平涂在固体培养基平面上,用40W、253.7nm紫外灯照射2、3、5min。停止照射后继续培养48小时。取一环接种到40ml液体培养基中,振荡培养20小时。取10ml培养液离心分离,用无菌水洗涤沉淀,稀释至5ml,取3滴均匀涂在含有2%葡萄糖的基本培养基平面上,培养48小时。将生长旺盛的菌落取出,再接种到液体培养基中摇瓶培养48小时,取10ml离心分离,无菌水洗涤沉淀,然后稀释至5ml,加入20ml基本培养基培养6小时(消耗内源物质),再离心分离。将沉淀加到含2%超细纤维素的基本培养基中振荡培养6小时,加入200单位/ml的青霉素G,继续培养24小时。取3滴培养液置于固体培养基平板上,培养24小时,然后用印模法将固体培养基上的菌落分别印在固体培养基平板和含超细纤维素的基本培养基平板上。培养48小时后对照二者,在固体培养基上生长良好而在含超细纤维素的基本培养基上不生长的菌株为纤维素分解酶缺陷菌株。将其逐个挑下,接种到斜面培养基上培养,就得到了缺陷型菌株。

经分解木质素的筛选,确定其中20株作为原菌株。将原菌株反复接种10

次复壮，取 2ml 悬浮液，加入一定量的 NTG 使其浓度达到 200mg/l，培养 3 小时，加入无菌水离心洗涤 3 次。然后将其转接至固体培养基上培养 48 小时。其余操作同上处理。获得纤维素酶缺陷型菌株 400 株，进一步作分解木质素的筛选。经筛选性能较好的 10 株菌降解木质素性能见表 2。

表 2 诱变菌株对亚麻原布中木质素及纤维素的作用*

二次培养时间	木质素含量 % (抗拉强度 N)									
	AB-7	AB-29	AB-64	AB-77	AB-103	AB-210	AB-324	AB-325	AB-344	AB-387
48	56(850)	65(785)	54(810)	68(788)	60(690)	66(880)	50(890)	55(875)	58(798)	54(910)
72	62(743)	71(732)	58(760)	76(755)	65(645)	70(865)	56(834)	63(825)	64(765)	62(845)
96	68(685)	76(688)	61(745)	79(710)	69(611)	77(850)	61(765)	68(764)	71(720)	71(786)
120	67(621)	79(670)	60(712)	77(655)	74(588)	83(810)	65(700)	75(733)	76(658)	76(720)

*亚麻原布木质素含量 3.89%，抗拉强度 1220N（经向）。

从试验数据可以看到，贝壳状草耳菌经处理后降解木质素的能力有较大提高，纤维素酶的活力大大降低，特别是 AB-210 菌株，木质素降解能力提高 17%，处理后的纤维强度提高 2 倍以上，基本达到了工业化应用的水平。

本发明利用白腐菌株辅助亚麻织物的漂白，其工艺过程如下：亚麻原布经碱煮练、酸洗、生物处理、双氧水漂白，得到的产品白度和抗拉强度均符合工艺要求。

亚麻织物的抗拉强度按 GB/T3923.1-1997《纺织品 织物拉伸性能 断裂强力和断裂伸长率的测定》规定的方法测定，亚麻织物的白度按 GB/T8421-2001《纺织品相对白度的仪器评定方法》规定的方法测定。

实施例 11：

亚麻原布按碱煮练—酸洗—微生物预处理—双氧水漂白的工艺流程进行漂白。其中碱煮练条件如下，氢氧化钠 5g/L，碳酸钠 8g/L，磷酸钠等 4g/L，煮练助剂 8g/L，浴比为 1：10，煮练温度 95℃，煮练时间 1 小时。碱煮练结

束后再按下列条件进行酸洗，硫酸 8g/L，浴比为 1: 10，酸洗温度 40℃，酸洗时间 1 小时。酸洗结束后用水洗至中性。

本发明用贝壳状草耳菌的菌株 AB-210 对亚麻原布进行生物预处理。AB-210 置于固体斜面培养基上保存。在使用时将保存在斜面培养基上的菌种取一环接种于 200ml 液体培养基上，28℃ 培养 72 小时为一次培养液。取一次培养液 20ml 接种于 400ml 液体培养基中，28℃ 培养 72 小时为二次培养液，二次培养液过滤除去菌丝体，滤液作为亚麻原布漂白的预处理液。

再上述生物预处理液中按 20: 1 的浴比加入亚麻原布，28℃ 放置 4 小时，取出后水洗一次进入双氧水漂白工艺。双氧水漂白条件如下，双氧水 8g/L，用氢氧化钠溶液调节漂白液 PH 值至 9，漂白温度 80℃，浴比 1: 20，漂白时间 1 小时。漂白结束后用水洗涤除去漂白残液，所得产品的物理性能指标如下：白度 80.5%，抗拉强度 560×865N，毛效 9.1cm。

实施例 12:

各种试验条件同实施例 11，只是二次培养液的培养时间改为 48 小时，所得产品的物理性能指标如下：白度 78.5%，抗拉强度 650×880N，毛效 8.1cm。

实施例 13

各种试验条件同实施例 11，只是二次培养液的培养时间改为 96 小时，所得产品的物理性能指标如下：白度 80.1%，抗拉强度 530×850N，毛效 9.5cm。

实施例 14

各种试验条件同实施例 11，只是二次培养液的培养时间改为 120 小时，所得产品的物理性能指标如下：白度 81%，抗拉强度 540×810N，毛效 9.0cm。

实施例 15

各种试验条件同实施例 11，只是在生物预处理液中加入 5g/L 的壳聚糖作为纤维素酶抑制剂，所得产品的物理性能指标如下：白度 81%，抗拉强度 680×970N，毛效 9.5cm。

实施例 16

各种试验条件同实施例 11，只是在生物预处理液中加入 10g/L 的壳聚糖作为纤维素酶抑制剂，所得产品的物理性能指标如下：白度 80.5%，抗拉强度

675×980N, 毛效 9.4cm。

实施例 17

各种试验条件同实施例 15, 只是生物预处理时间由 4 小时缩短为 2 小时, 所得产品的物理性能指标如下: 白度 70%, 抗拉强度 720×990N, 毛效 7.5cm。

实施例 18

各种试验条件同实施例 15, 只是在双氧水漂白时双氧水的浓度为 10g/L, 所得产品的物理性能指标如下: 白度 81.5%, 抗拉强度 630×925N, 毛效 9.4cm。

实施例 19

各种试验条件同实施例 15, 只是在双氧水漂白时双氧水的浓度为 6g/L, 所得产品的物理性能指标如下: 白度 78%, 抗拉强度 645×965N, 毛效 9.3cm。