

固态发酵技术制备溢油吸附剂

彭丹¹, 郑刘春², 李静华³

(1.深圳信息职业技术学院 交通与环境学院,广东 深圳 518172;

2.华南师范大学 化学与环境学院,广州 510006;3.河南师范大学 环境学院,河南 新乡 453007)

摘要:石油开采、储存和运输过程中的溢油和泄漏等问题,已严重威胁到环境生态和人类健康.基于固态发酵技术,利用黑曲霉改性玉米秸秆制备出可生物降解的溢油吸附剂,可为开发生物改性溢油吸附材料提供新思路.利用多种表征技术对改性前后秸秆的组分、结构进行了分析,同时检测了秸秆的吸油性,研究表明,35℃下黑曲霉作用玉米秸秆9d,改性材料对原油的吸附量可达14.28 g/g,高于原玉米秸秆的吸油量(4.89 g/g).秸秆吸油能力和其投加量呈负相关性,10 min即达到吸附平衡.因此,利用固态发酵技术改性的玉米秸秆是一种高效和环境友好型的溢油清除材料.

关键词:玉米秸秆;溢油;吸附;固态发酵;改性

中图分类号:X52

文献标志码:A

在农业生产过程中会产生数量众多的植物性生物质废弃物,对于这些生物质废弃物的处置通常采用丢弃或焚烧的方法,而在这些处置过程中会对环境造成严重的二次污染^[1-3].由于该资源的丰富性和可再生性,许多研究侧重于开发这些生物质废弃物使其获得可观的附加值,在这些增值应用中,研制生物质吸附剂是环境保护领域重要的途径之一.这些生物质废弃物主要由纤维素、半纤维素和木质素组成,对废水中的重金属离子、染料和有机污染物具有较高吸附能力.将生物质废弃物制备成吸附剂不仅提供了低成本的吸附剂,而且还解决了环境中废弃物的处置问题^[4].

根据美国航空航天局的报告,每年有多达7 000万加仑(约 2.65×10^8 L)的石油通过多种途径进入海洋,石油泄漏是其中一个主要的来源^[5].石油泄漏进入水体后经历复杂的风化过程,包括扩散、蒸发、乳化、分散和光催化氧化等,这给清理溢油带来困难.因此,需要采取更有效和最快速的清除技术,以尽量减少溢油引起的危害.在众多清理溢油技术中,生物吸附剂的使用是一种既环保又高效的方式,吸引了越来越多学者的研究兴趣^[6-7].由于甘蔗渣^[8]、稻壳^[9]和秸秆^[10]等原始农业废弃物的吸附能力较弱(只有2~6 g油/g吸附剂),并且它们显示出强的亲水性,这意味着材料在吸油的同时也吸附大量水,因此这些材料需要通过各种方法来处理以增强其吸附油能力和疏水性.研究表明,使用碳化^[11]、乙酰化^[12]、脂肪酸接枝^[13]、表面活性剂改性^[14]和自水解^[15]等技术能显著提高材料对油的吸附能力.

玉米是世界主要经济作物之一,生产过程中产生大量的玉米芯、玉米叶和玉米秸秆等副产品^[16].玉米秸秆作为吸油剂在回收溢油中的应用近来受到关注^[17-18].考虑到原料玉米秸秆的油吸附能力较低,应采取一些改良方法以生产高效吸油剂.生物技术的应用,不仅能减少化学品的使用,还能降低能耗(生物反应一般比

收稿日期:2017-12-15;**修回日期:**2018-04-02.

基金项目:国家自然科学基金(51508206);深圳市科技计划(JCYJ20150417094158012;JCYJ20160415114215737;JCYJ20150626102232416;JCYJ20170306095333329);广东省自然科学基金项目(2014A030313720);广东省科技计划项目(2015A020215002).

作者简介:彭丹(1983-),女,湖南湘潭人,深圳信息职业技术学院讲师,博士,主要研究方向为农业固体废弃物资源化, E-mail: pengdan987@hotmail.com.

通信作者:李静华,女,河南汝南人,河南师范大学讲师,博士,主要研究方向为石油污染环境的修复, E-mail: lijinghua020@163.com.

较温和),获得高效的改性效果.固态发酵技术是真菌利用生物质底物作为碳源进行发酵的一个微生物技术,在真菌固态发酵过程中,会分泌高活性的生物酶,作用于生物质底物,同时真菌的丝状菌丝也能协助生物酶,使生物质底物发生部分或者全部水解解聚.固态发酵技术具有经济实用、工艺简单、低投资、低能耗和不易发生大面积污染等优点.本文采用黑曲霉固态发酵改性玉米秸秆,研究发酵过程纤维素酶的活性变化对改性玉米秸秆的影响,并探讨其与吸油能力的关联.

1 实验材料与方法

1.1 材料

供试原材料取自广州市大学城穗石村的玉米秸秆,水清洗风干后,用小型植物粉碎机破碎,筛分 20~40 目材料以备后续试验.供试黑曲霉(*Aspergillus niger*)为华南理工大学生物工程实验室保藏菌株,于 4 °C 下低温保存在土豆斜面培养基上.本实验所采用的原油来自广州石化集团,在实验前,将原油置于通风橱内挥发 48 h 以备后续试验(供试原油性质:黏度 0.028 Pa·s⁻¹,密度 0.852 g·cm⁻³).

1.2 方法

1.2.1 黑曲霉改性玉米秸秆条件优化(正交设计)

为了摸索黑曲霉对玉米秸秆改性的最优条件,通过前期试验,确定温度、接种量、反应时间和固液比为考察的环境因子.其中,温度影响生物大分子的活性和微生物细胞膜的流动性,从而影响菌体生长和产物合成等生物的生命活动;接种量影响种群的数量,从而影响营养物质的利用、菌体自身生长和二级代谢;反应时间影响其作用的时长,含水率影响菌体代谢所必须用的水量和培养基的透气性.为此,设计 L₂₅(5⁶)4 因素 5 水平的正交实验,初步考察温度、接种量、反应时间和含水率对溢油吸附剂吸油量和对固态发酵所产酶活的影响.每组设置两个平行样.正交实验因素设置如表 1 所示.

1.2.2 粗酶液的提取

将 1 g 发酵后的玉米秸秆置于离心管中,在 4 °C 下用 10 mL 蒸馏水浸提 1 h.冷冻离心 15 min,用 0.45 μm 微孔滤膜过滤上清液,获得的即为粗酶液,以备纤维素酶和半纤维素酶酶活测定用.

1.2.3 纤维素酶活的测定

在发酵改性过程中,主要测定 FPA(滤纸酶活)、CMC(纤维素内切酶)和 CB(纤维素外切酶活).测定方法详见文献[19].

1.2.4 溢油吸附剂的表征

利用全自动快速比表面积分析仪(美国麦克仪器公司,ASPS2020),根据 BET 方程测定计算固态发酵前后玉米秸秆的比表面积变化;扫描电镜(SEM 日本日立公司 S-3700N)观测改性前后材料的内部结构变化;X-射线衍射仪(日本理学公司,D/max-III A),在 2θ 为 10°~40°区间内对改性前后玉米秸秆进行扫描(扫描速度为 3°/min),玉米秸秆中结晶区所占百分比用 I_{Cr}表示: $I_{Cr} = \frac{(I_{002} - I_{am})}{I_{002}} \times 100\%$,式中,I_{Cr}是结晶度指数,I_{am}为纤维素非结晶区衍射峰的强度(在 18.7°处);I₀₀₂即为纤维素 002 结晶区衍射峰的强度(22.5°处).

为了考察黑曲霉作用前后,玉米秸秆 3 大组分的变化情况,用 Van Soest 法分析秸秆纤维素、半纤维素和木质素含量^[20].玉米秸秆首先用中性洗涤剂加热煮沸约 60 min,过滤取滤渣用酸性洗涤剂加热煮沸约 60 min,获得的干物质质量差即为半纤维素含量,将滤渣继续用质量分数为 72%的硫酸洗涤,质量差即为纤维素含量,剩余物质即为木质素.

1.2.5 吸油量的测定

测定方法如下^[10, 21]:称量吸油剂、表面皿及 200 目吸油网的质量,分别记为 m_{材料}、m₁ 和 m₂.室温下,将

表 1 正交实验的因素设置表

水平	试验因素			
	t/°C	接种量/%	反应时间/d	固液比 ^a /(g·mL ⁻¹)
1	25	2	3	1:0.8
2	30	4	6	1:1
3	35	6	9	1:2
4	40	8	12	1:3
5	45	10	15	1:4

^a 固液比:固态发酵中一般用固体废弃物的质量(g)与营养液或者蒸馏水体积(mL)之比控制微生物生长环境润湿度.

吸油剂(玉米秸秆)置于吸油网上,并没入含原油的水体中,将吸油装置在 $60\sim 70\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 的摇床中振荡 1 h,取出,沥干 10 min 后,置于表面皿中称量,质量记为 m_3 。利用(1)式计算单位质量秸秆的吸油量 q :

$$q = \frac{m_3 - m_1 - m_2 - m_{\text{材料}}}{m_{\text{材料}}} \quad (1)$$

2 结果与讨论

2.1 黑曲霉对玉米秸秆改性最佳条件研究

黑曲霉对玉米秸秆改性是为了制备出高效的吸油剂,因此本次正交实验以吸油量($\text{g}/\text{g}_{\text{吸油剂}}$)作为衡量最佳改性条件的参数指标。正交实验结果见表 2。

环境因子如改性时间、改性温度、真菌投加量和固液比等会影响黑曲霉的生长及纤维素酶活性,从而影响对玉米秸秆吸油能力的改性效果。通过正交实验的极差分析,可以得出 4 个因素影响力的顺序依次为:改性时间>改性温度>固液比>真菌投加量。

2.1.1 温度的影响

从表 2 环境影响因子温度对改性玉米秸秆的吸油量影响可以看出,随着黑曲霉改性温度由 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 升高至 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 时,改性玉米秸秆的吸油量稍有下降但并不显著, $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时,最大吸油量为 12.60 g/g ,相较于未改性的玉米秸秆的吸油量 4.89 g/g ,增加了 157.7% 。随着温度继续上升,改性效果明显下降。

2.1.2 接种量和固液比的影响

从表 2 可以看出,随着黑曲霉接种量的增加,秸秆吸油量缓慢下降,但是该因子对玉米秸秆吸油能力的影响较小,随着固液比的增加,秸秆吸油量呈上升趋势,固液比为 1:4 时,玉米秸秆吸油量为最大 12.56 g/g ,相较于未改性的玉米秸秆,吸油量增加了 156.9% 。

2.1.3 时间的影响

表 2 中的正交实验数据表明,随着真菌改性时间的延长,玉米秸秆吸油量递增,而后基本达到稳定。在 12 d 时吸油量达到最大值 12.90 g/g ,相较于未改性的玉米秸秆,吸油量增加了 163.8% 。

根据正交试验结果获得的最佳改性条件为温度 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、真菌投加量为 2% 、改性时间 12 d 和固液比 1:4。由于改性时间对秸秆吸油性能影响显著,在随后的试验中,根据正交实验分析,黑曲霉在 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 改性效果差不多,而黑曲霉产纤维素酶活性最佳为 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 左右,因此,选择温度为 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 、真菌投加量为 2% 和固液比为 1:4 时,考察单因素-时间对玉米秸秆吸油量的影响。从图 1 可知,黑曲霉改性 9 d,玉米秸秆的吸油量已达最大,为 14.28 g/g ,继续延长黑曲霉改性玉米秸秆的时间,吸油量反而有所下降,但均维持在 13 g/g 左右。用黑曲霉固态发酵玉米秸秆后制备的吸油剂与天然玉米秸秆相比,吸油量增加了 2.8 倍。

2.2 纤维素酶活分析

固态发酵技术对秸秆底物起作用的主要是微生物分泌的酶,在黑曲霉改性过程中,主要由纤维素混合酶系发挥作用,包括 FPA 酶活、CMC 酶活和 CB 酶活,从图 2 的 3 种酶活性可以看出,FPA 酶活大于 CMC 酶活,前两者活性均明显大于 CB 酶活。FPA 酶活反应的是纤维素混合酶的总活性,CMC 酶的活性趋势基本与它一致,只是在改性后期,略高于 FPA 酶活,这可能是基质传递不均匀及作用底物阻力造成。在改性的前 9 d 里,纤维素酶活随着时间的延长而逐步上升,可以推断玉米秸秆纤维素在此时期的水解解聚速度在增加,同时黑曲霉形成发达的菌丝体,延伸入秸秆内部,有一定的疏松作用,在酶水解和菌丝解聚双层作用下,使得秸秆内部出现更多的空间可以容纳油分子,这就是玉米秸秆在改性第 9 d 拥有最大吸油量的原因。随后,3 种纤维素酶酶活继续升高,但是玉米秸秆的吸油量反而有所下降,这可能是由于在高活性纤维素酶作用下,秸秆内形成的孔隙增大,不利于油分子的吸附^[10,22]。

2.3 溢油吸附剂的表征

图 3 为玉米秸秆原材料(CS)和黑曲霉改性 9 d 的玉米秸秆(MCS)的扫描电镜(SEM)图,图中显示了秸秆内部的微观结构变化。CS 表面致密,观察不到孔隙,而 MCS 表面出现丝状凹槽,同时内部层片状结构被撑开,出现孔状结构,表 3 也能证明改性后,玉米秸秆呈现更大的比表面积,结合图 4 X 射线衍射(XRD)谱图计算,可以得出材料的结晶区也稍有减小,这样能够提供更大的空间容纳原油分子,所以 MCS 相较于 CS 吸油

量增大.分析改性前后玉米秸秆的组成成分变化,纤维素含量显著降低,木质素相对含量有所上升(结果见表4),由于纤维素和半纤维素都是亲水性的,而木质素是疏水性化学物质,所以黑曲霉改性后,玉米秸秆的疏水性增加,这样有利于水中溢油的吸附,进一步说明 MCS 相较于 CS 吸油量增大的原因.

表2 正交实验结果分析表

试验号	$t/^\circ\text{C}$	接种量/%	反应时间/d	固液比/ ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	吸油量/ ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	试验号	$t/^\circ\text{C}$	接种量/%	反应时间/d	固液比/ ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	吸油量/ ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)
1	25	2	3	1:1	11.88	17	40	4	10	1:3	11.63
2	25	4	6	1:2	10.90	18	40	6	2	1:4	11.38
3	25	6	9	1:3	11.71	19	40	8	4	1:5	10.68
4	25	8	12	1:4	14.69	20	40	10	6	1:1	9.94
5	25	10	15	1:5	13.81	21	45	2	10	1:4	13.48
6	30	2	6	1:3	10.80	22	45	4	2	1:5	11.38
7	30	4	9	1:4	13.06	23	45	6	4	1:1	10.65
8	30	6	12	1:5	12.28	24	45	8	6	1:2	9.25
9	30	8	15	1:1	12.98	25	45	10	8	1:3	12.35
10	30	10	3	1:2	11.13	k_1	12.60	12.26	11.88	11.68	---
11	35	2	9	1:5	12.89	k_2	12.05	11.98	10.65	11.16	---
12	35	4	12	1:1	12.95	k_3	12.40	11.66	11.37	12.02	---
13	35	6	15	1:2	12.28	k_4	11.17	11.54	12.90	12.56	---
14	35	8	3	1:3	13.63	k_5	11.42	11.49	12.83	12.21	---
15	35	10	6	1:4	10.21	极差	1.427	0.767	2.252	1.406	---
16	40	2	8	1:2	12.24						

注: k_i 表示对应列第*i*水平指标均值.

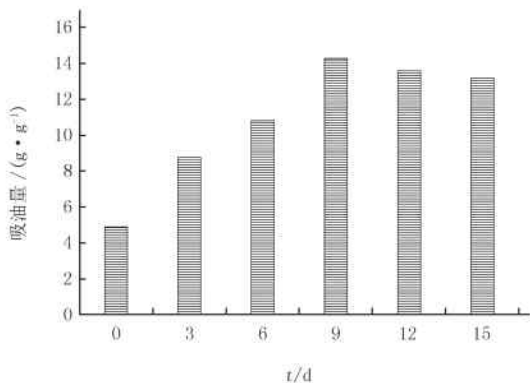


图1 吸油量随时间变化

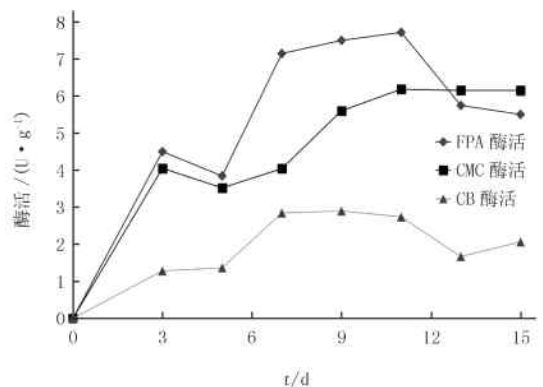


图2 纤维素酶活

表3 CS和MCS特性

组分	比表面积/ $(\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1})$	$I_{\text{Cr}}/\%$
CS	2.31	46.8
MCS	5.87	45.7

表4 CS和MCS组成成分(质量分数)

组分	纤维素/%	半纤维素/%	木质素/%
RCS	46.31	26.21	13.92
MCS	40.69	25.18	15.12

XRD、BET和SEM等表征手段结合黑曲霉分泌的纤维素酶系活性的分析,为黑曲霉改性提供了理论支持.黑曲霉固态发酵玉米秸秆制备溢油吸附剂原理为:利用黑曲霉分泌的高活性纤维素混合酶以及发达的真菌菌丝,使玉米秸秆木质纤维素体系解聚,并部分水解,在这双重作用下,秸秆内部出现空洞,内部比表面积增加,这样为原油分子提供更多的吸附位点和容纳空间(如图5所示).

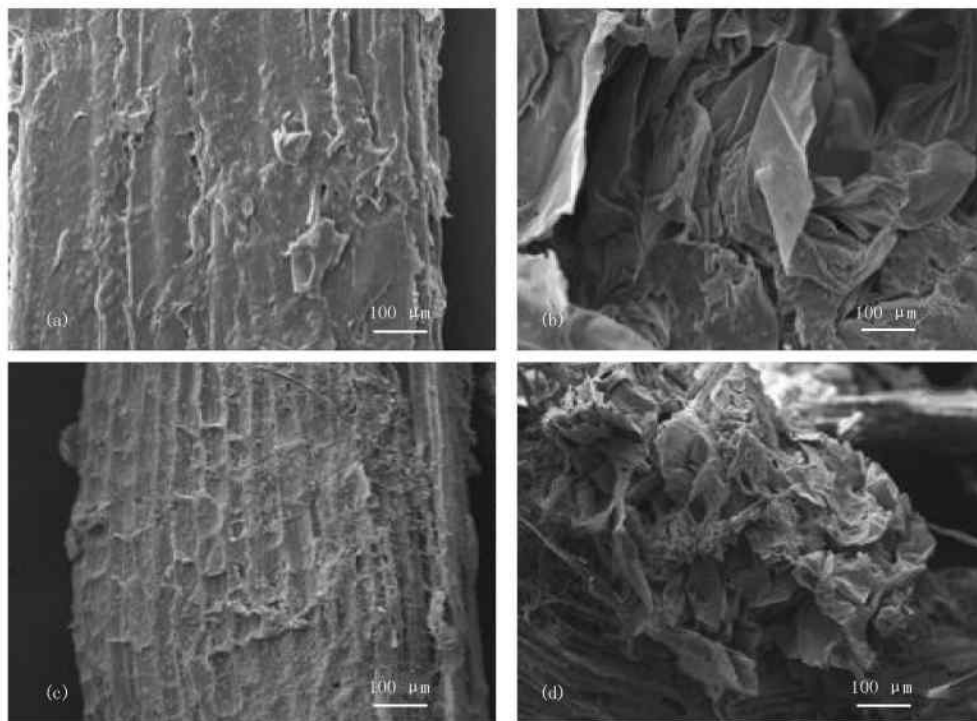


图3 CS(a, b) 和 MCS(c, d) 结构图

2.4 吸油特性分析

2.4.1 投加量对吸油特性的影响

将 0.1、0.2、0.3、0.4 和 0.5 g 的 MCS 分别投入装有 20 g 原油和 150 mL 蒸馏水的烧杯中,震荡吸附 1 h (转速为 $70\sim 80\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$),测定材料吸油量.从图 6 可以看到,CS 和 MCS 的吸油能力与吸附剂投加量呈负相关性,即随着吸附剂投加量的增加,单位质量 CS 和 MCS 的吸油量反而减少.这可能是因为投加的吸油剂越多,越容易引起团聚现象,使得吸油材料紧密粘附在一起,造成材料表面的吸附位点阻塞,不利于油分子吸附扩散,成而使得材料的吸附位点过剩^[10,23].

2.4.2 吸附时间对吸油特性的影响

将 0.1 g 的 MCS 投入装有 20 g 原油和 150 mL 蒸馏水的烧杯中,震荡(转速为 $70\sim 80\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$),分别在吸附时间为 1、3、5、10、20、30、40、50 和 60 min 取出 MCS 测定材料吸油量.从图 7 可以看到,MCS 的初始吸附速率非常快,在 1 min 内吸油量能达到最大吸油量的 90%,随后,吸油量缓慢增加,20 min 后吸油量基本维持稳定.未经过改性的玉米秸秆,吸油起始速率较慢,10 min 后达到最大值,随后吸油量随着时间延长而下降,说明材料的保油性较差.经过比较 CS 和 MCS 的吸油特性随时间变化,可以得出,经过黑曲霉改性的玉米秸秆不仅吸油量显著增加,而且提升了材料的保油性.

3 结 论

通过正交试验,以玉米秸秆为原材料,利用黑曲霉固态发酵技术改性制得了高效的吸油剂 MCS,确定了最佳改性条件.MCS 的最大吸油量为 14.28 g/g,与未改性玉米秸秆相比,吸油量增加了 2.8 倍.并通过 SEM、BET 和 XRD 表征手段证明,黑曲霉改性后,MCS 表面出现丝状凹槽,同时内部层片状结构被撑开,出现孔状结构,结晶度下降,比表面积增多,这样能为油分子的吸附提供更多的位点和空间.综上所述,利用真菌固态发酵技术制备出的吸油剂 MCS 具备良好的溢油吸附性能,并且原材料来源广泛,制备过程化学试剂用量小、无二次污染,是制备吸油剂的一条绿色途径.

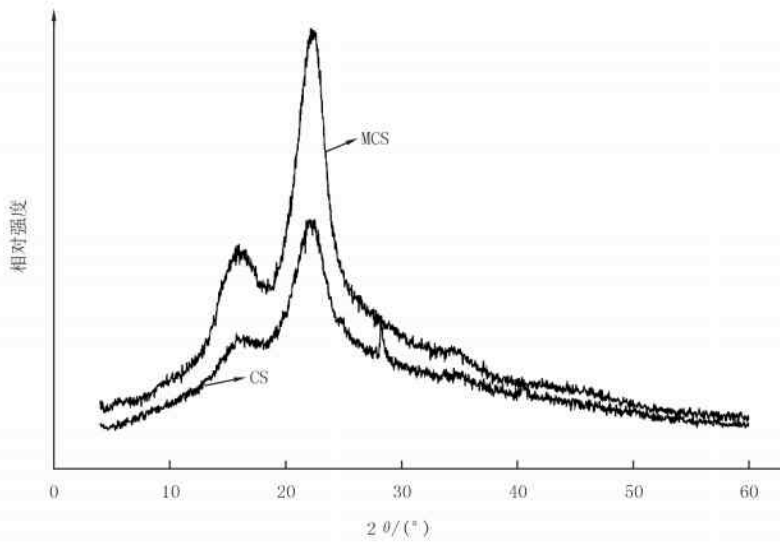


图4 CS和MCS材料的XRD谱图

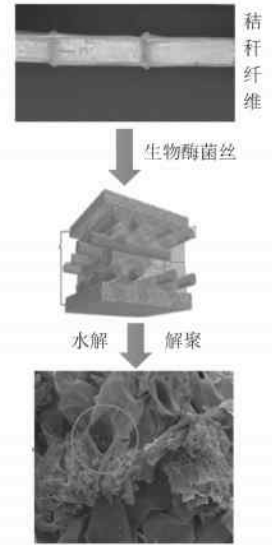


图5 黑曲霉改性原理图

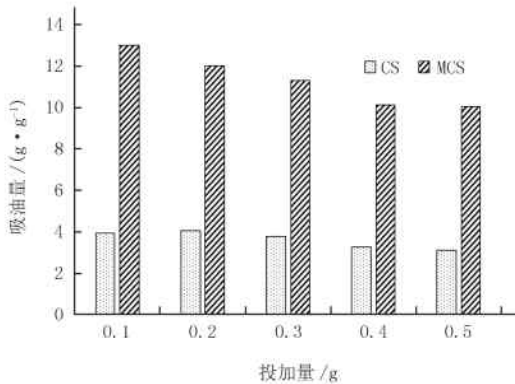


图6 投加量的影响

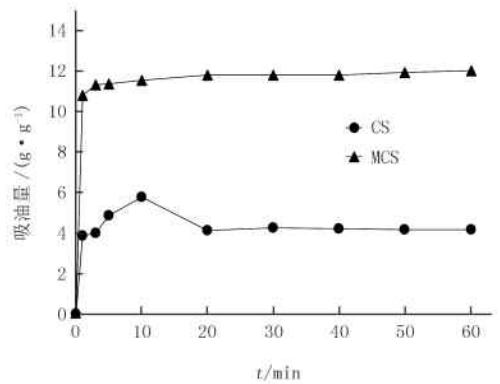


图7 吸附时间的影响

参 考 文 献

- [1] Hussein M, Amer A A, El-Maghraby A, et al. Availability of barley straw application on oil spill clean up[J]. International Journal of Environmental Science and Technology, 2009, 6(1): 123-130.
- [2] 邢延峰, 王鹏杰, 曹胜, 等. 秸秆焚烧对哈尔滨市灰霾天气的影响[J]. 中国环境监测, 2017, 33(3): 87-93.
- [3] 杨和辰, 张丹, 楚宝临, 等. 青藏高原典型城市拉萨市大气颗粒物污染源成分谱建立研究与特征分析[J]. 中国环境监测, 2017, 33(6): 46-54.
- [4] Suhas, Gupta V K, Carrott P J M, et al. Cellulose: A review as natural, modified and activated carbon adsorbent[J]. Bioresource Technology, 2016, 216(9): 1066-1076.
- [5] Al-Majed A A, Adebayo A R, Hossain M E. A sustainable approach to controlling oil spills[J]. Journal of Environmental Management, 2012, 113: 213-227.
- [6] Tu L, Duan W, Xiao W, et al. Calotropis gigantea fiber derived carbon fiber enables fast and efficient absorption of oils and organic solvents[J]. Separation and Purification Technology, 2018, 192: 30-35.
- [7] Yang S, He W T, Fu Y, et al. A bio-based coating onto the surface Populus fiber for oil spillage cleanup applications[J]. Industrial Crops and Products, 2017, 98: 38-45.
- [8] Brandao P C, Souza T C, Ferreira C A, et al. Removal of petroleum hydrocarbons from aqueous solution using sugarcane bagasse as adsorbent[J]. Journal of Hazardous Materials, 2010, 175(1/2/3): 1106-1112.
- [9] Khan E, Virojnagud W, Ratpukdi T. Use of biomass sorbents for oil removal from gas station runoff[J]. Chemosphere, 2004, 57(7): 681-689.

- [10] Peng D, Lan Z, Guo C, et al. Application of cellulase for the modification of corn stalk: Leading to oil sorption[J]. *Bioresource technology*, 2013, 137: 414-418.
- [11] Silvani L, Vrchotova B, Kastanek P, et al. Characterizing Biochar as Alternative Sorbent for Oil Spill Remediation[J]. *Scientific Reports*, 2017, 7: 43912. DOI: 10.1038/srep43912.
- [12] Guilharduci V V d S, Martelli P B, Gorgulho H d F. Efficiency of Sugarcane Bagasse-based Sorbents for Oil Removal from Engine Washing Wastewater[J]. *Water Science and Technology*, 2017, 75(1): 173-181.
- [13] Nor A Y, Hayati M, Emilia A M, et al. Esterified Coconut Coir by Fatty Acid Chloride as Biosorbent in Oil Spill Removal[J]. *Bioresources*, 2015, 10(4): 8025-8038.
- [14] Ibrahim S, Ang H M, Wang S. Removal of emulsified food and mineral oils from wastewater using surfactant modified barley straw[J]. *Bioresource Technology*, 2009, 100(23): 5744-5749.
- [15] Sidiras D, Batzias F, Konstantinou I, et al. Simulation of autohydrolysis effect on adsorptivity of wheat straw in the case of oil spill cleaning[J]. *Chemical Engineering Research and Design*, 2014, 92(9): 1781-1791.
- [16] Yang S, Ding W, Chen H. Enzymatic hydrolysis of corn stalk in a hollow fiber ultrafiltration membrane reactor[J]. *Biomass and Bioenergy*, 2009, 33(2): 332-336.
- [17] Hussein M, Amer A A, El-Maghraby A, et al. A comprehensive mcharacterization of corn stalk and study of carbonized corn stalk in dye and gas oil sorption[J]. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2009, 86(2): 360-363.
- [18] Li D, Zhu F Z, Li J Y, et al. Preparation and Characterization of Cellulose Fibers from Corn Straw as Natural Oil Sorbents[J]. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2013, 52(1): 516-524.
- [19] Ghose T K. Measurement of cellulase activities[J]. *Pure and Applied Chemistry*, 1987, 59(2): 257-268.
- [20] Soest P J V. Development of a Comprehensive System of Feed Analyses and its Application to Forages[J]. *Journal of Animal Science*, 1967, 26: 119-128.
- [21] 张思文, 党志, 彭丹, 等. $H_2O_2/NaOH$ 改性玉米秸秆制备石油吸附剂的实验研究[J]. *农业环境科学学报*, 2011, 30(11): 2384-2388.
- [22] Shi J, Chinn M S, Sharma-Shivappa R R. Microbial pretreatment of cotton stalks by solid state cultivation of *Phanerochaete chrysosporium*[J]. *Bioresource Technology*, 2008, 99(14): 6556-6564.
- [23] Zheng L, Dang Z, Zhu C, et al. Removal of cadmium(II) from aqueous solution by corn stalk graft copolymers[J]. *Bioresource Technology*, 2010, 101(15): 5820-5826.

Study on preparation of oil sorbent by solid-state fermentation

Peng Dan¹, Zheng Liuchun², Li Jinghua³

(1. School of Traffic & Environment, Shenzhen Institute of Information Technology, Shenzhen 518172, China;

2. School of Chemistry and Environment, South China Normal University, Guangzhou 510006, China;

3. School of Environment, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: A large volume of petroleum hydrocarbons coming from a variety of sources, human activities in the oil exploration, production, transportation and storage of petroleum, has been emitted into the environment and threatens the health of humans. A biodegradable oil-sorbent from corn stalk was prepared based on the technology of solid-state fermentation with *Aspergillus niger*, that would provide a new thought for employing a wider range of biomaterials to adsorb oil from contaminated environment. Results showed that the maximum sorption capacity of crude oil by modified corn stalk was up to 14.28 g/g, after the corn stalk was treated by *Aspergillus niger* at 35 °C, while that by the original corn stalk was 4.89 g/g. Measurement of fiber components was employed and the structure changes of modified corn stalk were analyzed. Meanwhile, sorption performance of modified corn stalk was tested. Results showed that a negative correlation between oil absorption capacity and dosages of material, and it could reach the absorption equilibrium about ten minutes. Therefore, corn stalk modified by technology of solid-state fermentation is an efficient and environment-friendly sorbent for removal of spilled oil.

Keywords: corn stalk; oil spill; adsorption; solid state fermentation; modification