XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo – SP

FRACIONAMENTO DE SURFACTINA EM COLUNA DE BOLHAS E ESPUMA

PERNA RF¹, GONÇALVES MCP¹, FARIA LL¹, SANTANA CC²

¹ Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)

² Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

E-mail para contato: rafael.perna@unifal-mg.edu.br

RESUMO – *O presente trabalho teve como objetivo o estudo da separação e concentração do biossurfactante surfactina, sintetizado por fermentação pela bactéria Bacillus subtilis, utilizando-se o processo de fracionamento em coluna de bolhas e espuma, a fim de se otimizar o enriquecimento e a recuperação do bioproduto. O processo envolve a injeção de gás nitrogênio nas vazões de 20, 40 e 60 mL.min⁻¹ pela base da coluna de líquido que contém a solução de surfactina nas concentrações iniciais de 240, 400 e 700 mg.L⁻¹. No topo do equipamento forma-se uma coluna de espuma concentrada no biossurfactante, o qual pode ser recuperado pelo rompimento mecânico da espuma. A recuperação total de surfactina para diferentes condições experimentais variou de 80,5 a 98,3 %. O maior valor de enriquecimento foi alcançado para soluções diluídas de surfactina operando a coluna a baixa vazão de gás e com temperatura relativamente elevada. Os resultados indicaram que o processo que utiliza coluna de bolhas e espuma se mostra promissor na etapa de concentração do biossurfactante.*

1. INTRODUÇÃO

Os surfactantes são compostos químicos amplamente utilizados na indústria por apresentarem funções e aplicações diversas (Barros *et al.*, 2007). Os surfactantes naturais podem estar presentes no meio de cultura como solutos diluídos ou dissolvidos em baixa concentração, o que dificulta a recuperação destas moléculas anfifílicas. Um processo de separação viável capaz de recuperar tais moléculas presentes em soluções diluídas é o fracionamento em coluna de bolhas e espuma (Brown *et al.*, 1990), cujo princípio se baseia no fenômeno da adsorção de moléculas tensoativas na interface gás-líquido (Santana, 1994). Dessa forma, este trabalho teve como objetivo estudar a separação e a concentração do biossurfactante surfactina, por meio do processo de fracionamento em coluna de bolhas e espuma operada em diferentes condições, visando otimizar o enriquecimento e a recuperação do bioproduto (surfactina) mediante aplicação de planejamento experimental.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Surfactina

Soluções de surfactina de *Bacillus subtilis* LB5a, obtidas por fermentação submersa a partir da manipueira (líquido extraído da mandioca durante o processo de fabricação da farinha), foram gentilmente cedidas pelo Laboratório de Bioaromas da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP nas concentrações de 240, 400 e 700 mg.L⁻¹ em pH 7,0.

XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo – SP

2.2. Planejamento experimental

Foram avaliadas, por planejamento experimental fatorial completo 2^3 com replicata no ponto central, as seguintes variáveis do processo: temperatura (15, 25 e 35 °C), vazão volumétrica de gás nitrogênio (20, 40 e 60 mL.min⁻¹) e concentração inicial de surfactina (240, 400 e 700 mg.L⁻¹). Os ensaios realizados estão dispostos na matriz de planejamento fatorial (Tabela 1).

Tabela 1 – Matriz do planejamento fatorial completo 2^3 com replicata no ponto central

Ensaio	Níveis codificados			Níveis reais		
	Vazão (X ₁)	Concentração (X ₂)	Temperatura (X ₃)	Vazão (Q) (mL.min ⁻¹)	Concentração (C ₀) (mg.L ⁻¹)	Temperatura (T) (°C)
1	-1	-1	-1	20	240	15
2	1	-1	-1	60	240	15
3	-1	1	-1	20	700	15
4	1	1	-1	60	700	15
5	-1	-1	1	20	240	35
6	1	-1	1	60	240	35
7	-1	1	1	20	700	35
8	1	1	1	60	700	35
9	0	0	0	40	400	25
10	0	0	0	40	400	25
11	0	0	0	40	400	25

2.3. Operação da coluna de bolhas e espuma

Os parâmetros de processo, monitorados durante a realização dos experimentos, foram as concentrações de surfactina nas colunas de bolhas (curvas de depleção) e de espuma, a temperatura de operação da coluna de fracionamento, a vazão volumétrica de gás nitrogênio e o produto de topo, que é o líquido gerado pela ruptura das células de espuma.

As amostras coletadas na coluna de bolhas (solução de surfactina) e espuma (produto de topo) foram quantificadas por tensiometria utilizando tensiômetro KRUSS/modelo K-12. As medidas foram feitas a 25 °C adotando-se o método do anel de Du Nouy (1919), em que se mede a força necessária para destacar um anel de platina de uma superfície líquida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1 e 2 mostram a variação da concentração de surfactina nas colunas de bolhas (líquido) e espuma, respectivamente, em função do tempo de processo para diferentes condições. Na Figura 1 (curvas de depleção), observou-se a redução da concentração do biossurfactante em todos os casos avaliados, indicando a sua remoção do meio líquido. A remoção deve-se às maiores taxas de transferência de massa, ocasionadas por gradientes de concentração entre o seio da solução e a interface gás-líquido. Maiores taxas de redução de surfactina foram obtidas para vazões elevadas do gás, devido ao aumento das taxas de formação de área superficial gás-líquido promovido pelo maior número de bolhas de gás na coluna de líquido, favorecendo a adsorção. A área superficial das bolhas de gás é fundamental para a operação da coluna, pois a surfactina adsorve nesta região.

Figura 1 - Variação da concentração de surfactina na coluna de líquido em função do tempo de processo (curvas de depleção).

Figura 2 - Variação da concentração de surfactina na espuma em função do tempo de processo.

XXII CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
23 a 26 de Setembro de 2018
Hotel Maksoud Plaza
São Paulo – SP

XVII ENCONTRO BRASILEIRO
SOBRE O ENSINO DE
ENGENHARIA QUÍMICA
27 a 28 de Setembro de 2018
USP
São Paulo – SP

Maiores taxas de redução da concentração de surfactina também foram observadas para temperaturas relativamente elevadas do processo (35 °C), indicando que a adsorção das moléculas do tensoativo é favorecida pelo aumento deste parâmetro.

Na Figura 2, verificou-se que as maiores concentrações de surfactina na espuma foram obtidas para menores vazões de gás (20 mL.min⁻¹) devido ao maior tempo de residência das bolhas na coluna de espuma e pela menor quantidade de solução arrastada da coluna de líquido pelas bolhas de gás. Maiores concentrações também foram observadas para temperaturas de operação elevadas. Presume-se que altas temperaturas reduzem a viscosidade da solução, facilitando a drenagem do líquido intersticial da espuma. O aumento das taxas de drenagem leva a formação de espumas mais secas, aumentando a importância da camada de surfactina adsorvida na interface gás-líquido.

Com os valores de concentração de surfactina e dos volumes do produto de topo, foi possível determinar os parâmetros *recuperação* e *enriquecimento* do biossurfactante (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores de enriquecimento e recuperação obtidos para o fracionamento de soluções de surfactina em diferentes condições experimentais

Vazão (mL.min ⁻¹)	Concentração (mg.L ⁻¹)	Temperatura (°C)	Enriquecimento	Recuperação (%)
20	240	15	31,2	97,0
		35	52,5	85,3
	700	15	9,0	98,3
		35	28,2	96,0
40 ^(*)	400	25	8,2 ± 1,46	98,0 ± 0,38
60	240	15	4,9	92,7
		35	15,5	97,3
	700	15	1,9	80,5
		35	4,5	96,4

(*) experimento realizado em triplicata.

Analisando a Tabela 2, observou-se que os maiores valores de enriquecimento foram obtidos para soluções diluídas (menores concentrações de surfactina) e operando a coluna com baixa vazão de gás e em temperatura relativamente elevada (35 °C). Quanto a recuperação do biossurfactante, foram obtidos valores entre 80,5 e 98,3 %.

4. CONCLUSÃO

O fracionamento em coluna de bolhas e espuma mostrou ser um processo viável e uma etapa promissora para a separação, concentração e recuperação de moléculas anfifílicas em soluções diluídas. O processo é eficaz quando se opera a coluna com baixa vazão de gás, baixa concentração do biossurfactante e temperatura elevada. Sob condições operacionais investigadas neste trabalho, foi possível obter um produto de topo altamente concentrado em surfactina a partir de soluções diluídas do tensoativo.

5. REFERÊNCIAS

- BARROS FFC, QUADROS CP, MARÓSTICA JÚNIOR MR, PASTORE GM. Surfactina: propriedades químicas, tecnológicas e funcionais para aplicações em alimentos. *Quim. Nova*, v. 30, p. 409-414, 2007.
- BROWN L, NARSIMHAN G, WANKAT PC. Foam fractionation of globular proteins. *Biotechnol. Bioeng.*, v. 36, p. 947-959, 1990.
- SANTANA CC. Adsorptive bubble separation processes as a means of reducing surface active contaminants in industrial wastewaters. *Rev. Bras. Eng.*, v. 5, p. 01-74, 1994.