

离子交换与吸附, 2003, 19(3): 277 ~ 281  
ION EXCHANGE AND ADSORPTION  
文章编号: 1001-5493(2003)03-0277-05

## 6-氨基青霉烷酸在弱碱性阴离子树脂 IRA67 上的吸附研究\*

曾碧榕<sup>1</sup> 廖志楠<sup>2</sup> 夏海平<sup>2</sup> 丁马太<sup>2</sup> 何旭敏<sup>2\*\*</sup> 蓝伟光<sup>2</sup>

1 厦门大学化学系, 厦门 361005

2 厦门大学材料科学与工程系, 厦门 361005

摘要: 用静态法研究了 6-氨基青霉烷酸在弱碱性阴离子交换树脂 IRA67 上的吸附行为。在溶液 pH 为 8.0, 6-APA 起始浓度介于 3.00mg/ml~20.00mg/ml 条件下, 测定了 25 时 IRA67 树脂的静态交换动力学曲线、吸附等温线, 并求得了 IRA67 树脂的平衡速率常数及吸附等温线方程。分别用 Langmuir 型和 Freundlich 型方程对 IRA67 树脂吸附等温线进行线性回归拟合, 结果表明, 6-APA 在 IRA67 树脂上的吸附更符合 Langmuir 型吸附。

关键词: 6-氨基青霉烷酸; IRA67 弱碱性阴离子树脂; Langmuir 吸附; 吸附等温线

中图分类号: O647.3 文献标识码: A

### 1 前言

6-氨基青霉烷酸 (6-APA) 是青霉素分子的母核, 是生产各种半合成青霉素的重要中间体。虽然 6-APA 本身抗菌活性很低, 无实用价值, 但是它作为半合成青霉素的原料却具有重要的意义<sup>[1]</sup>。传统采用溶剂萃取法和膜法提取 6-APA 以提高 6-APA 的结晶纯度。但是溶剂萃取法中 6-APA 降解损失严重, 而目前膜法的成本较高。我们拟采用树脂法工艺提取 6-APA, 因此研究了树脂对 6-APA 的吸附行为, 这对利用树脂法有效地提取 6-APA 具有很大的指导意义。在弱碱性条件下, 弱碱性阴离子交换树脂对 6-APA 的吸附率较高, 本文就 IRA67 树脂对 6-APA 的静态吸附性能进行了探讨。

### 2 实验部分

#### 2.1 主要药品及仪器

IRA67 凝胶型丙烯酸系弱碱性阴离子交换树脂 (美国罗门哈斯公司); 6-APA 晶体 (江西东风制药厂提供); HPLC 高效液相色谱仪 (美国 Waters Maxima 系统)。

\* 收稿日期: 2002 年 12 月 4 日

项目基金: 福建省科技重点项目(2000-I-015)、教育部科技重点项目(00076)、福建省青年科技人才创新项目(2001-J-056)

作者简介: 曾碧榕(1978-), 女, 福建省人, 助教

\*\*通信联络人: Tel: (0592)2184520, E-mail: hejin@xmu.edu.cn

### 2.2 6-APA 的分析方法

高效液相色谱法<sup>[2-3]</sup>

### 2.3 实验方法

1. 配制 5 种不同浓度的 6-APA 水溶液 ,浓度分别为 3.00mg/ml ,7.00mg/ml ,11.00mg/ml , 15.00mg/ml , 20.00mg/ml。氨水调节溶液 pH 为 8.0 左右。

2. 分别量取 5 份 15ml 经预处理后的 IRA67 湿树脂 ,放入 100ml 上述 5 种 6-APA 溶液中 ,搅拌并计时 ,每隔一段时间取样分析 ,测定溶液的浓度。

### 1.4 计算方法

树脂吸附量  $q = (C_0 - C_t) \times V/W$

平衡时树脂吸附量  $q_e = (C_0 - C_e) \times V/W$

式中  $q$  : 吸附量 (mg/ml 湿树脂) ;  $C_0$  : 溶液起始浓度 (mg/ml) ;  $V$  : 6-APA 溶液体积 (ml) ;  $W$  : 树脂的量 (ml) ;  $C_t$  :  $t$  时刻液相中 6-APA 的浓度 (mg/ml) ;  $C_e$  : 平衡时液相中 6-APA 的浓度 (mg/ml)。

## 2 结果与讨论

### 2.1 吸附曲线 (静态交换动力学曲线)

吸附剂在液相中进行吸附时 ,严格说来 ,实质是溶剂与被吸附组分对吸附剂的“竞争” ,当溶剂的吸附作用可忽略时 ,按照单组分吸附来处理。吸附曲线 (静态交换动力学曲线) 是表征树脂对被吸附组分的吸附量随时间变化的情况。

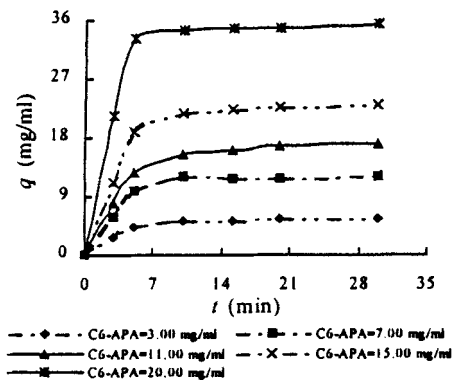


图 1 IRA67 树脂对不同浓度 6-APA 溶液的吸附动力学曲线

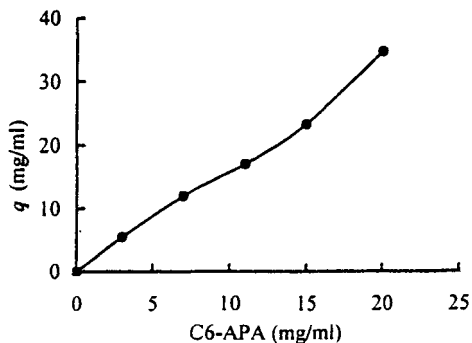


图 2 IRA67 树脂吸附量随 6-APA 溶液浓度变化的关系图

本研究采用 IRA67 树脂对不同浓度的 6-APA 水溶液进行静态吸附实验。以吸附量对时间作图, 得到 IRA67 树脂对不同浓度 6-APA 的吸附动力学曲线。

选取  $C_{6-APA}=11.00\text{mg/ml}$  的样品进一步分析, 吸附过程的数据结果见表 1 所示。如果吸附过程以液膜扩散速率控制为主, 采用液膜扩散方程  $-\ln[(C-C_e)/(C_0-C_e)]=kt$  进行模拟, 以  $-\ln[(C-C_e)/(C_0-C_e)]$  对  $t$  作图 (图 3)。图 3 中  $-\ln[(C-C_e)/(C_0-C_e)]$  与  $t$  呈线性关系, 说明吸附过程中 6-APA 分子的扩散属于液膜扩散速率控制模型, 符合液膜扩散方程。图 3 中直线的斜率即是 IRA67 树脂吸附的平衡速率常数,  $k=0.1948\text{min}^{-1}=3.25\times 10^{-3}\text{s}^{-1}$ 。

表 1 IRA67 树脂对  $C_{6-APA}=11.00\text{mg/ml}$  溶液的吸附实验结果

$t$ (min)	0	3	5	10	15	20	30
$C$ (mg/ml)	11.00	9.80	9.09	8.66	8.56	8.50	8.46
$-\ln[(C-C_e)/(C_0-C_e)]$	0	0.63	1.38	2.66	3.10	3.93	5.54

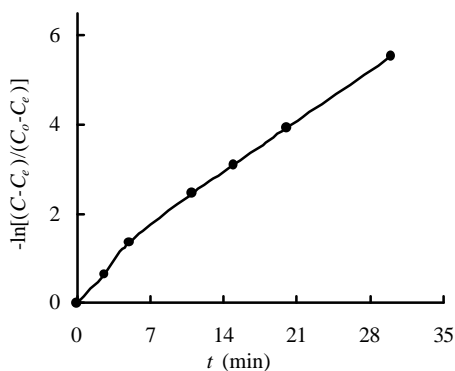


图 3  $-\ln[(C-C_e)/(C_0-C_e)]\sim t$  之间的关系

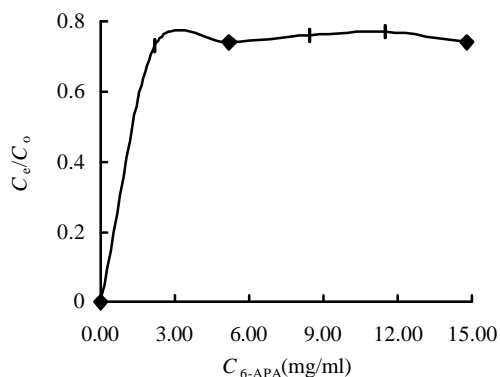


图 4 IRA67 树脂吸附等温线 ( $C_e/C_0\sim C$ )

## 2.2 吸附等温线 (静态平衡吸附等温曲线)

取一系列浓度的 6-APA 水溶液在室温下进行吸附实验,  $C/C_0$  对溶液平衡浓度作图得到吸附等温线 (图 4)。结果数据见表 2 所示。

表 2 IRA67 树脂吸附热力学实验结果

起始浓度 $C_0$ (mg/ml)	平衡浓度 $C_e$ (mg/ml)	吸附量 $q$ (mg/ml)	$1/C_e$	$1/q$	$\ln q$	$\ln C_e$	$C_e/C_0$
0	0	0					0
3.00	2.18	5.50	0.46	0.18	1.70	0.78	0.73
7.00	5.20	12.00	0.19	0.08	2.48	1.65	0.74
11.00	8.45	17.00	0.12	0.06	2.83	2.13	0.76
15.00	11.50	23.30	0.09	0.04	3.15	2.44	0.77
20.00	14.80	34.60	0.07	0.03	3.54	2.69	0.74

从图4中明显看出IRA67树脂的吸附等温线符合Langmuir等温线型且是优惠吸附。为进一步验证该结果,我们分别用Langmuir式和Freundlich式对表2中实验结果进行线性回归。方法如下<sup>[4]</sup>:将Langmuir式和Freundlich式化为线性方程,即 $1/q=K/C+q_m$ 和 $\ln q=\ln K+(1/n)\ln C$ ,然后再用最小二乘法进行线性回归。分别以 $1/q$ 对 $1/C$ 、 $\ln q$ 对 $\ln C$ 作图。

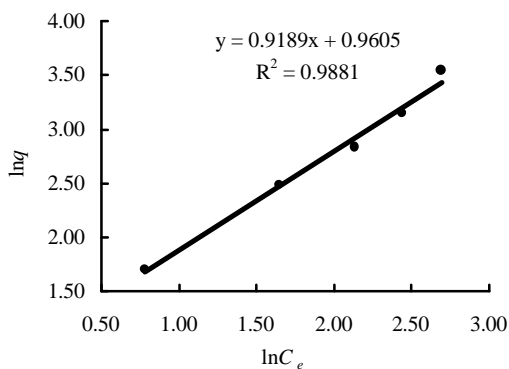
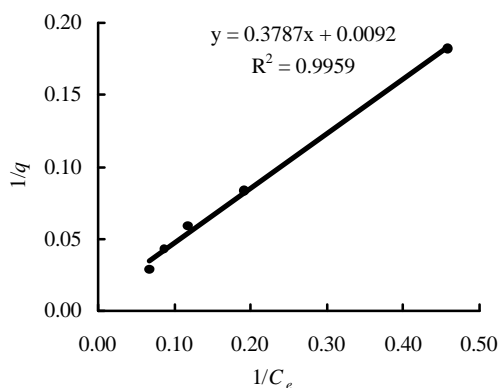


图5 IRA67吸附等温线性回归(Langmuir型) 图6 IRA67吸附等温线性回归(Freundlich型)

从上述两个等温线的线性拟合图(图5、图6)可以看出,无论是Langmuir式还是Freundlich式的线性拟合,其结果均为理想。但从直线相关系数 $R$ 来看, $R_{(L)}=0.9959 > R_{(F)}=0.9881$ 说明用Langmuir式拟合更合适。这表明,6-APA分子在IRA67树脂上以单分子形态呈单层吸附。

根据Langmuir吸附等温线,图5的直线方程为: $1/q=0.3787C^{-1}+0.0092$ 。即6-APA在IRA67树脂上的吸附等温式为: $q=C/(0.3787+0.0092C)$

### 3 结 论

从吸附等温线和线性回归上验证了IRA67树脂对6-APA的吸附符合Langmuir吸附模型,IRA67树脂对6-APA吸附的Langmuir吸附等温式为 $q=C/(0.3787+0.0092C)$ 。

### 参考文献

- [1] 王晓丽, 沈阳化工 [J], 1995, 3: 38
- [2] Adlard M. W., Gordong B. M., Keshavard T., et al., *Biotechnol. Tech.* [J], 1991, 5(2): 121
- [3] 王秀英, 分析测试学报 [J], 1995, 14(4): 79
- [4] 李剑君, 李稳宏, 高新等, 西安交通大学学报 [J], 2000, 34(4): 78

## STUDY OF THE ADSORPTION OF 6-AMINOPENICILLANIC ACID ON IRA67 WEAK BASIC ANION EXCHANGE RESIN

ZENG Birong<sup>1</sup> LIAO Zhinan<sup>2</sup> XIA Haiping<sup>2</sup> DING Matai<sup>2</sup>  
HE Xumin<sup>2</sup> LAN Weiguang<sup>2</sup>

*1 Department of chemistry, xiamen 361005, China*

*2 Department of material science and engineering, Xiamen University, xiamen 361005, China*

**Abstract:** The adsorption behavior of 6-aminopenicillanic acid (6-APA) on weak basic anion exchange resin IRA67 was studied. The 6-APA concentration of aqueous solution was from 3.00mg/ml to 20.00mg/ml. All experiments were carried out under 25 °C and at pH 8.0. Through static exchange experiments, static exchange kinetics curve and adsorption isotherm were measured. Further more, the expression of adsorption isothermal equation and the constant of adsorption rate were determined. The linear regression of IRA67's isotherm was done by using Langmuir equation and Freundlich equation. The result showed that the adsorption of 6-APA fitted the Langmuir model.

**Keywords:** 6-aminopenicillanic acid (6-APA); weak basic anion-exchange resin IRA67; Langmuir model; Freundlich model; adsorption isotherm.