

The Invention of PVA-Gel Beads for Immobilized Microorganism Technology

Shixiang Li, Zhe Zhao*, Junkun Huang, Shuqian Yang, Liu Cao, Bin Zhao

School of Resources and Materials, North Eastern University of Qinhuangdao, Qinhuangdao Hebei
Email: *zhaozhe1980@163.com

Received: Jan. 7th, 2019; accepted: Feb. 6th, 2019; published: Feb. 13th, 2019

Abstract

Immobilized microorganism technology is a new and efficient wastewater treatment technology. It adds vitality to the application of microorganisms. The selection of microbial carrier material determines the application efficiency of immobilized microorganism technology. PVA-gel beads are characterized by high stability and low cost among many carrier materials. Also it has been used in many wastewater treatment projects. This text produces the process of preparing gel pellets by PVA-boric acid chemical cross-linking. In this experiment, we used the mixed solution with a PVA concentration of 7% and sodium alginate concentration of 1%. The mixed solution was dropped into the standard boric acid solution containing 2% anhydrous calcium chloride cross-linking agent and cross-linked for 3 h. The gel pellets were obtained by cold storage after running-washing and had good bacterial adsorption performance.

Keywords

Immobilized Microorganism Technology, PVA, Gel Bead, The Preparation Process

一种用于固定化微生物技术的PVA凝胶小球的制备

李诗香, 赵喆*, 黄俊坤, 杨书乾, 曹 鑒, 赵 斌

东北大学秦皇岛分校, 资源与材料学院, 河北 秦皇岛
Email: *zhaozhe1980@163.com

收稿日期: 2019年1月7日; 录用日期: 2019年2月6日; 发布日期: 2019年2月13日

*通讯作者。

文章引用: 李诗香, 赵喆, 黄俊坤, 杨书乾, 曹鑒, 赵斌. 一种用于固定化微生物技术的 PVA 凝胶小球的制备[J]. 环境保护前沿, 2019, 9(1): 34-37. DOI: 10.12677/aep.2019.91006

摘要

固定化微生物技术作为一种新兴、高效的废水处理技术，为微生物的应用增添了活力。微生物载体材料的选取决定了固定化微生物技术的应用效率，PVA凝胶小球在众多载体材料中有着稳定性高、成本低廉等特点，已在众多废水处理工程中得到应用。本文介绍了PVA-硼酸化学交联法制备凝胶小球的过程，配制浓度为7% PVA，1%海藻酸钠的混合溶液，将混合溶液滴入含2%无水氯化钙交联剂的标准硼酸溶液中交联固化3 h，润洗后冷藏得到凝胶小球，具有良好的吸附细菌的性能。

关键词

固定化微生物技术，PVA，凝胶小球，制备过程

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国的发展现状决定了加快污水处理成为当前的紧要任务之一。当前污水治理常用方法包括化学法、物理法、物化法、生物法四大类[1][2]，本篇文章介绍了生物法当中的固定化微生物技术。

固定化微生物技术起源于上世纪60年代，该技术是运用物理-化学方式将微生物固定在载体材料上，并将其限制在特定空间区域内高度富集，以达到处理废水作用的一种新型生物处理技术，因为其固废分离效果好、稳定性强、污泥产量少等特点，该技术成为废水处理的研究热点之一[3]。

固定化微生物技术可以解决当前景观水处理的填充床和流化床反应器的相关不足和缺点，能够高效地处理小规模的生活污水，比如一般高浓度有机废水、印染废水、含氮废水、难降解有机废水等其它废水[4]。与传统污水处理方法相比，固定化微生物技术将菌种固定在载体材料内，起到与污水分隔的作用，提高了菌种的使用效率，该项技术也因此被誉为二十一世纪最有潜力的污水处理技术之一[5]。

固定化载体的选取直接决定了该技术的效率。好的载体应具备稳定性强、来源广、成本低、对微生物无毒害作用、使用时间长等特点[6]。聚乙烯醇(PVA)形成凝胶时可将微生物包埋在凝胶内部从而达到固定微生物的目的，近年来受到广泛关注。日本某公司改良了传统PVA载体，在此基础上研发了PVA凝胶小球处理生活污水，并投入市场应用。不仅如此，日本还将PVA凝胶小球应用到冶金、制药、造纸等领域[7]。近几年来，PVA小球制备的研究工作在我国有所起步，但其批量化生产与在废水处理中还未见报道[8]。

本文主要采用PVA-硼酸化学交联法，以聚乙烯醇(PVA)和海藻酸钠(SA)作为固定化载体，经过物理化学反应，制得性能良好的凝胶小球。

2. 实验部分

2.1. 试剂与仪器

聚乙烯醇(PVA): 20~99H, 工业级, 河南恒瑞化工有限公司; 硼酸: 分析纯, 天津市凯通化学试剂有限公司; 无水氯化钙: 分析纯, 天津市北方天医化学试剂厂; 海藻酸钠: 分析纯, 天津福晨化学试剂

厂；手提式压力蒸汽灭菌锅：DSX-280B，上海申安医疗器械厂；气浴恒温振荡器：HZQ-C，哈尔滨东联电子技术开发有限公司。

2.2. 制备过程

称取 7 g PVA 置于 100 ml 蒸馏水中，放入手提式压力蒸汽灭菌锅，使其溶解完全，取出后待其冷却至室温，加入 1 g 海藻酸钠，在室温下用玻璃棒搅拌使其溶解充分。另将 3 g 硼酸和 2 g 无水氯化钙放入一定量蒸馏水中使其溶解，在转移至 100 ml 容量瓶中，定容成 100 ml 具有固定浓度交联剂的硼酸标准溶液，转移至烧杯中，以便于下一步操作。

取一根 5 ml 医用针管吸取一定量 PVA 与海藻酸钠的混合液，缓慢注射使其成滴加入至含有固定浓度交联剂的硼酸标准溶液中，并不断缓慢搅拌，PVA 与海藻酸钠的混合液在含有交联剂的硼酸标准溶液中凝固成球状，得到 PVA 小球，放置交联固化 3 小时，待其沉底，取出后用蒸馏水清洗 3 到 4 次后，待其干燥后置于医用冷藏箱中冷藏 12 小时使其彻底固化，得到固定化微生物技术所需的固定化载体小球。

2.3. 实验结果

用上述浓度 PVA-硼酸化学交联法制得的 PVA 凝胶小球易于成球，呈白色、椭球状，平均直径为 3 mm。液滴进入标准硼酸交联溶液后容易互相吸引，经搅拌、静置后形成有弹性的凝胶小球(图 1)。若海藻酸钠浓度偏高，则海藻酸钠与 PVA 的混合溶液过于黏稠，易堵塞针管；若海藻酸钠浓度偏低，则液滴成球速度慢且容易粘连[9]。



Figure 1. The finished product figure of gel pellets
图 1. PVA 凝胶小球成品图

3. 展望

本文介绍了凝胶小球的制备，但对于凝胶小球的性能还没有定性定量的测定，该凝胶小球的应用有望推广至大型废水处理工艺，在微生物有效附着在该小球的基础上，能够高效、稳定的处理废水。在制备的基础上，下一步将进行测定其力学、化学性能，还会对不同浓度配比下凝胶小球的制备进行试验。

在下一步的实验中，将对凝胶小球的弹性、比表面积、压缩强度、粘度、融涨率等力学性能进行测定，采用差示扫描量热仪测试干凝胶的玻璃化转变温度，采用傅立叶变换红外光谱仪分析凝胶分子含有的特征官能团[10] [11]。进一步探究凝胶小球的性能，为凝胶小球的应用奠定基础。

本文凝胶小球采用 7%的 PVA、1%的海藻酸钠进行小球的制备，在进一步的实验中将采用不同浓度

配比的 PVA、海藻酸钠及无水氯化钙交联剂进行试验, 减小各试剂的浓度梯度, 测试出最适浓度下最佳性能凝胶小球制备方法。

凝胶小球因其优异性能, 能够被广泛应用于废水处理工艺中, 在进一步的试验中, 欲使能够净化废水的微生物附着在凝胶小球上, 在充满废水的固定化微生物净水反应器中反应, 通过测定废水净化前后的相关指标, 得出凝胶小球的附着力和该种微生物的净水性能参数。在实验室试验结果良好的基础上, 把该种 PVA 凝胶小球载体推广至市场。

4. 小结

本法使用 PVA: 硼酸化学交联法, 使用配比为 1%海藻酸钠, 7% PVA 的溶液, 加入至 2%无水氯化钙交联剂的标准硼酸溶液中, 制得的小球载体可利用其微孔结构有效地吸附微生物于其内部或表面, 具有成型速度快、弹性强、稳定性好、成本低廉等特点。将 PVA 凝胶小球应用到固定化微生物技术中, 针对不同类型废水进行生物处理研究, 是值得关注的发展趋势。

参考文献

- [1] 罗裙绮. 浅谈生物技术在水质检测与污水处理中的应用[J]. 低碳世界, 2019(1): 24-25.
- [2] 郝黎明. 给排水污水处理技术问题及处理方法探讨[J]. 低碳世界, 2019(1): 30-31.
- [3] 王健龙. 生物固定化技术与水污染控制[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 23-46.
- [4] Shen, C., Jiang, Y.Q. and Yao, Y. (2011) Model and Algorithm for Simulation of a Novel Dry-Type Shell-Tube Evaporator Used in Sewage Source Heat Pump. *International Conference on Computer Distributed Control and Intelligent Environmental Monitoring (CDCIEM)*, Changsha, 19-20 February 2011, 446-449.
<https://doi.org/10.1109/CDCIEM.2011.60>
- [5] Ting, A.S.Y., Rahman, N.H.A., Isa, M.I.H.M., et al. (2013) Investigating Metal Removal Potential by Effective Microorganisms (EM) in Alginate-Immobilized and Free-Cell Forms. *Bioresource Technology*, **147**, 636-639.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.08.064>
- [6] 王杏佳, 徐丽, 高静, 刘国际. PVA 固定化微生物凝胶小球的制备及性能研究[J]. 塑料工业, 2014, 42(2): 89-92 + 54.
- [7] 王利娜, 刘永红, 李婷, 刘磊. PVA 凝胶小球在废水生物处理工艺中的应用[J]. 工业用水与废水, 2014, 45(5): 1-4.
- [8] 胡安杨, 邢凯, 何志群, 等. 一种聚乙烯醇固定化微生物凝胶的制备方法[P]. 中国专利: CN103374560, 2013.
- [9] 谭炳琰, 储昭瑞, 吴桂荣, 骆华勇, 荣宏伟. PVA-SA 水凝胶生物载体的制备及其性能研究[J]. 广州大学学报(自然科学版), 2018, 17(2): 81-87.
- [10] 李贤玉, 叶林. 污水处理用聚乙烯醇凝胶的制备及结构与性能[J]. 环境化学, 2010, 29(2): 305-309.
- [11] 秦承玲, 欧康康, 董霞, 嵇锡南, 何瑾馨. 海藻酸钙/聚乙烯醇水凝胶的制备及其性能[J]. 材料科学与工程学报, 2018, 36(5): 739-744.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5485, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: aep@hanspub.org