

## 大豆蛋白废水中乳清蛋白的泡沫分离实验

杨向平, 刘元东, 秦海良, 席作家

(中国石油大学(华东)化学化工学院, 山东 东营 257061)

**摘 要:** 采用泡沫分离法回收大豆蛋白废水中蛋白, 考察了 pH 值、气体的流速、进料浓度、液柱和泡沫层高度等因素对分离效果的影响。低进气速度、高泡沫层高度、适当的 pH 值以及低进料浓度有利于较好的分离。结果表明: 当进料浓度为 0.54 g/L、pH 值为 5、泡沫层与液池高度比 4 : 1, 通气量为 15.0 L/h 时, 富集比可以达到 3.25; 当进料浓度为 0.54 g/L、pH 值为 5、泡沫层与液池高度比 3 : 1, 通气量为 15.0 L/h, 此时脱除率可以达到 48.5%。

**关键词:** 大豆蛋白; 泡沫分离; 脱除率; 富集比

中图分类号: TQ 028.3 ; X 703

文献标识码: A

文章编号: 1000-6613 (2008) 01-0092-06

## Experimental research on recovery of lactoalbumin from soy protein wastewater by foam fractionation

YANG Xiangping, LIU Yuandong, QIN Hailiang, XI Zuoja

(School of Chemistry and Chemical Engineering, China University of Petroleum, Dongying 257061, Shandong, China)

**Abstract:** The application of foam fractionation in recovery of lactoalbumin from soy protein wastewater was studied. The influence of various operation parameters was also investigated. The experimental results showed that the effect on separation was differently influenced by pH, gas velocity, initial feed concentration, pool height and foam height. Low gas velocity, high foam level, low initial concentration, and appropriate pH were the optimum conditions. The enrichment ratio could reach 3.25 when concentration of feed was 0.54 g/L, pH was 5, ratio between foam height and pool height was 4 : 1, gas velocity was 15.0 L/h. When concentration of feed was 0.54 g/L, pH was 5, ratio between foam height and pool height was 3 : 1, gas velocity was 15.0 L/h, the highest value of removal rate obtained was 48.5%.

**Key words:** soy protein; foam fractionation; removal rate; enrichment ratio

目前大豆深加工企业每天都要排放大量的乳清废水, 在典型的碱溶酸沉工艺中, 每生产 1 t 大豆分离蛋白会排放 30~50 m<sup>3</sup> 的乳清废水<sup>[1]</sup>, 数量巨大。乳清废水的成分十分复杂, 以蛋白质和低聚糖为主, 有机物浓度高, 含盐量较高, 不易处理, 极易对环境造成危害, 但同时乳清蛋白又有较高的应用价值, 比一般的大豆蛋白贵重得多。

目前, 该废水的处理方法主要有生化法、膜分离法、吸附法以及离子交换树脂法等。生化法虽然可以在一定程度上减少环境污染, 但是不能将其中的有益成分回收, 处理效果很难达标。后几种方法由于膜通量和树脂等吸附剂的中毒及再生

等问题没有妥善解决, 在工业上的推广应用受到限制<sup>[2-4]</sup>。现在, 国内的大豆加工企业基本上是把约 1/3 的乳清蛋白和可溶性糖类的混合物直接排掉。因此, 选择一种有效的分离方法对其进行处理, 从废水中回收流失蛋白质, 不但具有一定的经济效益, 其社会效益、环境效益也是十分巨大的<sup>[5]</sup>。在众多的分离方法当中, 泡沫分离法以其独特的优点脱颖而出。

泡沫分离法是以气泡作为分离介质来浓集表面

收稿日期: 2007-07-03; 修改稿日期: 2007-09-05。

第一作者简介: 杨向平 (1960—), 男, 博士, 教授。电话 0546-8391731; E-mail coworkyang@126.com。

活性物质的一种新型分离技术。分离操作的动力主要来自压缩气体,能耗相当低。分离过程中不需要添加试剂,保证了分离组分的纯净,同时也降低了成本。分离过程操作条件温和,在室温下即可进行。目前的研究进展有传质模型建立<sup>[6-8]</sup>、蛋白质单一或者多元体系的分离<sup>[9-15]</sup>、分离过程影响因素<sup>[16-20]</sup>等,但大多处于实验室阶段,具体到大豆蛋白废水处理方面的研究还不多。

本实验采用大豆分离蛋白生产企业排放的生产废水,在贴近于生产实际的情况下进行探索,力求最大限度地回收和富集大豆蛋白废水中的蛋白质。从间歇分离着手,考察影响泡沫分离效果的各种因素,分析操作参数的影响规律,并且进行正交实验,寻找适宜的的操作参数,为泡沫分离法处理乳清废水的工业应用提供一定的参考。

由于实验时间的阶段性和实验设备的局限性,本研究仅着眼于大豆蛋白废水中蛋白质的提取、富集和回收方面的工作,至于大豆蛋白废水的达标处理、BOD 和 COD 值的降低、回收后得到的大豆蛋白的进一步的处理加工以及其它成分的脱除等方面的问题,暂时不予以考察。

## 1 实验材料和方法

### 1.1 试剂

大豆乳清废水(取自山东东营万得福植物蛋白科技有限公司);实验中所用的其它试剂均为国产分析纯。

### 1.2 设备

酸度计, pH-2C 型,上海雷磁仪器厂;转子流量计, LZB-10 型,四联余姚联营公司;超级恒温槽, 501 型,上海实验仪器厂;空气压缩机, ACO-016 型,浙江森森实业有限公司;分析天平, AE200S 型,梅特勒-托利多仪器有限公司;真空泵, 2XZ-1 型,上海真空泵厂;微量凯氏定氮仪,成都科析仪器成套公司;电热套, 2XZ-1 型,浙江黄岩医疗器械厂。

### 1.3 实验装置

图 1 为间歇式泡沫分离的实验装置示意图。塔身是有机玻璃制成,高度 1360 mm,内径 36 mm,气体分布器自制。空气经压缩机压缩后,由转子流量计计量,通过气体分布器,分散成气泡由塔底通入池液。泡沫沿塔顶上升,最后流出塔顶进入收集器,残留相由塔底流出。每次实验时间持续到产生的泡沫不能从装置中溢出为止。所有实验都在室温

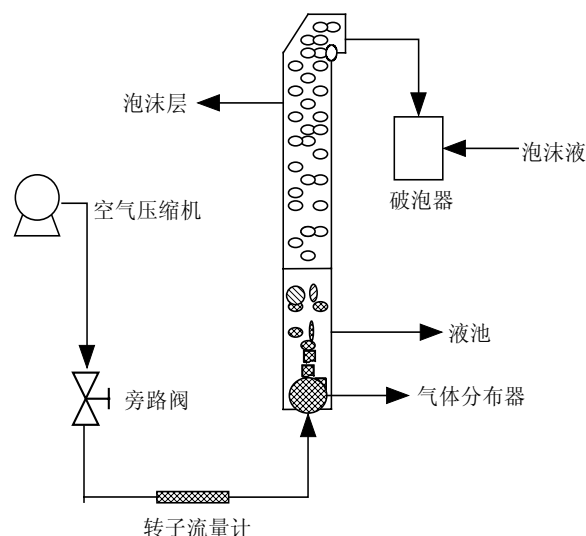


图 1 泡沫分离装置示意图

下进行。

### 1.4 实验原理

根据表面吸附的原理,当在泡沫塔内部鼓入与大豆蛋白不发生反应的气体产生气泡时,蛋白质分子可被选择性地吸附在气泡表面,随气泡上升到溶液主体上方形成泡沫层,把泡沫层和液相主体分开,将排出的泡沫消泡,即可获得泡沫液,从而达到浓缩大豆蛋白、净化液相主体的目的。

### 1.5 蛋白质的分析

蛋白质分析方法采用国标方法——凯氏定氮法(GB/T 5009.5—85)。

### 1.6 泡沫分离效果的评价

选取富集比和脱除率作为评价泡沫分离效果的指标,二者的定义如下:

$$\text{富集比 } E = c_f/c_0 \quad (1)$$

$$\text{脱除率 } R = (c_0V_0 - c_sV_s)/c_0V_0 \quad (2)$$

式中,  $c_0$ 、 $c_s$ 、 $c_f$  分别为废水初始浓度、残液浓度和泡沫相浓度, mg/L;  $V_0$  和  $V_s$  分别为废水初始体积和残液体积, L。

## 2 实验结果与讨论

### 2.1 正交实验的设计

运用正交实验对泡沫分离系统的影响因素进行正交计算,确定出系统的最佳工艺操作参数。本研究选取了进料浓度、泡沫层高度、气速和 pH 值共 4 个因素,每个因素取 4 个水平来考察各个因素对于实验的影响。正交实验的因素和水平的取值见表 1,具体安排见表 2。

表 1 正交实验各因素与水平表

| 实验水平 | 实验因素                         |      |               |                              |
|------|------------------------------|------|---------------|------------------------------|
|      | A                            | B    | C             | D                            |
|      | 进料浓度<br>/g · L <sup>-1</sup> | pH 值 | 泡沫层与液<br>池高度比 | 气体速率<br>/L · h <sup>-1</sup> |
| 1    | 0.54                         | 3    | 2 1           | 30.0                         |
| 2    | 1.08                         | 5    | 3 1           | 15.0                         |
| 3    | 0.72                         | 7    | 4 1           | 20.0                         |
| 4    | 2.16                         | 9    | 5 1           | 25.0                         |

表 2 正交实验 L<sub>16</sub> (4<sup>5</sup>) 安排表

| 实验序号 | 实验因素 |   |   |   | 富集比 <i>E</i> | 脱除率 <i>R</i> |
|------|------|---|---|---|--------------|--------------|
|      | A    | B | C | D |              |              |
| (1)  | 1    | 1 | 1 | 1 | 2.36         | 35.4%        |
| (2)  | 1    | 2 | 2 | 2 | 3.25         | 48.5%        |
| (3)  | 1    | 3 | 3 | 3 | 2.70         | 39.2%        |
| (4)  | 1    | 4 | 4 | 4 | 2.29         | 32.3%        |
| (5)  | 2    | 1 | 2 | 3 | 2.14         | 24.0%        |
| (6)  | 2    | 2 | 1 | 4 | 2.56         | 28.4%        |
| (7)  | 2    | 3 | 4 | 1 | 2.42         | 25.9%        |
| (8)  | 2    | 4 | 3 | 2 | 2.03         | 23.2%        |
| (9)  | 3    | 1 | 3 | 4 | 2.37         | 32.7%        |
| (10) | 3    | 2 | 4 | 3 | 2.82         | 37.9%        |
| (11) | 3    | 3 | 1 | 2 | 2.28         | 38.3%        |
| (12) | 3    | 4 | 2 | 1 | 2.04         | 31.8%        |
| (13) | 4    | 1 | 4 | 2 | 1.52         | 21.3%        |
| (14) | 4    | 2 | 3 | 1 | 1.82         | 29.4%        |
| (15) | 4    | 3 | 2 | 4 | 1.04         | 25.5%        |
| (16) | 4    | 4 | 1 | 3 | 1.10         | 20.2%        |

注：正交实验中第 5 列为空白列，表中未列出。

## 2.2 正交实验结果

正交实验结果见表 3 和表 4。根据统计学原理，极差 *R* 可以确定因素对指标影响的大小。极差越大，说明该因素的影响越显著。因素 A 进料浓度的极差最大（1.05 和 14.75），表明进料浓度的变化对系统的影响最大，而因素 C 泡沫层高度的极差最小（0.17 和 3.10），即泡沫层高度对于系统的影响最小。所以，影响分离效果的因素从大到小依次是：进料浓度 > pH 值 > 通气量 > 泡沫层高度。

无论是富集比还是脱除率，指标越大越好。若以 *E* 来衡量分离效果的好坏，则最佳选择如下：A1B2C3D2，即进料浓度为 0.54 g/L，pH 值=5，泡沫层与液池高度比  $H_f/H_l=4/1$ ，通气量  $G=15.0$

表 3 正交实验统计结果（以富集比 *E* 表示）

| 富集比 <i>E</i>   | A      | B      | C     | D     | 误差   |
|----------------|--------|--------|-------|-------|------|
| T <sub>1</sub> | 2.65   | 2.10   | 2.07  | 2.07  |      |
| T <sub>2</sub> | 2.29   | 2.61   | 2.12  | 2.27  |      |
| T <sub>3</sub> | 2.38   | 2.11   | 2.23  | 2.19  |      |
| T <sub>4</sub> | 1.60   | 1.86   | 2.06  | 2.06  |      |
| 极差             | 1.05   | 0.75   | 0.17  | 0.21  |      |
| 自由度            | 3      | 3      | 3     | 3     |      |
| 偏差平方和          | 3.871  | 1.254  | 0.117 | 0.084 | 0.09 |
| <i>F</i> 比     | 43.494 | 14.090 | 1.315 | 0.944 |      |
| 显著性            | 高度显著   | 显著     |       |       |      |

注：T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 分别代表实验水平为 1、2、3、4 的数据。

表 4 正交实验统计结果（以脱除率 *R* 表示）

| 脱除率            | A       | B       | C      | D      | 误差  |
|----------------|---------|---------|--------|--------|-----|
| T <sub>1</sub> | 38.85   | 28.35   | 30.57  | 30.62  |     |
| T <sub>2</sub> | 25.37   | 36.05   | 32.45  | 32.82  |     |
| T <sub>3</sub> | 35.17   | 32.22   | 31.12  | 30.32  |     |
| T <sub>4</sub> | 24.1    | 26.87   | 29.35  | 29.72  |     |
| 极差             | 14.75   | 9.18    | 3.10   | 3.10   |     |
| 自由度            | 3       | 3       | 3      | 3      |     |
| 偏差平方和          | 632.965 | 203.915 | 19.835 | 21.960 | 6.2 |
| <i>F</i> 比     | 102.174 | 32.916  | 3.202  | 3.545  |     |
| 显著性            | 高度显著    | 高度显著    |        |        |     |

注：T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub> 分别代表实验水平为 1、2、3、4 的数据。

L/h。若以 *R* 为标准，那么最优操作条件应是：A1B2C2D2 即进料浓度 0.54 g/L，pH 值 5，泡沫层与液池高度比  $H_f/H_l$  为 3/1，通气量  $G$  为 15.0 L/h。

如果以 *E* 和 *R* 共同作为评价指标，则必须综合考虑。从表 2 来看，*E* 和 *R* 较高的是编号为（2）、（3）、（10）的实验，其中编号为（2）的两组实验中 *E*、*R* 均是各自同组中最高的。综合考虑各种情况，满足这一要求的较适宜条件是进料浓度为 0.54 g/L，pH 值=5， $H_f/H_l=3/1$ ，通气量  $G=15.0$  L/h。

## 2.3 操作参数的影响及规律

为了全面地反映泡沫分离的操作运行情况和内在的操作规律，采用单因素法进一步考察操作参数对分离效果的影响，包括进料浓度、pH 值、气速、泡沫层高度等。

### 2.3.1 进料浓度的影响

进料浓度是影响分离效果的一个重要因素。从图 2 可知，随着进料浓度的增加，*E* 呈下降的趋势。当原料浓度较低时，泡沫的稳定性差，聚并程度高，内回流使吸附在气液界面之上的蛋白质又重新回到边

界层中,表面浓度随之增加,因此  $E$  较高;相反,当原料浓度较高时,溶液更易生成稳定的泡沫,聚并现象较弱,泡沫中的液体不易回流,缩短了吸附时间,降低了富集比。

由图3可以看到,  $R$  随着进料浓度的增加明显下降。当进料浓度达到  $3.8 \text{ g/L}$  时,只有 26%。在吸附平衡时,表面浓度会随主体溶液浓度的增加而增加,但浓度较高的溶液更容易生成大量的稳定的泡沫,泡沫的聚并现象较弱,使得剩余液相主体的浓度下降缓慢。这表明蛋白浓度已达其临界胶束浓度。泡沫分离过程在大于临界胶束浓度下操作时,分离效果不明显。

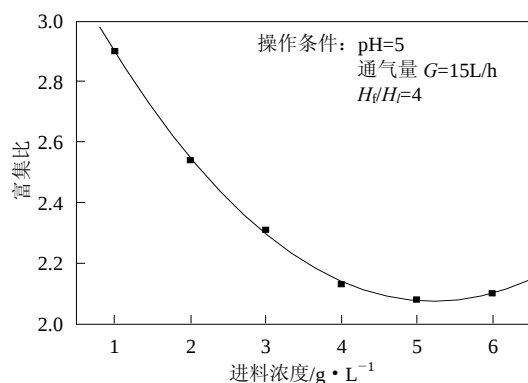


图2 进料浓度对富集比的影响

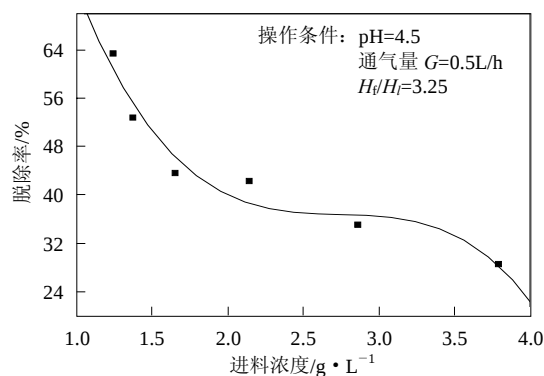


图3 进料浓度对脱除率的影响

### 2.3.2 泡沫层高度的影响

由于泡沫分离塔的高度一定,可以用泡沫高度  $H_f$  与液池高度  $H_l$  之比来表示对于分离效果的影响。如图4所示,随着  $H_f/H_l$  的不断变化,泡沫停留时间延长,增加了泡沫破碎排水,导致表面相浓度进一步提高,泡沫含水量降低,  $E$  也就相应变大。当泡沫高度较低时,泡沫中的持液量增加,传质表面积减小,使得  $R$  较低(见图5)。当  $H_f/H_l$  较高(3.0~4.0)时,液膜与交界内的液体排液充分,  $R$  基本保持不变(见图4、图5)。

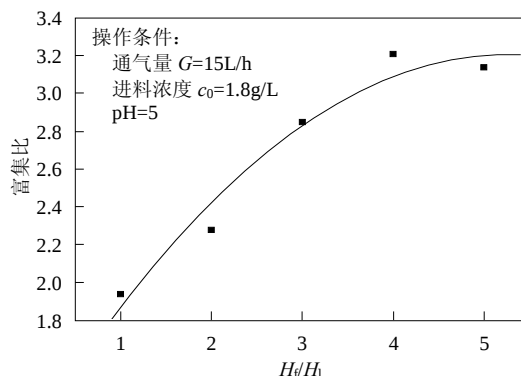


图4 泡沫层高度对富集比的影响

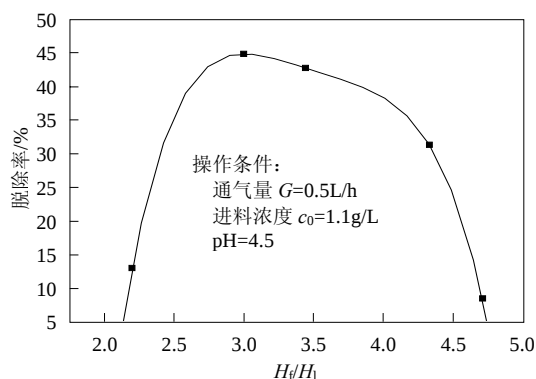


图5 泡沫层高度对脱除率的影响

### 2.3.3 pH 值的影响

溶液的pH值不同,分离的效果不同。由图6、图7

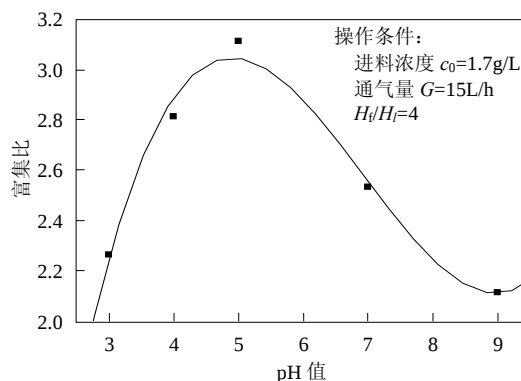


图6 pH值对富集比的影响

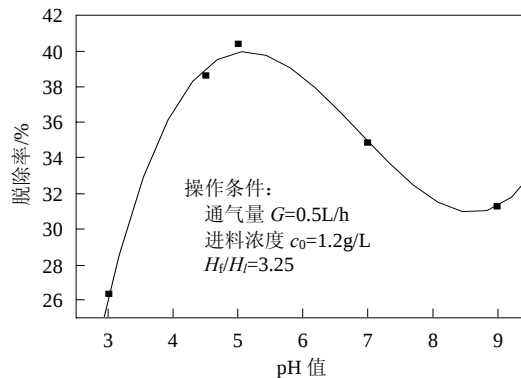


图7 pH值对脱除率的影响

可见随着溶液 pH 值的增加,蛋白质的  $E$  和  $R$  在 4.5~5.5 时达到最大,之后逐步降低。在等电点上,蛋白质具有最小的表面张力,容易生成比较稳定的泡沫。在泡沫上升过程中,聚并破裂现象有所减少,夹带量有所增加。同时,蛋白质表面活性的增大,提高了其表面浓度。两者综合作用,使得在等电点附近进行分离操作可以获得较高的  $E$  和  $R$ 。

### 2.3.4 通气量的影响

由图 8 可以看出,随着气速的增大,  $E$  呈下降趋势。开始时下降迅速,当增加到一定程度后,  $E$  随气速的下降变得较为缓慢。当气速大于 30 L/h 时,整个塔处于“沸腾”状态,达不到对蛋白质进行分离的目的。

由图 9 可以看出,在很低的气速下,由于不能在液面上方形成稳定的泡沫层,不能进行分离。随着气速的增大,单位时间内产生的气泡个数增多,总的传质面积也随着增大,进入泡沫中溶质量也增加,从而增加了脱除率。若气速过大,则泡沫中气、液两相就会形成乳化气体,不利于分离操作。总之,以上两方面互相制约,较低气速可获得浓度较高的产品,较高气速可得较大的脱除率,应根据具体需要选择合适的气速。

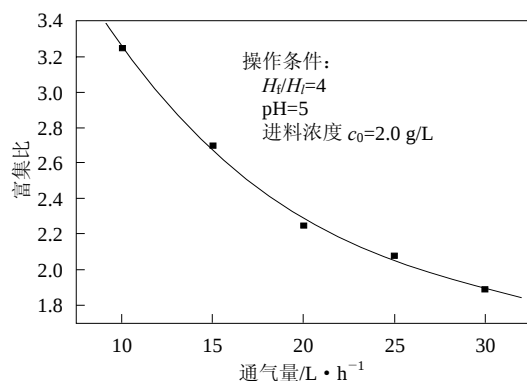


图 8 通气量对富集比的影响

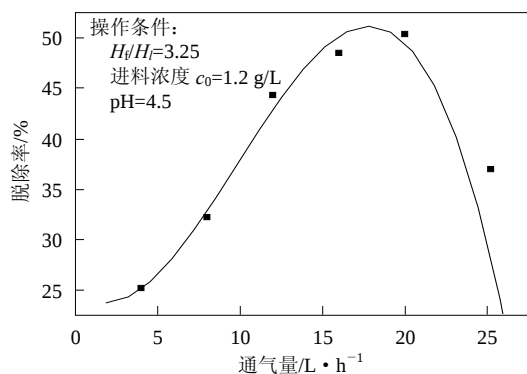


图 9 通气量对脱除率的影响

## 3 结 论

(1) 影响泡沫分离效果的主要因素有进料浓度、pH 值、气速、泡沫层高度等。较低的进料浓度和进气速度、较高的泡沫层高度、适当的 pH 值(蛋白质的等电点附近)有利于得到较好的分离效果。

(2) 在一般情况下,随着进料浓度的增加,一直到超过临界浓度(造成泡沫分离塔“沸腾”),蛋白质的富集比和脱除率都呈现下降的趋势;但是在保证泡沫分离塔的正常操作条件下,富集比和脱除率呈现此消彼涨的趋势;泡沫层高度的不断增加有利于得到较高的  $E$ ,而脱除率  $R$  在小范围内稍微持平后逐渐呈减少的趋势; $E$  和  $R$  在等电点 4.5~5.5 附近达到最大;随着气速的增大,  $E$  逐渐下降而  $R$  却呈现出增加的趋势。

(3) 通过正交实验,确定以富集比和脱除率为评价指标的操作条件。当进料浓度为 0.54 g/L, pH 值为 5, 泡沫层与液池高度比为 4:1, 通气量  $G$  为 15.0 L/h 时,  $E$  可以达到 3.25; 若以脱除率为标准,那么适宜操作条件应是: 进料浓度为 0.54 g/L, pH 值为 5, 泡沫层与液池高度比为 3:1, 通气量  $G$  为 15.0 L/h, 此时  $R$  可以达到 48.5%。

## 参 考 文 献

- [1] 刘国庆, 朱翠萍. 大孔树脂对大豆乳清废水中异黄酮的吸附特性研究[J]. 离子交换与吸附, 2003, 19(3): 229-234.
- [2] 吕斯濠, 刘力, 等. 膜技术处理大豆乳清废水的研究[J]. 哈尔滨商业大学学报, 2002, 18(6): 647-650.
- [3] 高文宏, 石彦国. 超滤法提取大豆低聚糖的研究[J]. 食品与发酵工业, 2000, 26(6): 6-10.
- [4] 袁其朋, 马润宇. 膜分离技术处理大豆乳清废水[J]. 水处理技术, 2001, 27(3): 161-163.
- [5] 刘大川. 大豆资源综合开发产业化[J]. 中国油脂, 2000, 25(6): 9-12.
- [6] 齐荣, 余兆祥, 李佟茗. 泡沫分离技术及其发展现状[J]. 辽宁化工, 2004, 33(9): 517-522.
- [7] Pilon Laurent, Viskanta Raymond. Minimum superficial gas velocity for onset of foaming[J]. Chemical Engineering and Processing, 2004, 43: 149-160.
- [8] Darton R C, Supino S, Sweeting K J. Development of a multistaged foam fractionation column[J]. Chemical Engineering and Processing, 2004, 43: 477-482.
- [9] 谭相伟, 吴兆亮, 贾永生. 泡沫分离技术在蛋白质多元体系分离中的应用[J]. 化工进展, 2004, 24(5): 510-513.
- [10] 王丰莉, 孙小梅, 李逢雨, 等. 用牛血清白蛋白泡沫提取硫酸庆大霉素[J]. 分析科学, 2005, (04): 405-407.
- [11] 王玉堂, 张佳秋, 于永, 等. 溶剂浮选法分离富集淫羊藿提取液中淫羊藿苷[J]. 分析化学, 2007, (03): 409-412.
- [12] Chan N Y, Hossain Md M, Brooks M S. A preliminary study of

- protein recovery from mussel blanching water by a foaming process[J]. *Chemical Engineering and Processing*, 2007, 46(5): 501-504.
- [13] Maruyama Hideo, Seki Hideshi, Suzuki Akira, et al. Batch foam separation of a soluble protein[J]. *Water Research*, 2007, 41(3): 710-718.
- [14] Gerken Birte M, Nicolai Andreas, Linke Diana, et al. Effective enrichment and recovery of laccase C using continuous foam fractionation[J]. *Separation and Purification Technology*, 2006, 49: 291 - 294.
- [15] Suzuki Akira, Yasuhara Kazuki, Seki Hideshi, et al. Selective Foam Separation of Binary Protein Solution by SDS Complexation Method[J]. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2002, 253: 402-408.
- [16] Lambert William D, Du Liping, et al. The effect of pH on the foam fractionation of  $\beta$ -glucosidase and cellulase[J]. *Bioresource Technology*, 2003, 87: 247-253.
- [17] Boonyasuwan Savanit, Chavadeja Sumaeth, Malakula Pomthong, et al. Anionic and cationic surfactant recovery from water using a multistage foam fractionator[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2003, 93: 241-252.
- [18] Ragab DaelDin M, Babiker Elfadil E, Eltinay Abdullahi H. Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) proteins as affected by pH and/or salt concentration [J]. *Food Chemistry*, 2004, 84: 207-212.
- [19] Du Liping, Prokop Ales, Tanner Robert D. Variation of bubble size distribution in a protein foam fractionation column measured using a capillary probe with photoelectric sensors[J]. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2003, 259: 180-185.
- [20] Csordas Andrew, Wang Jaw Kai. An integrated photobioreactor and foam fractionation unit for the growth and harvest of *Chaetoceros* spp. in open systems[J]. *Aquacultural Engineering*, 2004, 30: 15-30.

## · 技术信息 ·

### 分子筛加氢脱硫催化剂获专利

由大庆化工研究中心研制开发的一种含分子筛的加氢脱硫催化剂, 日前获得国家发明专利。实验室研究结果表明, 用该催化剂处理劣质催化柴油、焦化柴油, 产品硫含量小于 10  $\mu\text{g/g}$ , 远远低于国、国 标准对清洁柴油硫含量的要求。

随着人们环保意识的增强, 对于燃料硫含量的限制也越来越严格, 我国部分城市已于 2005 年 7 月执行欧 清洁燃油标准。为适应市场对清洁油品生产的需要, 大庆化工研究中心科研人员开始积极尝试和探索高活性的加氢脱硫催化剂。

该中心科研人员充分利用工业上传统的氧化铝载体强度高、热稳定性好及孔径分布适宜等优点, 首次引入一类适宜酸性的钛硅分子筛, 提高了复合载体的比表面积, 克服了传统氧化铝载体比表面积相对较低, 金属负载数量有限的局限性, 为进一步提高加氢催化活性提供了必要条件, 同时使孔分布更集中, 并且酸性可调。科研人员通过适当改性后, 进一步优化催化剂的结构和表面酸性质, 改善金属组分与载体之间的相互作用, 从而提高金属组分在载体上的分散度, 进而提高了馏分油加氢脱硫催化剂的催化活性。

这种高活性、含分子筛的加氢脱硫催化剂, 适用于石油馏分油的加氢脱硫精制, 特别适用于柴油的深度加氢脱硫, 具有活性高、成本低的优势。

### 湖北沙隆达首创敌敌畏连续化生产

日前, 湖北沙隆达公司自主研发建设的敌敌畏连续化生产新工艺正式投产, 并一次试车成功。这一新工艺的投产, 改变了该公司敌敌畏长期以来的间歇法生产工艺, 属国内同行首创。

敌敌畏是沙隆达目前的主要盈利产品之一。近年来, 随着甲胺磷、甲基 1605 等高毒农药的禁用, 以及稻飞虱等虫害的大面积发生, 敌敌畏日渐得到市场认可, 销量逐年提升。为此, 该公司决定将敌敌畏产品做大做强, 实施连续化工艺改造。自 2004 年底开始, 经过 1 1 的模型试生产、小试、中试及工艺设计, 至 2007 年 7 月动工新建, 11 月 12 日该公司连续化工艺正式宣告试车成功。经检验, 产品含量较间歇法生产的敌敌畏提高近 2 个百分点, 达到 93% 以上, 且产能提高 30%, 年产量可达 3 万吨。

由于整个连续化系统处于全封闭的运行状态, 该工艺还有效解决了尾气排放问题。生产过程中产生的氯甲烷尾气在全密封条件下回收率提高, 全年可多回收氯甲烷 400 吨, 增效 80 多万元, 同时减少了对大气的污染。连续化生产后, 配比控制稳定, 产品含量稳定提高, 用冷量大幅下降, 整个装置节能达 30% 以上, 全年可节能增效近 100 万元。据测算, 该公司敌敌畏连续化生产装置满负荷运行后, 每年节能降耗可达 380 多万元。

(摘自 [www.chemsino.com](http://www.chemsino.com))