

磁性壳聚糖微球对大豆乳清废水中蛋白质的吸附作用

董海丽, 任晓燕

(淮南联合大学化工系, 安徽 淮南 232001)

摘 要: 采用磁性壳聚糖微球吸附的方法吸附大豆乳清废水中蛋白质。实验结果表明, 当磁性壳聚糖微球投入量为 25g/L, 接触时间为 10min, 温度为 30℃, pH 值 5.0 的条件下能有效吸附大豆乳清废水中蛋白质, 吸附大豆乳清废水中蛋白质去除率最高达 95.6%。

关键词: 磁性壳聚糖微球; 大豆乳清; 废水; 吸附; 蛋白质

Adsorption Effects of Magnetic Chitosan Microsphere on Protein in Soy Whey Wastewater

DONG Hai-li, REN Xiao-yan

(Department of Chemical Engineering, Huainan Union University, Huainan 232001, China)

Abstract: Adsorption effects of magnetic chitosan microsphere on protein of soy whey waste water were studied in this paper. The results showed that the maximum removing rate of protein reaches 95.6%. The effective treatment conditions are: addition amount of magnetic chitosan microsphere 25 g/L, contacting time 10 min, temperature 30 °C, and pH5.0.

Key words: magnetic chitosan microsphere; soy whey; waste water; adsorption; protein

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)07-0205-03

豆制品是中华传统优质植物蛋白食品, 深受百姓喜爱。而豆制品加工中会产生大量乳清, 至今仍作废液排放。据报道乳清含有原料大豆蛋白质的 8.2%, 脂肪的 2.2%, 碳水化合物的 31.8%, 矿物质的 56.6%, BOD 高达 1000mg/L 以上。因此回收其有用组分不仅可提高原料利用率, 而且将大大减轻废液对环境的污染^[1]。

壳聚糖(chitosan, β -1, 4-2-氨基葡萄糖)是一种碱性氨基多糖, 其具有优良的生物亲和性、无毒和易于化学改性^[2]。壳聚糖可从食品加工废水中回收蛋白质^[3], 但直接将壳聚糖添加到含蛋白质的废水中絮凝蛋白质, 回收困难。磁分离技术作为一种新颖的分离技术, 它的最大特点就是分离效率高, 分离速度快, 占地面积

收稿日期: 2007-05-12

作者简介: 董海丽(1970-), 女, 副教授, 硕士, 研究方向为化学工程在食品工业中应用。

- 43.
- [5] 段振华, 张慙, 汤坚. 鲮鱼的热风干燥规律研究[J]. 水产科学, 2004 (3): 29-32.
- [6] 段振华, 汪菊兰. 微波干燥技术在食品工业中的应用研究[J]. 食品研究与开发, 2007 (1): 155-158.
- [7] BALA B K, MONDOL M R. Experimental investigation on solar drying of fish using solar tunnel dryer[J]. Drying Technology, 2001, 19 (2): 427-436.
- [8] BELLAGHA S, AMAMI E, FARHA A. Drying kinetics and characteristic drying curve of lightly salted sardine (*Sardinella aurita*) [J]. Drying Technology, 2002, 20 (7): 1527-1538.
- [9] DUAN Z H, ZHANG M, HU Q G. Characteristics of microwave drying of bighead carp[J]. Drying Technology, 2005, 23 (3): 637-643.
- [10] 段振华, 尚军, 徐松等. 罗非鱼的热风干燥特性及其主要成分含量变化研究[J]. 食品科学, 2006, 27 (12): 479-482.
- [11] 尚军, 段振华, 冯爱国. 低盐处理对罗非鱼片热风干燥的影响[J]. 食品科技, 2007 (4): 111-114.
- [12] MIDILLI A, KUCUK H, YAPAR Z. A new model for single-layer drying [J]. Drying Technology, 2002, 20 (7): 1503-1513.
- [13] YALKIZ O, ERTEKIN C. Thin layer solar drying of some vegetables[J]. Drying Technology, 2001, 19 (3/4): 583-597.
- [14] ALKPINAR E K, BICER Y. Modeling of the drying of eggplants in thin-layers[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2005, 40: 273-281.
- [15] 崔政伟. 微波真空干燥的数学模拟及其在食品加工中的应用[D]. 无锡: 江南大学, 2004.

小,可以弥补一般传统分离方法的不足之处^[4-5]。因此,本实验采用化学共转化法制备了磁性壳聚糖微球,对磁性壳聚糖微球对蛋白质的吸附分离条件进行了研究,以期能为豆腐加工废水和其它富含蛋白质的食品加工废水的处理开辟一种新的处理方法。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

壳聚糖(脱乙酰度>85%) 浙江玉环生物化学有限公司;大豆乳清(蛋白质含量为0.48%,为豆腐加工乳清)淮南八公豆制品公司;所用化学试剂皆为分析纯。

756MC-型紫外分光光度计 上海光谱仪器有限公司;SH-4双显双控恒温搅拌器 北京北德科学器材有限公司。

1.2 方法

1.2.1 磁性壳聚糖微球的制备

将1.2g壳聚糖溶于30ml质量百分比为1%的HAC溶液中,配成质量百分比为4%的壳聚糖溶液,然后倒入90ml加有3g Span-80的液体石蜡和石油醚(25:35,V/V)混合溶液中,开动搅拌器,1000r/min搅拌10min,滴加1.2ml质量百分比为25%的戊二醛溶液,搅拌下反应2h,加入2mol/L的NaOH至pH9,搅拌10min,抽滤,石油醚和热水洗涤所得的壳聚糖微球至中性和无戊二醛残留,得交联壳聚糖微球备用。取一定量的交联壳聚糖微球,加入一定量的浓度为2mol/L的FeSO₄·Fe₂(SO₄)₃溶液,在一定的温度下浸渍一定的时间,水洗去除表面的溶液,然后加入一定量的NaOH溶液,在一定温度下保温一定的时间,水洗,得磁性壳聚糖微球。

1.2.2 大豆乳清废水中磁性壳聚糖微球对蛋白质的吸附

取200ml的大豆乳清废液于烧杯中,分别加入不同量的磁性壳聚糖微球,在不同的pH、不同的温度吸附不同的时间,吸附时进行搅拌,搅拌速度控制在50r/min,吸附结束后,采用磁铁放置在烧杯底部,回收磁性壳聚糖微球,然后测定上清液中蛋白质的含量,计算蛋白质回收率。

按下式计算蛋白质脱除率:

$$T(\%) = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100$$

式中,T%为蛋白质脱除率;C₀为未处理前水样中蛋白质浓度(g/ml);C₁为未处理后水样中蛋白质浓度(g/ml)。

1.2.3 蛋白质的测定

采用双缩脲法测定大豆乳清废水中蛋白质含量^[6]。

2 结果与分析

2.1 磁性壳聚糖微球用量对蛋白质脱除率的影响

在大豆乳清中,分别加入不同量的磁性壳聚糖微球,在pH5.0、30℃条件下吸附10min,测定蛋白质脱除率,结果如图1所示。

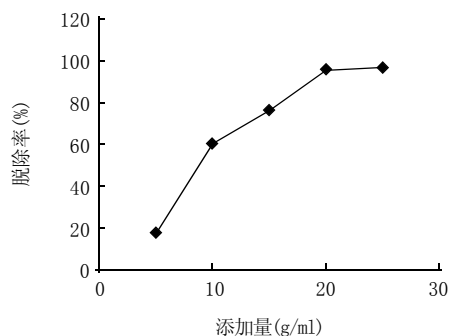


图1 磁性壳聚糖微球用量对蛋白质脱除率的影响

Fig.1 Effects of amount of magnetic chitosan microsphere on removing rate of protein

随着溶液中磁性壳聚糖微球用量增大,蛋白质脱除率增大,磁性壳聚糖微球用量25g/L时,基本可将蛋白质充分吸附,再增加磁性壳聚糖微球用量,蛋白质脱除率变化不大。

2.2 pH对蛋白质脱除率的影响

在大豆乳清中,磁性壳聚糖微球用量25g/L时,在30℃条件下,采用不同pH分别吸附10min,测定蛋白质脱除率,结果如图2所示。

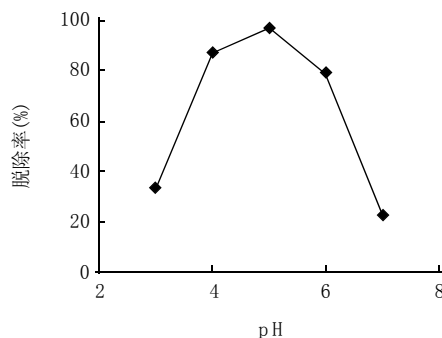


图2 pH对蛋白质脱除率的影响

Fig.2 Effects of pH values on removing rate of protein

从图2可见,在pH5.0的酸性条件下,蛋白质脱除率最高,这是由于壳聚糖分子中含有酰胺基氨基及羟基,在pH5.0条件下,随着氨基的质子化,表现出阳离子型聚电解质的作用,可有效地吸附水中带负电的蛋白质胶粒。

2.3 吸附温度对蛋白质脱除率的影响

在大豆乳清中,磁性壳聚糖微球用量25g/L时,

表1 不同洗脱剂的洗脱结果
Table 1 Desorption ratios of different eluents

洗脱剂	0.5mol/L NaCl	1.0mol/L NaCl	0.5mol/L NaOH	1.0mol/L NaOH
洗脱率(%)	45.3	60.2	85.6	99.5

pH5.0条件下,采用不同不同的温度进行吸附10min,测定蛋白质脱除率,结果如图3所示。

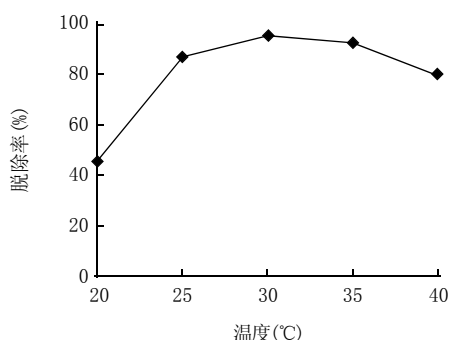


图3 温度对蛋白质脱除率的影响

Fig.3 Effects of temperature on removing rate of protein

温度对吸附量具有较大的影响,一方面温度上升有利于加强壳聚糖与蛋白间的相互作用力;另一方面,温度升高又有利于分子热运动。在30℃左右时,温度上升更有利于加强疏水的作用力,表现为壳聚糖对蛋白的吸附量上升;当温度超过一定值时,温度上升更有利于加强分子热运动,表现为壳聚糖对蛋白的吸附量下降^[3]。

2.4 吸附时间对蛋白质脱除率的影响

在大豆乳清中,磁性壳聚糖微球用量25g/L时,pH5.0、30℃条件下条件下,不同时间对蛋白质脱除率的影响如图4所示。

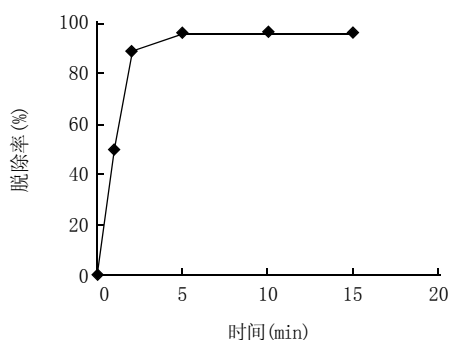


图4 吸附时间对蛋白质脱除率的影响

Fig.4 Effects of adsorption time on removing rate of protein

从图4可见,在很短的10min时间内,吸附基本

达到饱和。这是由于磁性微球是对蛋白的吸附只是一种表面现象,吸附反应主要发生在磁性微球的外表面,不存在内扩散现象,故其反应速率常数很大,微球对蛋白质的吸附作用很快就能达到平衡。

2.5 磁性壳聚糖微球的再生

将吸附后的微球,选用的四种洗脱剂,在20℃下浸泡30min,洗脱三次,结果见表1。

从表1可见,1.0mol/L NaOH的洗脱效果更好,这种现象可能是由于强碱改变了壳聚糖和蛋白分子的带电性,使得静电相互作用减弱,同时,离子强度的增加,也会影响蛋白分子的构象,使蛋白的疏水作用减弱,从而促进了蛋白的脱附。

再生后,吸附剂的吸附量可以基本恢复,证明此亲和磁性微球的重复使用性能是良好的。

3 结论

采用磁性壳聚糖微球吸附的方法来吸附大豆乳清废水中蛋白质。在磁性壳聚糖微球投入量为25g/L,接触时间为10min,温度为30℃,pH值5.0的条件下,能有效吸附大豆乳清废水中蛋白质,吸附大豆乳清废水中蛋白质去除率最高达95.6%。

磁性壳聚糖微球吸附的方法来吸附大豆乳清废水中蛋白质,吸附效果好,吸附后磁球分离容易,是一种新的具有发展前途的大豆乳清废水处理办法。

参考文献:

- [1] 刘国庆,朱翠萍,李静梅,等.大豆乳清废水中异黄酮吸附的影响因素分析[J].离子交换与吸附,2004,20(1):62-69.
- [2] JOHNSON A, GONG B, BELLAMY W, et al. Pilot plant testing of dissolved air flotation for treating boston's low-turbidity surface water supply[J]. Wat Sci Tech, 1995, 31(3): 83-92.
- [3] 朱启忠,韩晓弟,赵宏,等.壳聚糖对废水中蛋白质的吸附作用[J].资源开发与市场,2005,21(5):387-389.
- [4] 纵伟,夏文水.磁性高分子微球及其在食品工业中的应用[J].山西食品工业,2004(4):31-33.
- [5] 官月平,姜波,朱新华,等.生物磁性分离研究进展[J].化工学报,2000,51(增刊):315-319.
- [6] 刘燕,张平,倪艳,等.双缩脲法测定大豆乳清废水中蛋白质含量[J].大豆通报,2006(6):24-26.