

XỬ LÝ NƯỚC THẢI TINH BỘT MÌ BẰNG CÔNG NGHỆ HYBRID (LỌC SINH HỌC - AEROTANK)

Nguyễn Văn Phước⁽¹⁾, Nguyễn Thị Thanh Phượng⁽²⁾, Lê Thị Thu⁽²⁾

(1) Viện Môi trường Tài nguyên, ĐHQG-HCM

(2) Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 13 tháng 11 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 27 tháng 02 năm 2009)

TÓM TẮT: Công nghiệp chế biến tinh bột mì đã thải vào môi trường một lượng đáng kể các chất ô nhiễm. Trong đó phải kể đến hàm lượng hữu cơ, dinh dưỡng và độc tố CN với nồng độ vượt tiêu chuẩn cho phép đến hàng trăm lần.

Phương án xử lý sinh học, áp dụng công nghệ hybrid (Lọc sinh học hiếu khí kết hợp Aerotank) có khả năng xử lý 98% COD; 95% N-NH₃ ở tải trọng tối ưu 1 kg COD/m³.ngày, thời gian lưu nước 1 ngày. Hàm lượng vi sinh vật trong hệ thống có thể đạt đến 10.000 mg/L.

Nước sau xử lý đạt TCVN 5945-2005 loại B.

1. GIỚI THIỆU

Sau giai đoạn ra đời của các hệ thống sinh học kỵ khí và hiếu khí vào năm 1968, cùng với sự hình thành hệ thống lọc sinh học kỵ khí, một số hệ thống hybrid kỵ khí đã được bắt đầu nghiên cứu (Kennedy, K. J. & Guiot, S. R. 1984; Pedro r. Cordoba, Alejandro p. francesese, and faustino sireriz (1995); Borja R., Alba, J. and Banks C.J., (1996); Hutnan, M., Drtil, M., Mrafkova, L., Derco, J. and Buday, J., (1999); Hutnan, M., Drtil, M., Mrafkova, L., Derco, J. and Buday, J., (1999); Shivayogimath, C. B. and Ramanujam T. K. (1999); Jose' M. Fernandez, Francisco Omil, Ramon Mendez and Juan M. Lema (2001); F Malaspina, L.stante, C.M.Cellamare and A Tilche, Italia- 1995, Lo *et.al.* 1994, James (2000); B. Lew, S. Tarre, M. Belavski, M. Green (2004); Gavin Collins, Clare Foy, Sharon McHugh, Vincent O_Flaherty (2005); F. Molina, G. Ruiz-Filippi, C. Garcoa, E. Roca and J.M. Lema (2007). Năm 1982, weber Berghausen đã nghiên cứu và phát triển công nghệ hybrid hiếu khí bio 2 sludge. Kế tiếp, hàng loạt các hệ hybrid hiếu khí lần lượt ra đời. N Muller(1998) – Đức đã ứng dụng 7 mô hình hybrid hiếu khí cho xử lý nước thải ở miền nam nước Đức. Mục tiêu chính là tận dụng những ưu điểm của một số hệ thống hiện có, kết hợp và sử dụng chúng hiệu quả sao cho chi phí đầu tư thấp, thu gọn hệ thống, vận hành đơn giản, khắc phục được những nhược điểm của các hệ thống riêng rẽ, đặc biệt là tăng hiệu quả xử lý, chịu sốc tải tốt và ngăn ngừa sự suy giảm của hệ vi sinh vật hiện diện.

Hệ hybrid, kết hợp lọc sinh học hiếu khí với Aerotank lần đầu tiên được nghiên cứu cho xử lý nước thải tinh bột mì nhằm tận dụng ưu điểm của hệ thống sinh trưởng lơ lửng trong bể Aerotank và sinh trưởng bám dính trong bể lọc sinh học là hàm lượng sinh khối trong bể gia tăng, hiệu quả xử lý cao, quá trình hoạt động ổn định nhằm xử lý triệt để hàm lượng chất hữu cơ trước khi thải ra nguồn tiếp nhận. Hệ thống này còn có khả năng xử lý N, P nhờ các vi sinh vật kỵ khí ở phía trong của lớp màng sinh học.

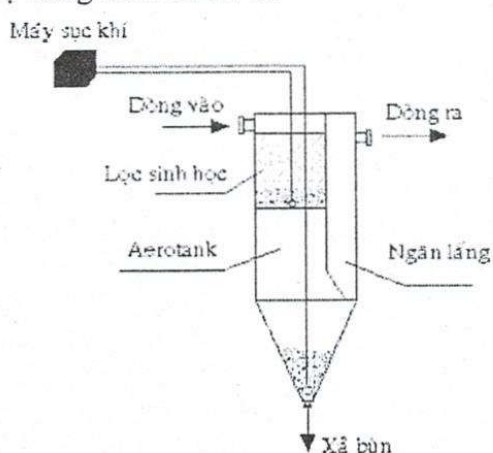
Công nghệ hybrid đang phát triển và bắt đầu được thương mại hoá trên thế giới do nhiều ưu điểm đã đề cập. Riêng đối với nước thải tinh bột mì, các nghiên cứu về hybrid đã thành công đối với hệ hybrid kỵ khí USBF. Tuy nhiên, sau sinh học kỵ khí, hàm lượng hữu cơ và N; P vẫn còn vượt xa tiêu chuẩn thải. Hơn nữa, các công nghệ xử lý nước thải tinh bột mì hiện nay đang áp dụng UASB; bùn hoạt tính hoặc hệ thống các hồ sinh học vẫn chưa xử lý triệt để hàm lượng hữu cơ và dinh dưỡng. Đây chính là yếu tố quyết định cho việc nghiên cứu xử lý nước thải tinh bột mì (sau xử lý sinh học kỵ khí) bằng phương pháp sinh học hybrid hiếu khí ra đời.

Công nghệ hybrid đang phát triển và bắt đầu được thương mại hoá trên thế giới do nhiều ưu điểm đã đề cập. Riêng đối với nước thải tinh bột mì, các nghiên cứu về hybrid đã thành công đối với hệ hybrid kỵ khí USBF. Tuy nhiên, sau sinh học kỵ khí, hàm lượng hữu cơ và N; P vẫn còn vượt xa tiêu chuẩn thải. Hơn nữa, các công nghệ xử lý nước thải tinh bột mì hiện nay đang áp dụng UASB; bùn hoạt tính hoặc hệ thống các hồ sinh học vẫn chưa xử lý triệt để hàm lượng hữu cơ và dinh dưỡng. Đây chính là yếu tố quyết định cho việc nghiên cứu xử lý nước thải tinh bột mì (sau xử lý sinh học kỵ khí) bằng phương pháp sinh học hybrid hiếu khí ra đời.

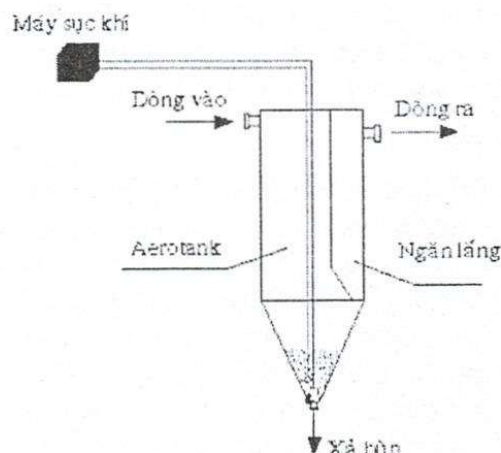
2.MÔ HÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu: Nước thải chế biến tinh bột mì được lấy tại cơ sở sản xuất tinh bột mì quy mô hộ gia đình - Thủ Đức, TPHCM (Số 5 - Đường số 9 - KP4 - phường Bình Chiểu).

Mô hình và phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu được thực hiện trong điều kiện PTN ở nhiệt độ trung bình 28-32°C.



Hình 1. Mô hình lai hợp Hybrid



Hình 2. Mô hình Aerotank

Mô hình làm bằng mica, với các kích thước như sau:

- V bể phản ứng : 10 lít
- V làm việc : 9 lít
- V phần lắng : 2,16 lít
- V Aerotank : 4,74 lít
- V phần lọc sinh học : 2,1 lít

Xơ dừa được sử dụng làm vật liệu lọc với khối lượng 34g, khối lượng riêng là 34,6 kg/m³, thể tích xơ dừa chiếm chỗ là 2,1 lít, chiều cao tầng lọc là 12 cm.

Khí được cấp liên tục nhờ 2 máy thổi khí được khuếch tán vào nước nhờ hệ thống đá bọt gồm 4 cục phân bố đều cho phần lọc và phần Aerotank.

Mô hình hoạt động theo nguyên tắc nước thải sau giai đoạn kỵ khí được dẫn từ trên xuống qua lớp vật liệu lọc (vùng lọc sinh học hiếu khí) sau đó xuống phần Aerotank (bùn hoạt tính). Nước đầu ra được lấy từ ngăn lắng kết hợp thuộc hệ thống sinh học hybrid.

Ngoài ra, Một mô hình Aerotank có kích thước tương tự cũng được nghiên cứu nhằm so sánh hiệu quả với mô hình lai hợp Hybrid. SS vào được xác định trong khoảng 3.000 mg/l/

Mô hình làm bằng mica, với các kích thước như sau:

- V bể phản ứng : 10 lít

- V làm việc : 9 lít
- V phần lắng : 2,16 lít
- V Aerotank : 6,84 lít

Các thông số xác định

Các thông số xác định:

- Tải trọng vận hành
- Thời gian lưu nước
- Hiệu quả xử lý COD, N-NH₃

Các thông số phân tích trong quá trình vận hành bao gồm:

- DO, pH; COD, tổng N, N-NH₃, N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, Tổng P, MLSS,

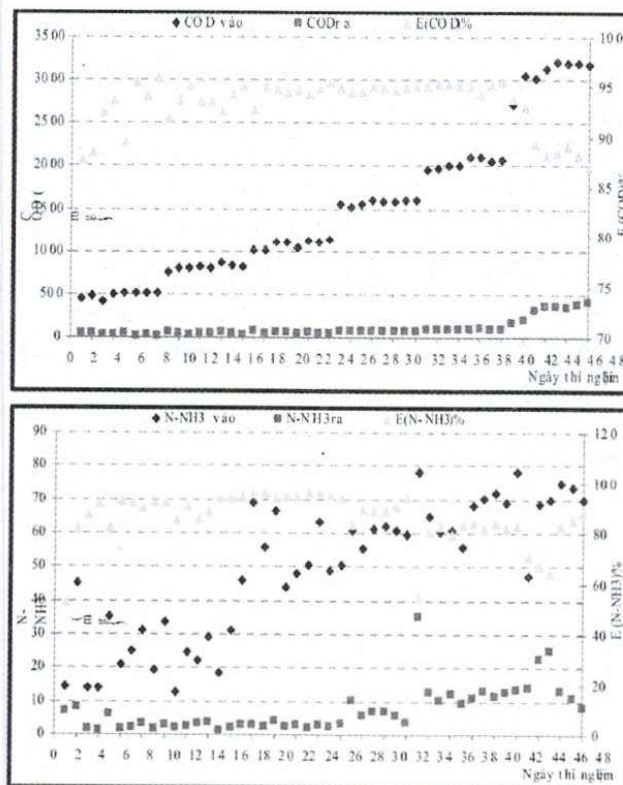
DO và pH được xác định bằng đầu dò điện cực, sử dụng máy DO hiệu Hach, Sension 2; máy pH hiệu Hach, Sension 1.

Các thông số COD, N, P, SS, VSS được xác định theo Standard Method for examination of water and wastewater treatment, 20th edition, 2005.

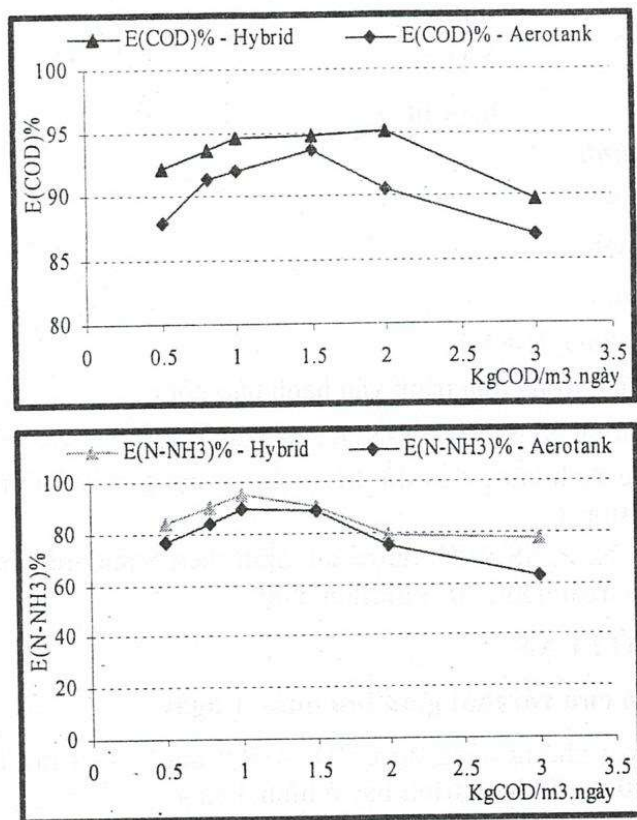
3.KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu với thời gian lưu nước 1 ngày

Kết quả vận hành với những nồng độ COD_v = 500 mg/L, 800 mg/L, 1.000 mg/L, 1.500 mg/L, 2.000 mg/L, 3.000 mg/L được trình bày ở hình 3 và 4



Hình 3. Đồ thị biến thiên COD và N-NH₃ theo thời gian (mô hình Hybrid, HRT=1 ngày)



Hình 4. Quan hệ giữa tải trọng và hiệu quả xử lý COD và N-NH₃ của 2 mô hình (HRT=1 ngày)

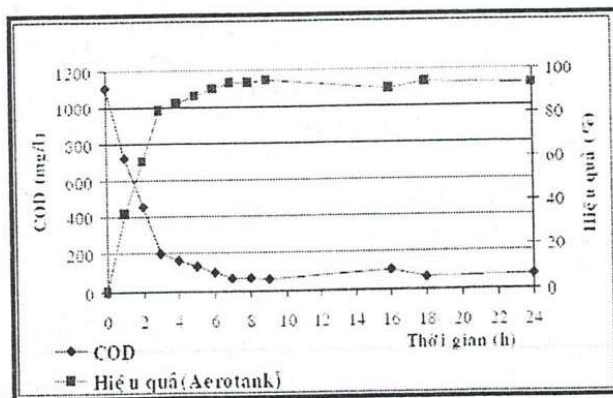
Sau 58 ngày vận hành (10 ngày thích nghi), hệ thống hybrid sau thời gian thích nghi đã hoạt động hiệu quả với một số nhận định như sau:

Mô hình Hybrid cho hiệu quả xử lý COD, N-NH₃ cao hơn mô hình Aerotank thông thường.

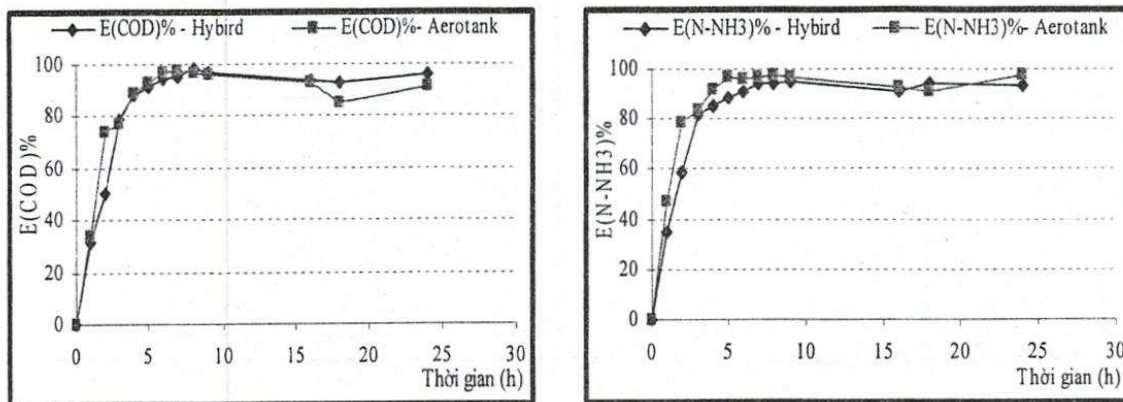
Với tải trọng tăng dần từ 0,5; 0,8; 1; 1,5; 2; 3 kg COD/m³.ngày, hiệu quả xử lý COD trong mô hình Hybrid tăng từ 91% lên 93%; 95% sau đó giảm còn 91%, cao hơn so với hiệu quả xử lý COD trong Aerotank từ 2 - 5%.

Tải trọng 1 kg COD/m³.ngày đạt hiệu quả xử lý COD cao nhất (95%) và xử lý 95% N-NH₃.

3.2.Kết quả nghiên cứu trên mô hình tĩnh với COD_v = 1.000mg/L; thời gian lưu nước là 24 giờ



Hình 5. Đồ thị biến thiên COD của 1 mô hình theo thời gian ở COD_v = 1.000mg/L



Hình 6. Hiệu quả xử lý COD và N-NH₃ của 2 mô hình theo thời gian ở COD = 1000 g/L

Sau 4 giờ sục khí, mô hình Aerotank cho hiệu quả xử lý cao hơn do hệ bùn hoạt tính có khả năng xáo trộn đều, vi sinh vật lơ lửng tiếp xúc tốt với nước thải và xử lý nhanh hàm lượng chất hữu cơ.

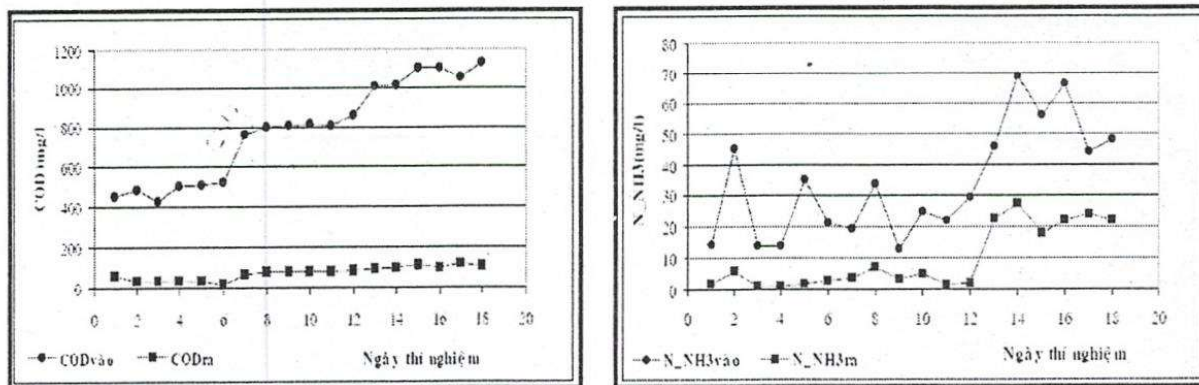
Tuy nhiên, ở các giờ kế tiếp vi sinh vật trong mô hình Hybrid thích nghi, lần lượt phân hủy cơ chất. Quá trình xử lý có sự hiện diện của vi khuẩn tùy nghi, kỵ khí nên trong hệ hybrid đồng thời diễn ra các quá trình cắt mạch và phân hủy cơ chất chuyển hóa các hợp chất hữu cơ thành CO₂; nước và một phần sinh khối tế bào.

Hiệu quả xử lý cực đại của mô hình Hybrid là 98% sau 8h, của mô hình Aerotank là 95% sau 7h.

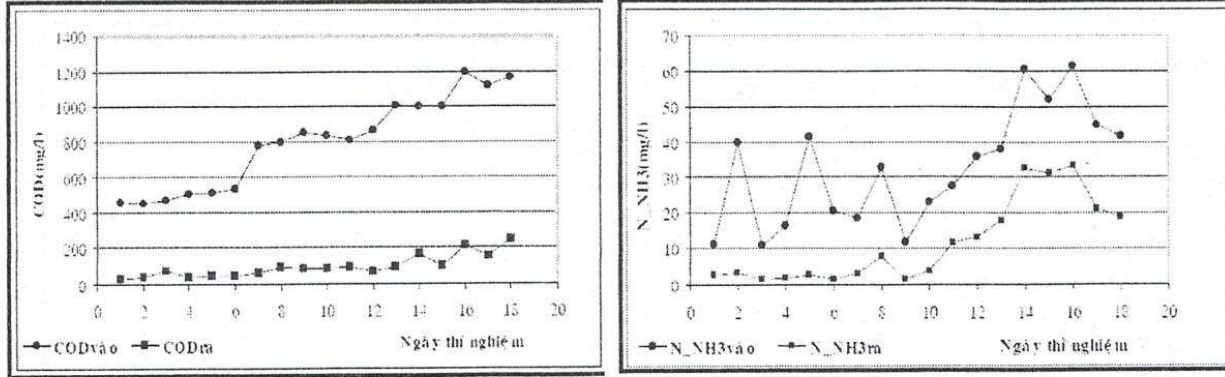
Sau 3h sục khí đầu tiên thì N-NH₃ giảm mạnh đối với cả hai mô hình, hàm lượng N-NH₃ còn khoảng 5mg/l, đã đạt tiêu chuẩn thải. N-NH₃ chủ yếu đi vào sinh khối tế bào và một phần bay hơi.

3.3.Kết quả nghiên cứu ở thời gian lưu nước 8h

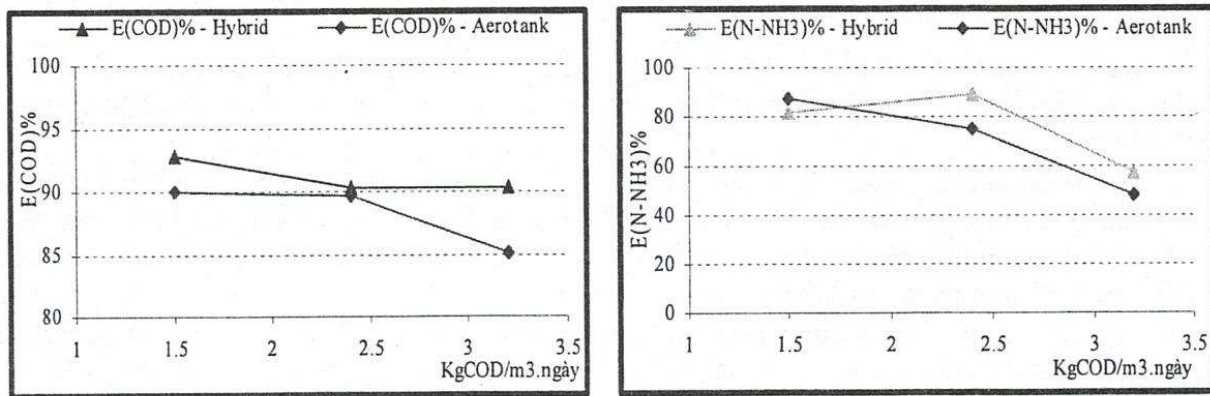
Kết quả vận hành với COD đầu vào lần lượt là 500, 800, 1.000 mg/L được trình bày ở hình 8, 9 và 10



Hình 7. Đồ thị biến thiên COD và N-NH₃ theo thời gian (mô hình Hybrid, HRT=8h)



Hình 8. Đồ thị biến thiên COD và N-NH₃ theo thời gian (mô hình Aerotank, HRT=8h)



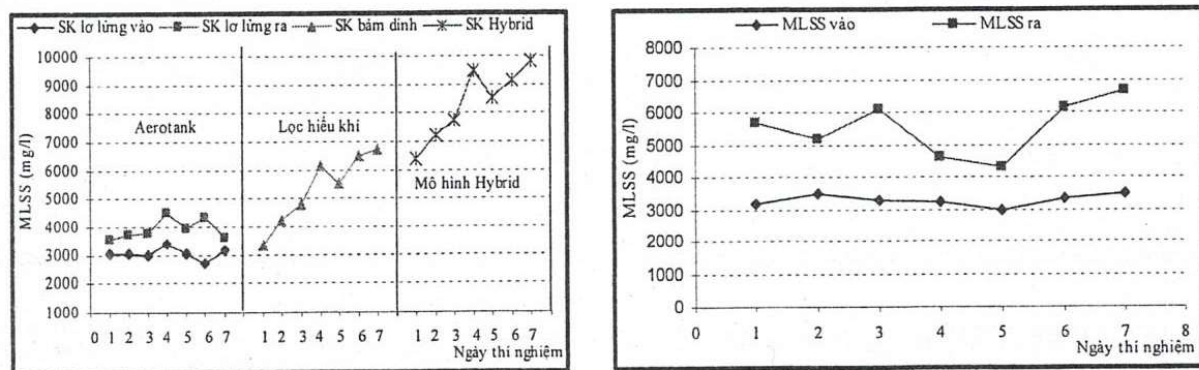
Hình 9. Quan hệ giữa tải trọng và hiệu quả xử lý COD và N-NH₃ của 2 mô hình (HRT=8h)

Khi tải trọng cao hơn 1 kgCOD/m³.ngày, hiệu quả xử lý COD và N-NH₃ giảm dần. Tải trọng càng cao, hiệu quả xử lý càng thấp. Tương ứng, với cùng COD vào thì khả năng xử lý COD và N-NH₃ của mô hình Hybrid càng triệt để hơn khi thời gian lưu nước tăng.

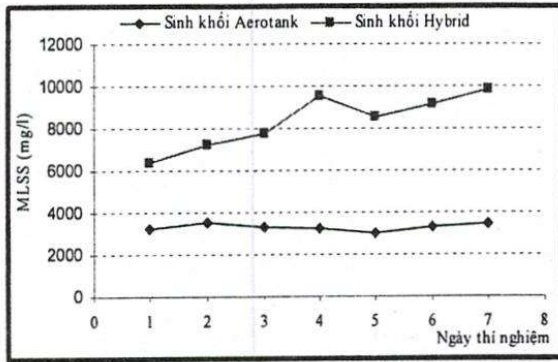
Kết quả hình 9 cho thấy: tải trọng $\geq 2,4$ kgCOD/m³.ngày thì hiệu quả xử lý N-NH₃ của mô hình Hybrid cao hơn mô hình Aerotank từ 10 – 14%.

3.4. Hàm lượng sinh khối

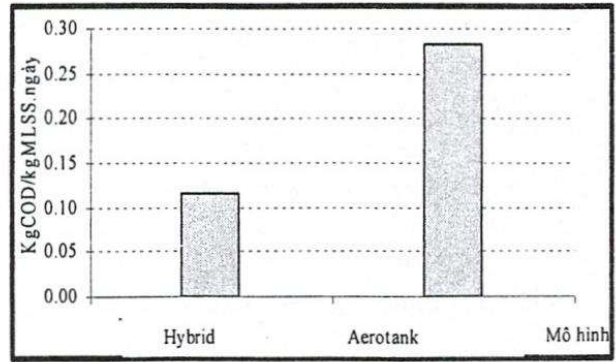
Kết quả nghiên cứu ở nồng độ COD_v = 1.000 mg/L (Tải trọng hữu cơ khoảng 1 kgCOD/m³.ngày)



Hình 10. Đồ thị biểu biến hàm lượng các dạng sinh khối trong 2 mô hình



Hình 11. Đồ thị biểu biến hàm lượng sinh khối trong 2 mô hình



Hình 12. Đồ thị biểu biến hàm lượng COD/MLSS.ngày trong 2 mô hình

Hàm lượng sinh khối bám dính trong bể phản ứng lai hợp trong 7 ngày nghiên cứu tăng từ 3.000 – 7.000 mg/L, hàm lượng sinh khối lơ lửng trong mô hình lai hợp được duy trì ở 2.900 – 3.300 mg/L. Kết hợp ta có, tổng hàm lượng sinh khối trong bể lai hợp khoảng 6.000 – 10.000 mg/L.

Sinh khối trong Aerotank chỉ có duy nhất một loại là sinh khối lơ lửng duy trì từ 3.000 – 3.500 mg/L. Nhìn chung, hàm lượng sinh khối trong mô hình Hybrid luôn cao hơn trong mô hình Aerotank

3.5.Xác định thông số động học

Mô hình Monod:

$$\mu = \mu_m \frac{S}{K_S + S} \tag{1}$$

Trong đó: S là nồng độ cơ chất, g/L

μ_m là tốc độ tăng trưởng riêng tối đa, 1/ngày

K_S là hằng số bão hòa, gCOD/L

Phương trình (1) được viết dưới dạng:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{K_S + S}{\mu_m S} \tag{2}$$

$$\text{Đặt } y = \frac{1}{\mu}, x = \frac{1}{S}, a_0 = \frac{1}{\mu_m}, a_1 = \frac{K_S}{\mu_m} \tag{3}$$

Đưa về dạng phương trình tuyến tính:

$$y = a_0 + a_1 x \tag{4}$$

Dùng phương pháp đồ thị xác định a_0, a_1 rồi tìm μ_m và K_S :

$$\mu_m = \frac{1}{a_0}; K_S = \frac{a_1}{a_0}$$

Mặt khác phương trình miêu tả tăng trưởng của vi sinh vật:

$$\frac{dX}{dt} = \mu.X \tag{5}$$

Trong đó: X là nồng độ của vi sinh vật, g/L
 t là thời gian, ngày
 μ_m là tốc độ tăng trưởng riêng, 1/ngày

Từ (3) và (5), ta có

$$y = \frac{1}{\mu} = \frac{X}{\frac{dX}{dt}} \Leftrightarrow y \frac{dX}{X} = dt \quad (6)$$

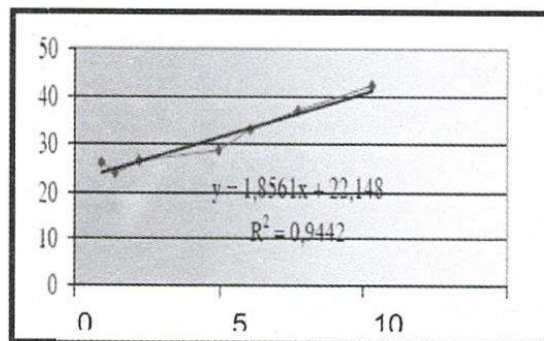
Tích phân phương trình (6), ta được:

$$y = \frac{t_i - t_0}{\ln(X_{i1}) - \ln(X_0)} \quad (7)$$

Trong đó: X_0 là nồng độ vi sinh vật ban đầu, g/L
 X_{i1} là nồng độ vi sinh vật tại thời điểm t_1 , g/L
 t_0 là thời gian ban đầu, h
 t_1 là thời gian lưu nước trong bể, h

Vẽ đồ thị đường thẳng theo x_i, y_i ta được phương trình đường thẳng:

$$y = 1,8561x + 22,148 \text{ với } R^2 = 0,9442$$



Hình 13. Đồ thị biểu diễn quan hệ x – y

Từ đồ thị ta xác định được: $a_0 = 22,148$; $a_1 = 1,8561$

$$\text{Suy ra: } \mu_m = \frac{1}{a_0} = \frac{1}{22,148} = 0,045(\text{ngày}^{-1})$$

$$K_s = \frac{a_1}{a_0} = \frac{1,8561}{22,148} = 0,084(\text{g / L})$$

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Mô hình hybrid kết hợp lọc sinh học hiếu khí với Aerotank có khả năng xử lý nước thải tinh bột mì đạt TCVN 5945-2005 loại B. Tuy nhiên một số loại mì đặc biệt có hàm lượng P cao cần áp dụng công nghệ khử P.

Mô hình Hybrid cho hiệu quả xử lý COD và N-NH₃ hiệu quả và ổn định hơn mô hình Aerotank.

Tải trọng 1 kg COD/m³.ngày được chọn là tải trọng tối ưu, tương ứng hiệu quả xử lý COD và N-NH₃ của mô hình Hybrid lần lượt là 98%; 95 %.

Nước sau xử lý mất mùi, trong, pH trung tính đạt tiêu chuẩn thải vào môi trường.

Vận hành COD vào: 1.000 mg/L; thời gian lưu nước thích hợp là 1 ngày;

Kiến nghị:

Nước sau xử lý có thể tuần hoàn để xử lý Photpho đạt tiêu chuẩn loại B (TCVN 5945 – 2005)

Tiếp tục nghiên cứu việc ứng dụng công nghệ lai hợp: lọc sinh học và Aerotank trên những loại nước thải khác có tính chất tương tự.

TREATMENT OF TAPIOCA WASTEWATER BY USING BIOLOGICAL HYBRID SYSTEM

Nguyen Van Phuoc⁽¹⁾, Nguyen Thi Thanh Phuong⁽²⁾, Le Thi Thu⁽²⁾

(1)Institute for Environment and Resources, VNU-HCM

(2) University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT: *Tapioca processing industry discharged into environment a significant amount of pollutants. Where, organic compounds, nutrient, and toxin CN concentration exceeded Vietnamese discharged Standard up to hundreds of times.*

The study on biological hybrid system, combining aerobic biofilter and aerotank attained COD, N-NH₃ treatment efficiencies in range of 98%, 95%, respectively at the optimal organic loading rate of 1 kg COD/m³.day, according to hydraulic retention time of one day. Biomass of microorganism in this system can reach to the value of 10,000 mg/L.

The effluent reached to Vietnamese Standard 5945-2005, column B

Keywords: *Hybrid reactor, aerobic filter, Aerotank, Tapioca*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. APHA/AWWA/WEF, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19th edition, Washington DC, USA (1995).
- [2]. Fernandez, J.M., Omil, F., Mendez, R. and Lema, J.M. *Anaerobic treatment of fibreboard manufacturing wastewaters in a pilot scale hybrid USBF reactor*. *Water Res.*, 35(17), 4150–4158 (2001).
- [3]. B. Lew, S. Tarre, M. Belavski, M. Green. *Upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor for domestic wastewater treatment at low temperatures: a comparison between a classical UASB and hybrid UASB-filter reactor*. *Water Science and Technology* 49:295-301 (2004).
- [4]. Borja R., Alba, J. and Banks C.J., *Anaerobic digestion of wash waters derived from the purification of virgin olive oil using a Hybrid Reactor Combining a filter and a sludge blanket*. *Process Biochemistry*, 31 (3), 219-224, (1996).

- [5]. F. Malaspina, C.M. Celamare, L. stante & A Tilche. *Anaerobic treatment of Cheese whey with a down flow – Upflow hybrid reactor*. 810 resource Techn0109Y 55 (1996) 131-139 Bioresource technology 55 131-139 (1996).
- [6]. F. Molina, G. Ruiz-Filippi, C. Garcí'a, E. Roca and J.M. Lema. *Winery effluent treatment at an anaerobic hybrid USBF pilot plant under normal and abnormal operation*. Water Science & Technology Vol 56 No 2 pp 25–31 Q IWA Publishing (2007)
- [7]. Gavin Collins, Clare Foy, Sharon McHugh, Vincent O_Flaherty . *Anaerobic treatment of 2,4,6-trichlorophenol in an expanded granular sludge bed-anaerobic filter (EGSB-AF) bioreactor at 15 °C*. FEMS Microbiology Ecology 53 167–178 (2005).
- [8]. Hutnan, M., Drtil, M., Mrafkova, L., Derco, J. and Buday, J., *Comparison of start up and anaerobic wastewater treatment in UASB, Hybrid and Baffled reactor*, Bioprocess Engineering, 21 (5), 439-445 (1999).
- [9]. Nurdan Buyukkamaci, Ayse Filibeli. *Volatile fatty acid formation in an anaerobic hybrid reactor*. Process Biochemistry 39 1491–1494 (2004)
- [10]. Pedro r. Cordoba, Alejandro p. francese, and faustino sizeriz. *Improved performance of a hybrid design over an anaerobic filter for the treatment of dairy industry wastewater at laboratory scale*. Bioengineeiung vol. 79, no. 3, 270-212 (1995)
- [11]. Shivayogimath, C. B. and Ramanujam T. K. *Treatment of distillery spent Wash by Hybrid UASB reactor*, Bioprocess Engineering, 21, 255-259 (1999).