



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103131688 B

(45) 授权公告日 2015.04.01

(21) 申请号 201310002638.4

(22) 申请日 2013.01.05

(73) 专利权人 武汉工业学院

地址 430023 湖北省武汉市东西湖区常青花园学府南路68号

(72) 发明人 陈红梅 童忠泽 程先忠 未本美 任占冬

(74) 专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

代理人 杨立

(51) Int. Cl.

C12N 11/02(2006.01)

C02F 3/34(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1978639 A, 2007.06.13, 权利要求1.

CN 101130794 A, 2008.02.27, 全文.

CN 101768583 A, 2010.07.07, 全文.

陈娜丽等. 固定化细胞载体材料的研究进展. 《化学与生物工程》. 2009, 第26卷(第10期), 全文.

陈诚等. 植物废料应用于白腐真菌处理难降解有机污染物. 《环境科学与技术》. 2009, 第32卷(第12期), 第93页左栏第2段.

审查员 张锦广

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种附载光合细菌的玉米芯和/或秸秆的制备方法及其应用

(57) 摘要

本发明涉及一种附载光合细菌的玉米芯和/或秸秆的制备方法及其应用,包括以下步骤:1)将玉米芯和/或秸秆进行清洗,然后再进行高温灭菌处理,得到灭菌后的玉米芯和/或秸秆;2)将灭菌后的玉米芯和/或秸秆放入混合液中进行第一次浸泡,然后再进行风干,得到风干后的玉米芯和/或秸秆;3)将上述风干后的玉米芯和/或秸秆再放入光合细菌菌种溶液中进行第二次浸泡,然后取出,进行封闭保存或直接将其投入富营养化的湖泊中。本发明以农植物副产品-玉米芯和/或秸秆为原料,同时也作为光合细菌的碳源,附载光合细菌的制备方法;并应用于富营养化水中的磷和氮的吸收,能显著提高水质净化效率和延长细菌使用时间。

1. 一种附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆的制备方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

1) 将玉米芯和 / 或秸秆进行清洗, 然后再进行高温灭菌处理, 得到灭菌后的玉米芯和 / 或秸秆; 所述进行高温灭菌处理的工艺条件为: 将玉米芯和 / 或秸秆置于封闭的高温灭菌罐中, 在压力为 0.1 ~ 0.5MPa, 温度为 110℃ 的条件下, 灭菌处理 1 ~ 3 小时;

2) 将步骤 1) 中得到的灭菌后的玉米芯和 / 或秸秆放入混合液中进行第一次浸泡, 然后再进行风干, 得到风干后的玉米芯和 / 或秸秆,

其中, 所述混合液包括如下质量百分比浓度的原料: 0.1 ~ 1% 的壳聚糖; 1 ~ 5% 的海藻酸钠; 1 ~ 5% 的  $K_2HPO_4$ ; 所述进行第一次浸泡的时间为 1 ~ 12 小时; 所述进行风干的时间为 1 ~ 5 小时;

3) 将上述风干后的玉米芯和 / 或秸秆再放入光合细菌菌种溶液中进行第二次浸泡, 然后取出, 进行封闭保存或直接将其投入富营养化的湖泊中; 所述进行第二次浸泡的时间为 1 ~ 6 小时; 所述封闭保存的工艺条件为: 在 -5 ~ 20℃ 的条件下封闭保存。

2. 根据权利要求 1 所述的玉米芯和 / 或秸秆附载光合细菌的制备方法, 其特征在于: 所述秸秆在进行清洗之前还包括如下步骤: 将秸秆进行剪裁, 并进行打孔。

3. 根据权利要求 2 所述的玉米芯和 / 或秸秆附载光合细菌的制备方法, 其特征在于: 所述将秸秆进行剪裁的长度为 40 ~ 50cm; 所述进行打孔的工具为带钉子的狼牙棒。

4. 根据权利要求 3 所述的玉米芯和 / 或秸秆附载光合细菌的制备方法, 其特征在于: 所述秸秆为玉米秸秆。

5. 根据权利要求 1 所述的玉米芯和 / 或秸秆附载光合细菌的制备方法, 其特征在于: 所述光合细菌生菌数量为  $2.0 \times 10^9 \sim 3.1 \times 10^{10}$  cfu/mL; 所述光合细菌的培养基的配方为: 在  $1m^3$  的自来水中加入小苏打 5.5kg, 醋酸钠 3kg, 酵母膏 0.5kg,  $K_2HPO_4$  0.25kg,  $KH_2PO_4$  0.25kg,  $NH_4Cl$  0.2kg, NaCl 0.2kg,  $MgSO_4$  0.2kg,  $(NH_4)_2SO_4$  0.15kg。

6. 一种附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆在治理湖泊蓝藻上的应用, 其特征在于: 将如权利要求 1 至 5 任一项制备方法制备的附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆用绳索固定在浮木上, 并悬浮于水中, 3 ~ 10 天后, 抖落其表面粘附着的已经死亡的蓝藻即可。

7. 根据权利要求 6 所述的附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆在治理湖泊蓝藻上的应用, 其特征在于: 所述秸秆是每 5 ~ 20 根扎成一捆用绳索固定在浮木上。

## 一种附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆的制备方法及其应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆的制备方法及其应用,具体涉及一种用植物副产品 - 玉米芯和 / 或秸秆附载光合细菌的制备方法,并用于富营养化湖泊水质的治理,属于环境保护技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着工业化进程的不断深入,全球性环境污染日益破坏着地球生物圈几亿年来所形成的生态平衡,并对人类自身的生存环境构成威胁。特别是江河、湖泊及近海流域由于大量排放的磷和氮,造成水体富营养化,大面积引发蓝藻或赤潮的暴发,继而引起水体缺氧,滋生有害水生物,导致鱼类中毒甚至危害人类健康。绝大多数未经处理的城市污水排入城市湖泊、河流,使水体中氮磷污染日趋严重,其直接后果为水体富营养化。据统计,我国 80% 以上的湖泊受到污染,许多湖泊已达不到 III 类水质标准。国内各大中城市及周边的湖泊,由于城市规模的不断扩大、人口的增长和经济的快速发展,大量污水工农业废水的排放,富营养化问题愈来愈严重,许多湖泊已接近富营养,有的甚至达到极富营养的程度。大量营养元素特别是 N、P 等元素的迅猛增加,破坏了水体原来的营养平衡,造成藻类的大量繁殖,这是水体富营养化的最显著特征。

[0003] 随着磷和氮对水体的危害越来越严重,人们开始意识到污水去除氮、磷的重要性。湖泊污染的主要特征是水体富营养化,而消除湖泊富营养化的关键在于削减湖泊水体的 N、P 以及底泥有机碳和 N、P 的负荷,消除水体中藻类疯长的基础,达到降低水体中藻类生物量,提高水体透明度的目的。削减湖泊水体 N、P 和有机碳的技术途径除了消除点源(截流污染源)、减少和控制面源污染这类最基本的途径外,最常见的方法有机械清淤法、引水冲洗法和生物修复法。机械清淤和引水冲洗是有效的也是较传统的削减湖泊营养元素的途径,然而这两种方法存在两个问题:一是成本高,二是不能从根本上控制和消除湖泊富营养化,只是对其进行了转移。

[0004] 光合细菌是一类在厌氧光照条件下,能利用二氧化碳或低分子有机物作为光合作用的电子受体进行光能异养生长的水圈微生物;在黑暗好氧条件下,能利用有机物作为呼吸基质进行好氧或异养生长;能够进行不放氧的光合作用。光合细菌具有培养原料来源广,价格便宜,生长条件容易控制,并且菌体可以循环利用等优点;近年来在农业、养殖业以及高浓度有机废水的处理方面获得了较为广泛的应用。自日本学者小林正泰等成功地对粪尿和食品、淀粉、皮革及豆制品加工的废水进行处理后,光合细菌被广泛应用于废水处理。它可用于治理湖泊的蓝藻,其作用原理就是将水体中的有机物消耗掉,同时也能吸收水中的磷和氮,降低磷、氮的含量,合使蓝藻的生长缺乏营养而死亡。通常人们在好氧条件下,用游离态的光合细菌处理废水,但在大规模废水处理过程中,却存在诸多问题。如菌体细胞容易被流水冲走,即使在静水条件下也可能被其他生物所吞噬,故利用率低,固液分离困难,菌体不易回收重复利用等。

[0005] 因此,光合细菌在治理湖泊蓝藻过程中存在着液体细菌运输不方便,抛洒费时;以及菌体在水中易被流水冲走,浓度易被稀释,导致治理富营养化水的利用率低,效果不明显等缺点。

## 发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供一种制备成本低,操作简便、杀灭蓝藻效率高的附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆的制备方法及其应用。

[0007] 本发明解决上述技术问题的技术方案如下:一种附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆的制备方法,包括以下步骤:

[0008] 1) 将玉米芯和 / 或秸秆进行清洗,然后再进行高温灭菌处理,目的是杀死玉米芯和 / 或秸秆上的杂菌,得到灭菌后的玉米芯和 / 或秸秆;

[0009] 2) 玉米芯和 / 或秸秆的高温灭菌处理:

[0010] 将步骤 1) 中得到的灭菌后的玉米芯和 / 或秸秆放入混合液中进行第一次浸泡,然后再进行风干,得到风干后的玉米芯和 / 或秸秆,

[0011] 其中,所述混合液包括如下质量百分比浓度的原料:0.1 ~ 1% 的壳聚糖;1 ~ 5% 的海藻酸钠;1 ~ 5% 的  $K_2HPO_4$ ;

[0012] 3) 附载物的表面处理:

[0013] 将上述风干后的玉米芯和 / 或秸秆再放入光合细菌菌种溶液中进行第二次浸泡,然后取出,进行封闭保存或直接将其投入富营养化的湖泊中。

[0014] 本发明的有益效果是:本发明以农作物副产品-玉米芯和 / 或秸秆为原料,同时也作为光合细菌的碳源,附载光合细菌的制备方法;并应用于富营养化水中的磷和氮的吸收,能显著提高水质净化效率和延长细菌使用时间。

[0015] 在上述技术方案的基础上,本发明还可以做如下改进。

[0016] 进一步,所述秸秆在进行清洗之前还包括如下步骤:将秸秆进行剪裁,并进行打孔。

[0017] 进一步,所述将秸秆进行剪裁的长度为 40 ~ 50cm;所述进行打孔的工具为带钉子的狼牙棒。

[0018] 进一步,所述秸秆为玉米秸秆。

[0019] 进一步,所述光合细菌生数为  $2.0 \times 10^9 \sim 3.1 \times 10^{10}$  cfu/mL。

[0020] 进一步,所述光合细菌的培养基的配方为:在  $1m^3$  的自来水中加入小苏打 5.5kg,醋酸钠 3kg,酵母膏 0.5kg,  $K_2HPO_4$  0.25kg,  $KH_2PO_4$  0.25kg,  $NH_4Cl$  0.2kg,  $NaCl$  0.2kg,  $MgSO_4$  0.2kg,  $(NH_4)_2SO_4$  0.15kg。

[0021] 进一步,在步骤 1) 中,所述进行高温灭菌处理的工艺条件为:将玉米芯和 / 或秸秆置于封闭的高温灭菌罐中,在压力为 0.1 ~ 0.5MPa,温度为 110℃ 的条件下,灭菌处理 1 ~ 3 小时。

[0022] 进一步,在步骤 2) 中,所述进行第一次浸泡的时间为 1 ~ 12 小时;所述进行风干的时间为 1 ~ 5 小时。

[0023] 进一步,在步骤 3) 中,所述进行第二次浸泡的时间为 1 ~ 6 小时;所述封闭保存的工艺条件为:在 -5 ~ 20℃ 的条件下封闭保存。

[0024] 本发明解决上述技术问题的另一技术方案如下：一种附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆在治理湖泊蓝藻上的应用，具体为：将上述制备方法制备的附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆用绳索固定在浮木上，并悬浮于水中，3 ~ 10 天后，抖落其表面粘附着的已经死亡的蓝藻即可。

[0025] 当附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆杀藻效果降低时，取出水面，按步骤 2) 及 3) 进行再生即可。

[0026] 附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆用绳索固定在浮木上，并悬浮于水中，目的是用于吸收水中的磷和氮，使蓝藻失去养分，控制蓝藻的生长直至死亡。

[0027] 进一步，所述秸秆是每 5 ~ 20 根扎成一捆用绳索固定在浮木上。

### 具体实施方式

[0028] 以下对本发明的原理和特征进行描述，所举实例只用于解释本发明，并非用于限定本发明的范围。

[0029] 一种附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆的制备方法，包括以下步骤：

[0030] 1) 将玉米芯和 / 或秸秆进行清洗，然后置于封闭的高温灭菌罐中，在压力为 0.1 ~ 0.5MPa，温度为 110℃ 的条件下，灭菌处理 1 ~ 3 小时，得到灭菌后的玉米芯和 / 或秸秆；

[0031] 2) 将步骤 1) 中得到的灭菌后的玉米芯和 / 或秸秆放入混合液中进行第一次浸泡 1 ~ 12 小时，然后再进行风干 1 ~ 5 小时，得到风干后的玉米芯和 / 或秸秆，

[0032] 其中，所述混合液包括如下质量百分比浓度的原料：0.1 ~ 1% 的壳聚糖；1 ~ 5% 的海藻酸钠；1 ~ 5% 的  $K_2HPO_4$ ；

[0033] 3) 将风干后的玉米芯和 / 或秸秆浸泡在生菌数量为  $2.0 \times 10^9 \sim 3.1 \times 10^{10}$  cfu/mL 的光合细菌菌种溶液中 1 ~ 6 小时，然后取出，在 -5 ~ 20℃ 的条件下进行封闭保存或直接将其投入富营养化的湖泊中。

[0034] 所述秸秆在进行清洗之前还包括将秸秆剪裁为 40 ~ 50 厘米，并用带钉子的狼牙棒打孔的步骤。

[0035] 将制备好的附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆用绳索固定在浮木上，并悬浮于水中，3 ~ 10 天后，抖落其表面粘附着的已经死亡的蓝藻，当附载光合细菌的玉米芯和 / 或秸秆杀藻效果降低时，取出水面，按步骤 2) 及 3) 进行再生。

[0036] 以下通过几个具体的实施例以具体说明本发明。

[0037] 实施例 1

[0038] 将玉米芯洗净凉干，置于 0.2MPa 的高温灭菌罐中封闭处理 2 小时；取出浸泡在质量百分比浓度为 0.5% 的壳聚糖，0.5% 的海藻酸钠及 3% 的  $K_2HPO_4$  的混合溶液中，浸泡 12 小时，取出风干 5 小时，然后浸泡在生菌数量在  $2.0 \times 10^9 \sim 3.1 \times 10^{10}$  cfu/mL 的光合细菌溶液中 6 小时；然后用绳索串连起来并固定在浮木上，投放在富营养化的湖泊中水中吸收的磷和氮，使蓝藻失去养分而死亡，达到治理污染湖泊的目的。3 天后抖落其表面附着死亡的蓝藻，当附载光合细菌的玉米芯杀藻效果降低时，可再进行光合细菌的附载步骤，使其再生。

[0039] 取本实施例 1 中得到的附载光合细菌的玉米芯 1 个投入到 3m<sup>3</sup> 的公园景观水池中，水深 1.0 米进行试验，气温在 25 ~ 30℃，经 5 天处理后，取水样检测，对比结果如下：

[0040]

项目 取值	微囊藻 (个/L)	叶绿素 a (mg/L)	透明度 (cm)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
试验前	8130	267.3	10	9.3	56.7	13.4	8.2
试验后	345	58.5	45	1.67	4.5	0.78	0.36
去除率 (%)	95.76	78.11	提高35	82.04	92.06	94.18	94.46

[0041] 上表说明：用本发明实施例 1 提供的附载光合细菌的玉米芯处理过的蓝藻湖水上层基本澄清，肉眼观察无蓝藻，叶绿素 a 去除率就达 78.11%，藻个数去除率有 95.76%，水质透明度由 10cm 提高到 45cm，另外 BOD、COD、TN、TP 都有显著降低。由此可见，本发明制备的材料去除蓝藻效果显著，见效快。

[0042] 实施例 2

[0043] 将玉米秸秆进行剪裁，剪裁后每根玉米秸秆长度为 40 ~ 50 厘米，并用狼牙棒打孔，洗净凉干，置于 0.5MPa 高温灭菌罐中封闭处理 3 小时。取出浸泡在质量百分比浓度为 0.5% 的壳聚糖，0.5% 的海藻酸钠及 3% 的  $K_2HPO_4$  的混合溶液中。浸泡 8 小时，取出风干 3 小时，然后浸泡在光合细菌（生菌数量在  $2.0 \times 10^9 \sim 3.1 \times 10^{10}$  cfu/mL）溶液中 1 小时；然后用绳索串连起来，并固定在浮木上，投放在富营养化的湖泊中，杀死蓝藻，治理污染的湖泊。10 天后抖落其表面附着死亡的蓝藻。当附载光合细菌的玉米秸秆杀藻效果降低时，可再进行光合细菌的附载步骤使其再生。

[0044] 取实施例 2 中得到的附载光合细菌的玉米秸秆 50 个投入到一处面积为 1200 平方米的湖泊中（用围栏分开），水深 1.5 米进行试验，气温在 25 ~ 30℃，经 7 天处理后，取水样检测，对比结果如下：

[0045]

项目 取值	微囊藻 (个/L)	叶绿素 a (mg/L)	透明度 (cm)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
----------	--------------	-----------------	-------------	---------------	---------------	--------------	--------------

[0046]

试验前	7430	112.6	12	42.2	87.9	20.1	19.1
试验后	191	4.1	65	2.5	8.1	1.28	0.72
去除率 (%)	97.42	96.36	提高53	94.08	90.78	93.63	96.23

[0047] 上表说明：用本发明实施例 2 提供的附载光合细菌的玉米秸秆处理过的蓝藻湖水上层基本澄清，肉眼观察无蓝藻，蓝藻个数去除率有 97.42%，叶绿素 a 去除率就达 96.36%，水质透明度由 12cm 提高到 65cm，另外 BOD、COD、TN、TP 都有显著降低。由此可见，本发明制备的材料去除蓝藻效果显著，见效快。

[0048] 实施例 3

[0049] 将玉米芯和打孔后的玉米秸秆洗净，凉干，置于 0.1MPa 高温灭菌罐中封闭处理 1

小时。取出浸泡在质量百分比浓度为 0.5% 的壳聚糖, 0.5% 的海藻酸钠及 3% 的  $K_2HPO_4$  的混合溶液中, 浸泡 1 小时, 取出风干 1 小时, 然后浸泡在光合细菌生菌数量在  $2.0 \times 10^9 \sim 3.1 \times 10^{10}$  cfu/mL) 溶液中 4 小时; 取出用绳索串连起来, 并固定在浮木上, 投放在富营养化的湖泊中, 杀死蓝藻, 治理污染的湖泊。7 天后抖落其表面吸附着死亡的蓝藻。当附载光合细菌的玉米芯和玉米秸秆杀藻效果降低时, 可再进行光合细菌的附载步骤, 使其再生。

[0050] 取实施例 3 中得到的附载光合细菌的玉米芯和玉米秸秆 20 个投入到一处面积为 800 平方米的湖泊中 (用围栏分开), 水深 1.8 米进行试验, 气温在  $25 \sim 30^\circ C$ , 经 7 天处理后, 取水样检测, 对比结果如下:

[0051]

项目 取值	微囊藻 (个/L)	叶绿素 a (mg/L)	透明度 (cm)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
试验前	9158	157.2	8	31.2	91.5	23.1	14.3
试验后	273	7.5	55	2.8	9.2	2.78	0.86
去除率 (%)	97.02	95.22	提高47	91.03	89.94	87.96	93.98

[0052] 上表说明: 用本发明实施例 3 提供的附载光合细菌的玉米芯和玉米秸秆处理过的蓝藻湖水上层基本澄清, 肉眼观察无蓝藻, 叶绿素 a 去除率就达 95.22%, 藻个数去除率有 97.02%, 水质透明度由 8cm 提高到 55cm; 另外 BOD、COD、TN、TP 都有显著降低由此可见, 本发明制备的材料去除蓝藻效果显著, 治理富营养化水见效快。

[0053] 以上所述仅为本发明的较佳实施例, 并不用以限制本发明, 凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。