

啤酒酵母菌吸附铀规律研究

李显利, 柳建祥

(南华大学 城市建设学院, 湖南 衡阳 421001)

摘要: 研究了啤酒酵母菌对铀的生物吸附规律, 结果表明, 啤酒酵母菌是一种对铀吸附良好的吸附剂, 铀起始质量浓度为 10.0 mg/L 时, 吸附率可达到 98.6%; 吸附最佳的 pH 值范围为 4~6; 吸附等温线符合 Langmuir 和 Freundlich 模型, 但 Freundlich 模型更好, 相关系数达 0.998 3, 使用浓度为 0.1 mol/L NaHCO₃ 作为解析剂时, 铀的解析率为 94.2%。

关键词: 啤酒酵母菌; 生物吸附; 铀; 解析

中图分类号: TQ920.9; TL212.3

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2008)04-0082-03

Study on the Law of Biosorption Uranium by Saccharomyces Cerevisiae

Li Xianli, Liu Jianxiang

(School of Urban Construction, University of South China, Hengyang Hunan 421001, China)

Abstract: The biosorption rule for uranium of *Saccharomyces cerevisiae* has been studied, which shows the 98.6% adsorption efficiency for uranium of *saccharomyces cerevisiae* has been attained in the case of 10.0mg/L of uranium for concentration quality. The uranium adsorbility is closely in connection with its pH value of which the best rang is from 4.0 to 6.0 and the adsorption pattern of uranium on *saccharomyces cerevisiae* is consistent with Langmuir and Freundlich isotherm. Comparing with these two, the Freundlich model is better with correlation coefficient of 0.9983. Then resolution efficiency for uranium is 94.2% when it attained with 0.1mol/LNaHCO₃.

Key words: *Saccharomyces cerevisiae*; Biosorption; Uranium; Resolution

铀及其化合物是核工业中的重要原料。铀的生产过程和尾矿坝会产生大量含铀废水, 这些放射性废水对生态环境和人类健康危害极大, 如果任其排入周围环境中, 会造成极其严重的后果。

近年来, 一种新的处理放射性废水的方法——生物吸附法, 以其高效、廉价的优点引起了环境工作者的重视。与传统方法相比, 生物吸附法有如下优点^[1,2]: 在低浓度下, 金属可以选择性地去除; 节能、效率高; 操作的 pH 值和温度范围宽; 吸附剂易于再生回收利用。因此, 生物吸附技术在处理重金属污染和回收利用方面, 有着广泛的应用前景。

本文通过具体的试验, 初步探讨了啤酒酵母菌吸附铀和解析铀的规律。

1 材料和方法

1.1 主要试验材料

啤酒酵母菌, 购置于衡阳啤酒厂, 铀基准试剂 U₃O₈, 购于核工业 272 厂。

1.2 主要仪器

恒温振荡培养器 (LRH-250, 广东医疗器械厂)、高速离心机 (TG-16, 长沙英泰有限公司)、精密酸度计 (pHS-3C, 上海雷磁仪器厂) 等。

1.3 实验方法

定量吸取已知浓度的铀溶液 250 mL 于锥形瓶中, 加入定量的啤酒酵母灭活菌体, 根据不同条件, 在恒温振荡培养器中进行振荡吸附, 并离心过滤, 取上清

液, 分析吸附后溶液中铀质量浓度的变化。(用三氯化钛还原/钒酸铵氧化滴定法测定水样中铀的质量浓度)^[3]。

1.4 金属离子吸附率 Q

金属离子吸附率 Q 的计算式为:

$$Q(\%) = 100 \times (C_0 - C) / C_0,$$

上式中: C_0 为溶液中金属离子的起始质量浓度, 单位为 mg/L;

C 为吸附后溶液中金属离子的质量浓度, 单位为 mg/L。

1.5 吸附等温线

以 Langmuir 等温吸附方程^[4]和 Freundlich 等温吸附方程^[4]拟合啤酒酵母菌对铀的吸附过程。

Langmuir 等温吸附方程为:

$$\frac{C_{eq}}{Q} = \frac{1}{aQ_{max}} + \frac{C_{eq}}{Q_{max}} \quad (1)$$

Freundlich 等温吸附方程为:

$$\ln Q = \ln k + \frac{\ln C_{eq}}{n} \quad (2)$$

式(1)、(2)中: Q 为平衡时的铀吸附量, 单位为 mg/g;

C_{eq} 为平衡时的铀质量浓度, 单位为 mg/L;

Q_{max} 为 Langmuir 等温吸附方程常数, 表征理论饱和吸附量, 单位为 mg/g;

a 为 Langmuir 等温吸附方程常数, 表征吸附剂与吸附质的亲合力, 单位为 L/mg;

k 、 n 为 Freundlich 等温吸附方程的经验常数。

2 结果和讨论

2.1 溶液 pH 值对啤酒酵母吸附铀的影响

实验条件: 铀的起始质量浓度为 20.00 mg/L, 啤酒酵母菌投加量为 4.0 g/L, 反应时间为 15 min, 温度为 25 °C。

许多研究表明^[5,7], 吸附系统的 pH 值是影响吸附剂吸附重金属的重要因素。考察溶液 pH 值对吸附铀的影响, 当溶液 pH 值为 2.00、3.00、4.00、5.00、6.00 和 7.00 的条件下, 啤酒酵母菌吸附铀的实验结果见图 1。

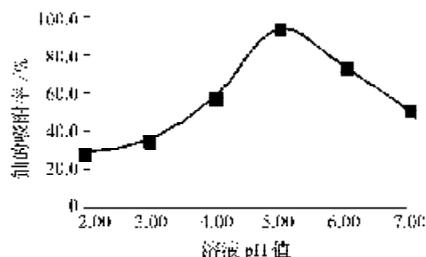


图 1 溶液 pH 值对啤酒酵母菌吸附铀的影响

Fig. 1 Effect of pH value on adsorption efficiency of uranium

由图 1 可知, 灭活啤酒酵母菌吸附铀时, 溶液最佳的 pH 值范围为 4~6, 此时铀吸附率可达 93.3%。

2.2 啤酒酵母菌投加质量浓度对吸附铀的影响

实验条件: 铀起始质量浓度为 20.00 mg/L, 啤酒酵母菌投加质量浓度分别为 0.5、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 和 6.0 g/L, 反应时间为 15 min, 温度为 25 °C, 溶液 pH 为 5.00。

溶液中投加的酵母菌质量浓度对吸附铀的影响结果见图 2。

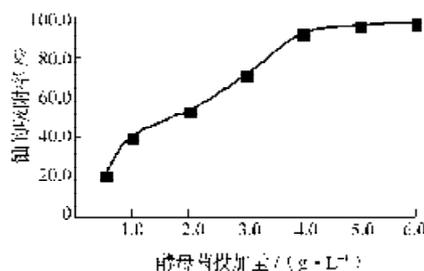


图 2 溶液中啤酒酵母菌质量浓度对吸附铀的影响

Fig. 2 Effect of initial concentration of Saccharomyces cerevisiae on adsorption efficiency of uranium

结果表明, 当溶液中啤酒酵母菌质量浓度从 0.5 g/L 增加到 4.0 g/L 时, 酵母菌对溶液中铀的吸附率从 21.34% 逐渐上升到 92.44%。

2.3 铀起始质量浓度对铀的吸附率影响

实验条件: 啤酒酵母菌用量为 4.0 g/L, pH 为 5.00, 反应时间为 15 min, 温度为 25 °C, 不同铀起始质量浓度对铀吸附率的影响结果见图 3。

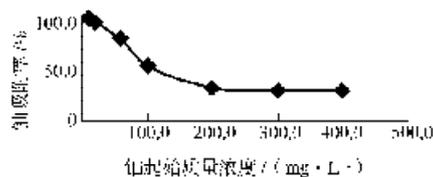


图 3 铀起始质量浓度对吸附率的影响

Fig. 3 Effect of initial concentration of uranium on adsorption efficiency of uranium

由图 3 可见, 随着溶液中铀起始质量浓度的降低, 啤酒酵母菌对铀的吸附率增加, 在铀起始质量浓度为 10.0 mg/L 时, 啤酒酵母的吸附率可达到 98.6%, 这说明铀起始质量浓度低时, 啤酒酵母菌对铀的吸附效果更好。

2.4 吸附等温线

在 298 K 的恒温条件下, 以 Langmuir 和 Freundlich 等温吸附方程拟合啤酒酵母菌对铀的吸附过程。拟合曲线见图 4、图 5。结果表明, 用 Langmuir 和 Freundlich 等温吸附方程拟合均有较好的相关性, 相关系数分别为 0.994 9 和 0.998 3, Freundlich 等温吸附方程拟合效果更好些, 这说明啤酒酵母菌吸附铀不是简单的单分子层吸附。

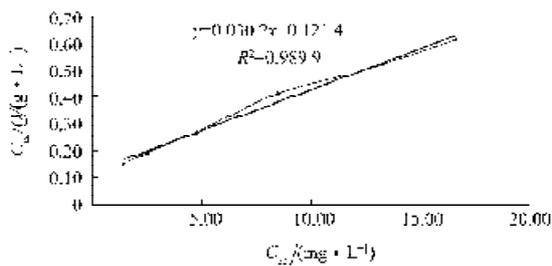


图4 Langmuir 吸附等温线

Fig. 4 Langmuir adsorption isotherm

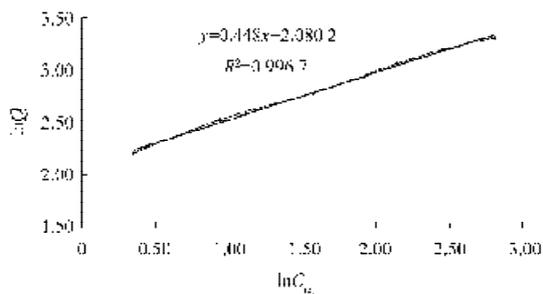


图5 Freundlich 吸附等温线

Fig. 5 Freundlich adsorption isotherm

2.5 解析实验

对吸附铀后的啤酒酵母菌用浓度均为 0.1 mol/L 的 NaHCO_3 、 HCl 和 EDTA 进行解析实验^[8], 结果见表 1。

表 1 解析实验结果

Table 1 The experimental results by resolution

解析剂	NaHCO_3	HCl	EDTA
解析率 / %	94.2	73.2	54.8

注: 解析剂的浓度为 0.1 mol/L, 解析时间为 15 min。

结果表明, 使用 0.1 mol/L NaHCO_3 作为解析剂时, 解析 10 min 可解析出 94.2 % 的吸附铀, 解析效果最佳。

3 结论

1) 啤酒酵母菌是一种对铀吸附良好的吸附剂。啤酒酵母菌对低起始质量浓度的铀吸附效果更好, 铀起始质量浓度为 10.0 mg/L 时, 吸附率可达到 98.6 %。

2) 啤酒酵母菌对铀的吸附与溶液 pH 值有关, 最佳的 pH 值范围是 4 ~ 6, 铀的吸附率达 93.3 %。

3) Langmuir 和 Freundlich 等温吸附方程拟合啤酒酵母菌吸附铀的过程均有较好的相关性, 相关系数分别为 0.994 9 和 0.998 3, Freundlich 等温吸附方程拟合效果更好些, 说明啤酒酵母菌吸附铀不是简单的单分子层吸附。

4) 使用 0.1 mol/L NaHCO_3 作为解析剂时, 铀解析率达 94.2 %。

参考文献:

- [1] David Kratochvil, Bohumil Volesky. Biosorption of Cu from ferruginous waste water by algaebiomass[J]. WatRes, 1998, 32(9): 2760-2768.
- [2] 陈明, 甘一如. 重金属的生物吸附[J]. 化学工业与工程, 1999, 5(6): 34-43.
- [3] EJ/T 267.3-1984, 铀矿石中铀的测定 三氯化钛还原/钼酸铵氧化滴定法[S].
- [4] Groudev S N, Bratcova S G, Komnitsas K. Treatment of waters polluted with radioactive elements and heavy metals by means of a laboratory passive system[J]. Materials Engineering, 1999, 12 (3): 261-270.
- [5] 刘瑞霞, 潘建华, 汤鸿霄. $\text{Cu}(\text{II})$ 离子在 *Micrococcus luteus* 细菌上的吸附机理[J]. 环境化学, 2002, 21 (1): 50-55.
- [6] Yin Pinghe, Yu Qiming, Jin Bo, et al. Biosorption removal of cadium from aqueous solution by using pretreated funga biomass cultured from starch waste water[J]. Watres, 1999, 33(8): 1960-1963.
- [7] 谭红, 李福德. 利用酵母细胞快速富集溶液中的铀[J]. 工业微生物, 1992, (卷期不详), 22-26.
- [8] JACOB A, MARINSKY, YIZHAK MARCUS. ION EXCHANGE AND SOLVENT EXTRACTION[J]. Marcel Dekker INC, 1974, 6: (起止页码不详).

(责任编辑: 廖友媛)