

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BAC-BSF TRONG TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI SINH HOẠT Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Phan Thanh Nhân, Nguyễn Phước Dân và Nguyễn Thị Mỹ Hiền
Khoa Môi Trường- Trường ĐH Bách Khoa – ĐH Quốc Gia TP HCM

(Bài nhận ngày 05 tháng 11 năm 2010, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 25 tháng 04 năm 2011)

TÓM TẮT: Nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu xử lý bậc cao chất hữu cơ và ammonia của mô hình than hoạt tính sinh học (BAC) nối tiếp lọc cát sinh học (BSF) đối với nước thải sinh hoạt đã xử lý bậc hai. Nước thải vào, lấy từ hồ hoàn thiện của trạm xử lý nước thải Bình Hưng Hoà, quận Bình Tân, có độ màu trung bình khoảng 227 Pt-Co, COD 42 mg/l và N-ammonia 11 mg/l. Kết quả nghiên cứu cho thấy ở tải trọng 2 – 3 m³/m²/h cho BAC-BSF, các chỉ tiêu BOD₅, TOC, N-ammonia và SS đạt được chất lượng nước tái sử dụng cho tưới tiêu hoặc dội rửa toilet. Tuy nhiên tổng Coliform, độ đục và độ màu còn cao. Độ đục và độ màu này gây ra do nước thải đầu vào có lẫn nước thải không xử lý từ các cơ sở tiểu thủ công nghiệp dột nhuộm xung quanh. Vì vậy ứng dụng biện pháp khử trùng sau BSF và xử lý bổ sung bằng chất keo tụ trước lọc BSF là cần thiết.

Từ khóa: nước thải tái sinh, công nghệ xử lý bậc cao, lọc than hoạt tính sinh học BAC, lọc cát sinh học BSF.

1. GIỚI THIỆU

Với sự gia tăng nhanh lượng nước cấp cho sinh hoạt, công nghiệp và dịch vụ ở TP.HCM cùng với sự suy giảm chất lượng nước ngầm và nước mặt, nguồn nước thải đã xử lý bậc II từ các trạm xử lý nước thải sinh hoạt có tiềm năng lớn trong tái sử dụng cho các mục đích sử dụng không ăn uống [5]. Hiện nay, có nhiều công nghệ xử lý bậc cao các chất ô nhiễm còn lại sau xử lý bậc II như cặn lơ lửng, BOD₅, các thành phần nitơ, v.v... như xử lý sinh học nitơ và photpho, lọc cát, lọc sinh học, đất ngập nước kiến tạo, hồ sinh học v.v...

Công nghệ than hoạt tính sinh học (*Biological Activated carbon, BAC*) được ứng dụng khá rộng rãi trong xử lý nước cấp và nước thải bậc cao. BAC được sử dụng để loại bỏ các hợp chất carbon hữu cơ hoà tan DOC, bao gồm mùi, màu, các sản phẩm phụ của hoá chất khử trùng và thuốc trừ sâu [4]. Quá trình hấp phụ và phân huỷ sinh học xảy ra đồng thời trong BAC, việc phân huỷ sinh học các chất ô nhiễm giữ vai trò chính trong BAC, nhờ vào các vi sinh vật hiếu khí bám dính trên bề mặt hạt than. Than hoạt tính có diện tích bề mặt lớn tạo điều kiện cho vi sinh sống bám dính. Quá trình nitrate hóa có thể diễn

ra trong bể lọc này. Dưới tác dụng của than hoạt tính, màu, mùi và các chất hữu cơ cũng được xử lý. BAC có thể kết hợp với các quá trình oxy hoá bậc cao như ozone, UV để xử lý DOC trong nguồn nước thô [9, 10, 11]. BSF (lọc cát sinh học) là dạng cải tiến của lọc cát chậm là giải pháp thích hợp để loại bỏ độ đục trong nước và nước thải với chi phí không cao. Do đó, than hoạt tính sinh học (BAC) và lọc cát sinh học (BSF) là một công nghệ phù hợp trong xử lý nước thải tái sử dụng. Mục tiêu của bài báo này nhằm đánh giá hiệu quả xử lý của mô hình kết hợp BAC nối tiếp BSF xử lý nước thải sinh hoạt xử lý bậc hai nhằm đạt chất lượng nước tái sinh không ăn uống. Tính mới của nghiên cứu này là ứng dụng công nghệ đơn giản, không tiêu tốn hóa chất cùng với vật liệu hoặc giá thể sinh học sẵn có ở Việt Nam, xử lý nâng cao nước thải sinh hoạt đã xử lý bậc hai, tăng cường giảm thiểu các thông số nitơ, cặn lơ lửng, khử đục và BOD.

Đối tượng nghiên cứu là nước thải sinh hoạt sau các công đoạn xử lý của trạm xử lý nước thải Bình Hưng Hoà, Bình Tân có công suất mùa khô là 28.000 m³/ngày; mùa mưa 46.000 m³/ngày đêm. Nước thải đầu vào của trạm xử lý này có BOD₅ trung bình khoảng 200 mg/l, N-ammonia 30 mg/l, Fecal Coliform 10⁸ MPN/100ml. Trạm

xử lý nước thải Bình Hưng Hòa ứng dụng công nghệ hồ thổi khí, hồ lắng và nối tiếp với các hồ hoàn thiện. Chất lượng nước đầu ra đáp ứng được quy chuẩn xả thải QCVN 24:2009/BTNMT loại B.

2. MÔ HÌNH VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình

Mô hình pilot BAC-BSF có công suất 2.0 m³/ngày được lắp đặt tại trạm xử lý nước thải Bình Hưng Hoà.

Cột than hoạt tính sinh học (BAC)

Bảng 1. Đặc điểm kỹ thuật của than hoạt tính hạt gạo dừa

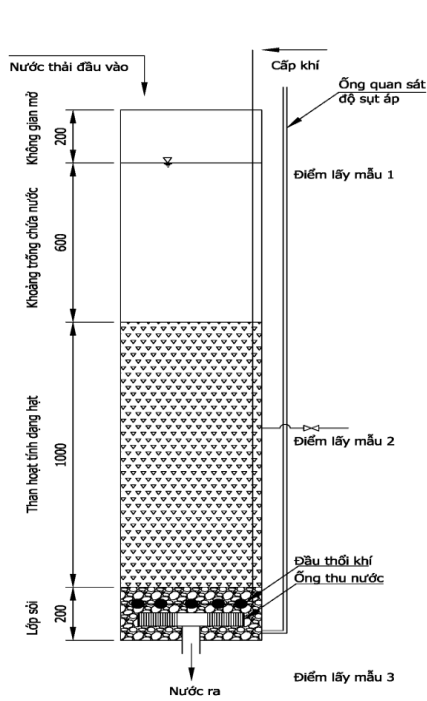
| Chỉ tiêu | Đơn vị | Giá trị |
|-------------------------|--------|-----------|
| Chỉ số iodine | mg/g | 650 - 850 |
| Chỉ số CCl ₄ | % | 40 - 60 |
| Benzene | % | 23 - 35 |
| Methylene Blue | ml/g | 130 - 170 |
| Chỉ số độ cứng | % | ≥ 85 |
| Độ tro | % | 2 - 5 |
| Độ ẩm | % | ≤ 6 |
| pH | - | 7 - 8 |

Cột lọc cát sinh học (BSF)

Cột lọc cát gồm hai cột được mắc song song nhau, mỗi cột có đường kính D 200mm, cao 1,1m, thể tích 34,5 lít. Sỏi đỡ có chiều cao

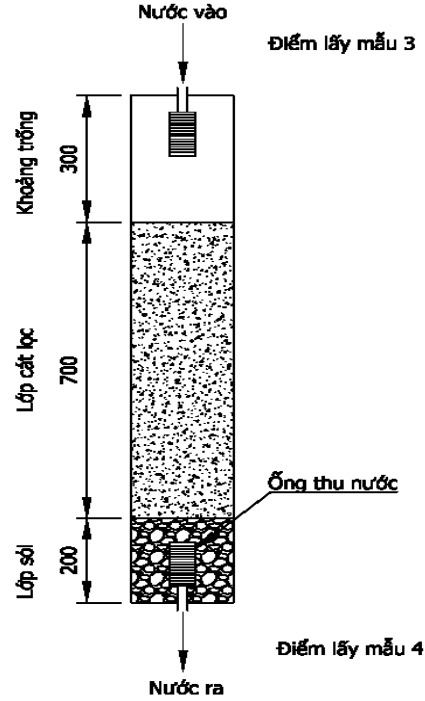
Cột than hoạt tính sinh học được làm bằng thép không gỉ, có đường kính D400 mm, cao 2 m, thể tích làm việc 250 lít. Vật liệu trong cột gồm hai lớp: (i) lớp sỏi đỡ ở phía dưới có kích thước hạt 10-20mm có chiều cao 200mm và (ii) lớp than hoạt tính trên lớp sỏi đỡ có chiều cao 1.0m và thể tích than là 126 lít. Khí được phân phối bằng máy nén khí qua các đá bọt khuếch tán khí đặt dưới đáy cột (Hình 1). Than hoạt tính hạt GAC được sử dụng có kích thước hạt 1.66 - 3.36 mm (tương đương mesh size 6-12), tỉ trọng 520 – 550 kg/m³, màu đen, khô rời, có góc cạnh và các chỉ tiêu cơ bản thể hiện trong bảng 1.

200mm, cát lọc được có chiều cao 700mm, thể tích 22 lít. Cát lọc thạch anh có kích thước hạt 0.7 - 1.2mm, tỉ trọng 1400kg/m³, dạng hạt màu trắng, khô và rời (hình 4).



Hình 1. Sơ đồ mô hình BAC

Nước thử nghiệm được bơm vào một cột BAC, có cấp khí từ đáy cột. Sau đó nước sau BAC tự chảy vào 2 cột lọc cát lắp song song nhau. Không có cấp khí cho cột BSF. Lưu lượng cấp nước vào được kiểm soát bởi đồng hồ lưu lượng. Quá trình rửa ngược được thực hiện bởi bơm rửa.



Hình 2. Sơ đồ mô hình BSF

Nước thải đầu vào

Thử nghiệm pilot được thực hiện với hai loại nước: (i) nước sau hồ lắng và (i) nước sau hồ hoàn thiện. Thành phần và tính chất nước thử nghiệm thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Thành phần và tính chất nước thải tại hồ hoàn thiện

| Thông số | Đơn vị | Sau hồ lắng | | Sau hồ hoàn thiện | | QCVN 24:2009/BTNMT Loại B |
|------------------|-----------|-------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| | | Dãy | Trung bình | Dãy | Trung bình | |
| pH | - | 6.5-7.8 | 7.3 | 6.8-7.6 | 7.3 | 6-9 |
| Độ đục | FAU | 327-479 | 385 | 31-52 | 40.2 | - |
| Độ màu | Pt-Co | 6-26 | 16 | 198-285 | 227 | - |
| BOD ₅ | mg/l | 50-250 | 10-34 | 5-30 | 20 | 50 |
| COD | mg/l | 77-395 | 160 | 25-55 | 42 | 100 |
| N-ammonia | mg/l | 15-101 | 60 | 2-22 | 11 | 10 |
| N-nitrite | mg/l | 19-45 | 32 | 0.2÷3.6 | 2.4 | - |
| N-nitrate | mg/l | 18-43 | 29 | 0-9.9 | 2.2 | 50 |
| Coliforms | MPN/100ml | 0.2-20 | 7x10 ⁴ | - | 1.1x10 ³ | 5x10 ³ |
| SS | mg/l | - | 7.4 | 15-42 | 25 | 100 |

Bảng 2 cho thấy nước sau hồ lắng có nồng độ BOD₅ và SS đạt loại B-QCVN 24:2009. Tuy nhiên ammonia, coliform và COD chưa đạt yêu cầu xả thải. Nước sau hồ hoàn thiện, trước khi xả ra kênh Đen, nồng độ ammonia vẫn chưa đạt yêu cầu. Thời gian lưu nước hồ hoàn thiện có thể chưa đủ lớn để khử chất dinh dưỡng, tảo vẫn phát triển mạnh gây ra mùi tanh, độ màu và độ đục nước thải cao.

Điều kiện vận hành

Nghiên cứu này gồm hai thí nghiệm sau:

Bảng 3 Điều kiện vận hành cho mô hình BAC-BSF

| Quá trình | Tải trọng thủy lực, m ³ /m ² /h | | | | |
|---------------------------------|---|-----|-----|-----|------|
| | BAC | 1.0 | 1.3 | 2.0 | 3.0 |
| BSF | 2.6 | 3.3 | 5.1 | 7.7 | 12.8 |
| Lưu lượng (l/h) | 126 | 163 | 251 | 377 | 628 |
| Thời gian tiếp xúc (EBCT), phút | | | | | |
| BAC | 60 | 46 | 30 | 20 | 12 |
| BSF | 33 | 25 | 16 | 11 | 7 |

Bảng 4 thể hiện các phương pháp phân tích của các thông số chất lượng nước trong nghiên cứu.

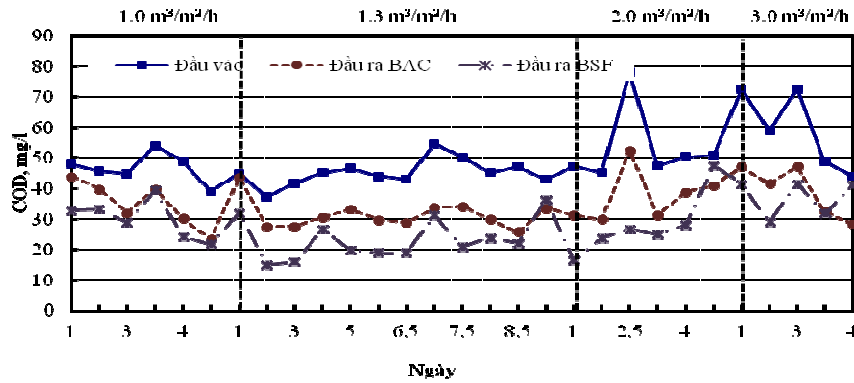
Bảng 4. Phương pháp phân tích các thông số chất lượng nước

| Thông số | Phương pháp phân tích | Sai số | Nguồn |
|-----------|---|--------------|-----------------------------|
| COD | Đun hoàn lưu kín K ₂ Cr ₂ O ₇ , chuẩn độ. | ± 10 mg/l | APHA-5220C |
| TOC | TOC-V _{CPH/CPN} | ± 0,01 mg/l | APHA 7100B – TCVN 5501 – 91 |
| TKN | Phá mẫu, chung cất kjeldalh | ± 0,004 mg/l | APHA-4500N _{org} B |
| N-Ammonia | Chung cất, chuẩn độ, bộ chung cất kjeldalh | ± 0,004 mg/l | APHA-4500C |
| N-Nitrate | Trắc quang ở bước sóng 543 nm, cột khử NO ₃ Cadmium, máy so màu HACH-DR 2010 | ± 0,01mg N/l | APHA-4500E |
| N-Nitrite | Trắc quang ở bước sóng 543 nm, máy so màu HACH-DR 2010 | ± 0,01mg N/l | APHA-4500B |
| pH | Điện cực, HACH pH 221 | ± 0,001 | - |
| DO | Điện cực, HANNA Hi 9143 | ± 0,01mg | - |

Kết quả và thảo luận

Thí nghiệm 1:

Trong thời gian thí nghiệm, nước thải tại hồ hoàn thiện có COD dao động trong khoảng 25-55 mg/l và ammonia trong khoảng 2- 22 mg N/l.

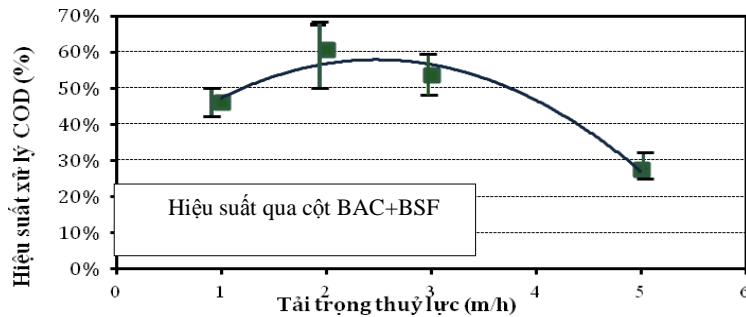


Hình 3. Sự biến thiên COD của BAC-BSF theo thời gian thí nghiệm

COD: Ở tải trọng thủy lực 1.3 m³/m²/h, hiệu quả xử lý COD cao và ổn định. Trong những ngày mới vận hành, hiệu quả xử lý của cột BAC chưa cao, hiệu quả loại bỏ COD chỉ đạt 3%. Trong giai đoạn khởi động vi sinh vẫn chưa phát triển. Vào ngày thứ hai, hiệu quả xử lý tăng lên đáng kể, đạt 26%. Sau đó duy trì ổn định ở hiệu quả 32 – 38% đến cuối chu kỳ hoạt động. Với BSF, hiệu quả xử lý khá tốt. Hiệu quả xử lý của BSF đạt 8- 13% ở tải trọng này (Hình 3).

Khi tăng tải trọng thủy lực lên 2.0 m³/m²/h đối với BAC, hiệu quả xử lý của BAC trung bình 29%, có xu hướng giảm dần vào 2 ngày cuối của chu kỳ lọc, trong khi đó BSF đạt hiệu quả khử

COD khoảng 25%. Độ ổn định của cột lọc không cao. Vào những ngày cuối chu kỳ lọc, hiệu quả xử lý giảm. Ở tải trọng này, hiệu quả xử lý COD trung bình của cả hệ BAC-BSF giảm đi, thấp hơn so với tải trọng 1.3 m³/m²/h. Tuy nhiên, hiệu quả của BAC vẫn còn cao 29% và của cả hệ là 46%. Ở tải trọng thủy lực 3m³/m²/h, hiệu quả xử lý COD của BAC vẫn còn ổn định với hiệu quả trung bình 33%. Tuy nhiên, ở tải trọng này, BSF có hiệu quả xử lý COD thấp, đạt trung bình khoảng 2% làm cho hiệu quả xử lý tổng của BAC-BSF giảm đi đáng kể, chỉ còn trung bình 35% (Hình 4).



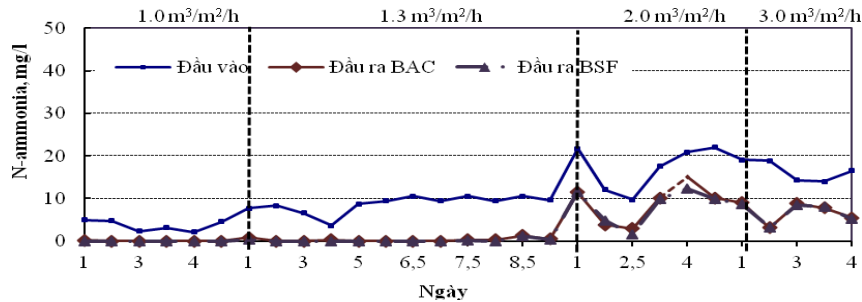
Hình 4. Hiệu quả khử COD theo tải trọng thủy lực của mô hình BAC-BSF

Với nguồn nước đầu vào là hồ hoàn thiện, COD đầu vào trung bình 47-59 mg/l, hiệu quả xử lý tương đối thấp, ổn định ở tải trọng 1.3 m³/m²/h với 48%, COD đầu ra trung bình 24 mg/l và thấp hơn một chút ở tải trọng 2m³/m²/h với 46% hiệu

quả xử lý, COD đầu ra trung bình 28 mg/l, chu kỳ lọc của mô hình ngắn, chỉ ổn định trong khoảng 4-5 ngày và tối đa là 9 ngày do tảo phát triển rất mạnh trong hồ hoàn thiện.

Ammonia: Ở tải trọng thủy lực $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, hiệu quả chuyển hoá ammonia rất tốt, trong ngày đầu tiên xử lý được 97% N-ammonia có trong nước thải đầu vào. Từ ngày thứ 2 trở đi, ammonia chuyển hoá hoàn toàn. Ở tải trọng $1.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, BAC hoạt động hiệu quả, hàm lượng ammonia đầu ra còn giá trị vết, giá trị cao nhất ghi nhận

được là 1.32 mg/l , thỏa tiêu chuẩn của nước cấp dùng cho sinh hoạt TCVN 5502:2003. Với sự hoạt động hiệu quả của BAC trong quá trình chuyển hoá ammonia, BSF chỉ đóng vai trò xử lý tăng cường cho dòng qua BAC còn tồn tại ammonia. Hiệu quả xử lý của toàn bộ hệ thống AAC-BSF đạt từ 60 – 100%.



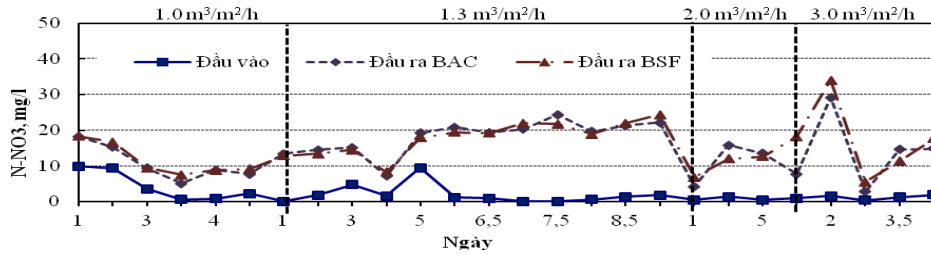
Hình 5. Sự biến thiên N-ammonia của BAC-BSF theo thời gian thí nghiệm

Khi tăng tải trọng lên $2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, do nồng độ N-ammonia đầu vào cao và biến đổi nhiều, độ chênh lệch giữa các ngày lên đến 10 mg/l (Hình 5), hiệu suất chuyển hoá ammonia giảm đáng kể, trung bình vào khoảng 52%. Ammonia còn lại tiếp tục bị khử bởi BSF với hiệu suất bình khoảng 7.5%. Hiệu suất tổng của hệ thống đạt 55%. Tương tự, tải trọng $3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, đầu vào có nồng độ N-ammonia cao, trung bình khoảng 16.5 mg/l , thời gian tiếp xúc của BAC giảm còn 20 phút, hiệu quả chuyển hoá ammonia vào khoảng 57%. Ở tải trọng này, BSF hầu như không còn đóng vai trò đáng kể trong quá trình chuyển hoá ammonia, hiệu suất trung bình của BSF chỉ còn 2% và của cả hệ thống BAC-BSF là 58%.

Hiệu quả xử lý ammonia khi mô hình đặt tại hồ hoàn thiện đạt trung bình 99% ở tải trọng $1.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$. Tuy nhiên, do hàm lượng ammonia trong nước thải đầu vào trong chu kỳ này thấp, trung bình chỉ 8.7 mg/l , ammonia đầu ra trung

bình còn lại chỉ 0.15 mg/l . Ở tải trọng 2.0 và $3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, ammonia đầu vào khá cao, lên đến lần lượt là 17.3 mg/l và 16.3 mg/l . Hiệu quả xử lý lúc này chỉ còn 55% ở $2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ và 58% ở $3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, ammonia còn lại khoảng $6-8 \text{ mg/l}$. Ammonia tại hồ lắng khá cao, ở tải trọng $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ lên đến 40.6 mg/l , trung bình các tải trọng khác khoảng $24-28 \text{ mg/l}$. Hiệu quả xử lý của mô hình lúc này ổn định, trung bình khoảng 61% ở $2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ và 65% ở $3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ với nồng độ ammonia đầu ra thấp nhất, trung bình 10.3 mg/l ở tải trọng $2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ và 8.4 mg/l ở tải trọng $3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$.

Nitrat: Ở tải trọng $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, quá trình chuyển hoá nitrate trong BAC tăng dần từ 46% lên trên 90%. Sự chuyển hóa thành N-NO_3^- qua cột BAC trung bình đạt 6.4 mg/l . Cột BSF đóng vai trò tăng cường khả năng chuyển hoá, sau BSF, lượng N-NO_3^- trung bình được tạo thành là 1.44 mg/l .



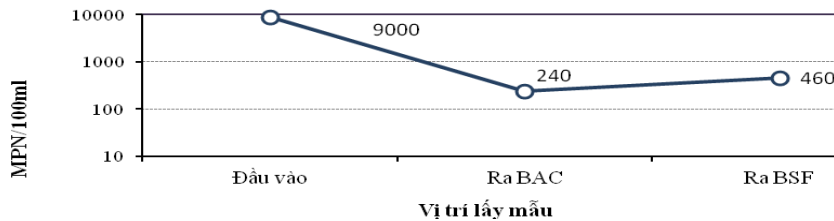
Hình 6. Sự biến thiên N-NO₃ của BAC-BSF theo thời gian thí nghiệm

Đối với tải trọng 1.3 m³/m²/h, quá trình nitrate hóa tiếp tục tăng lên và ổn định với hiệu suất trung bình 88% đối với BAC và cho cả hệ thống BAC-BSF. Sự chuyển hóa thành N-NO₃⁻ qua cột BAC trung bình đạt 16.2 mg/l (hình 6).

Khi tăng tải trọng lên 2m³/m²/h, hiệu quả chuyển hóa nitrate vẫn tiếp tục được duy trì và có phần tăng lên, trung bình 90%, nhưng lượng NO₃⁻ tạo thành qua cột BAC giảm, trung bình đạt 10.9 mg/l. Qua cột BSF, quá trình nitrat hoá vẫn đạt hiệu quả cao do DO ở đầu vào của BSF còn cao, trung bình trên 2 mg/l. Ở tải trọng 3.0 m³/m²/h, hiệu quả xử lý vẫn còn cao, trung bình 90%. Lượng N-NO₃⁻ được tạo thành qua cột BAC trung bình đạt 12.6 mg/l.

Hiệu suất quá trình nitrate hóa tăng dần khi tăng tải trọng. Nồng độ nitrate sau BAC và BSF luôn tăng, điều này chứng tỏ vi khuẩn nitrate hoá phát triển mạnh. Tuy nhiên, quá trình khử nitrate diễn ra quá yếu do nồng độ oxy trong hệ thống BAC-BSF luôn ở mức trên 2 mg/l, DO sau BSF trung bình vẫn còn 2.5 mg/l làm cho hàm lượng nitrate sau xử lý cao, trung bình từ 11-18 mg/l.

Coliforms: Hình 7 cho thấy hiệu quả xử lý coliforms cao, đạt trên 97% vào ngày đầu tiên ở tải trọng thủy lực 2.0 m³/m²/h. Tuy nhiên, nếu so sánh với tiêu chuẩn nước cấp sinh hoạt thì giá trị đầu ra của cột BAC là 240 MPN/100ml vẫn chưa đáp ứng được yêu cầu. TCVN 5502:2003 (200 MPN/100ml).



Hình 7. Sự biến thiên Coliforms qua các quá trình xử lý ở tải trọng 2.0 m³/m²/h

Thí nghiệm 2:

Trong suốt thời gian thí nghiệm, nước thải tại hồ lắng có COD trong khoảng 15-101 mg/l và N-ammonia khoảng 18- 43 mg/l. Khi so sánh với thành phần tính chất nước thải ở hồ hoàn thiện (theo Bảng 2), hàm lượng COD và ammonia cao gần gấp 2 lần. Mô hình được vận hành với các tải trọng thủy lực 1.0, 2.0, 3.0 và 5.0 m³/m²/h .

COD và TOC: Hiệu quả xử lý COD ở giai đoạn thích nghi không cao, dao động trong khoảng 32-69% cho hệ thống BAC-BSF, giá trị

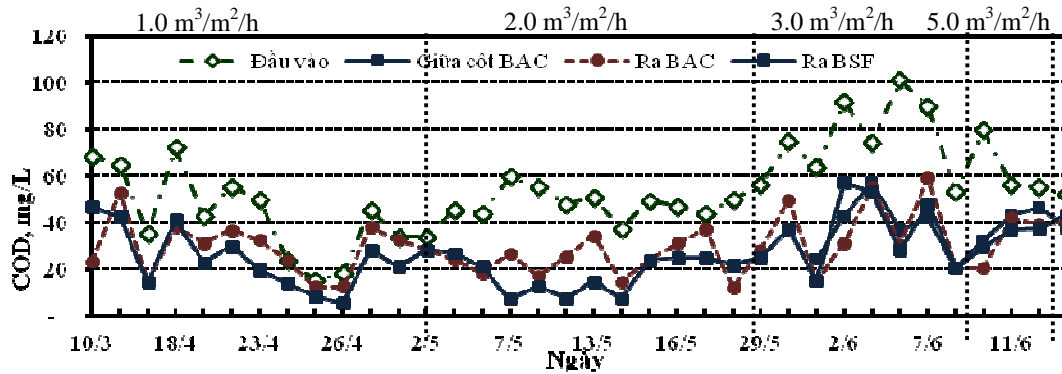
trung bình đo được là 45.9%. Giá trị COD đầu vào lúc này nằm trong khoảng 15-72mg/l, COD đầu ra đạt được ở mức nhỏ nhất là 6mg/l, trung bình là 25 mg/l.

Ở tốc độ lọc 2.0 m³/m²/h, hiệu quả xử lý COD ở thời gian đầu tương đối thấp do ảnh hưởng của quá trình rửa ngược như nêu ở trên, hiệu quả lúc này chỉ khoảng 15%. Tuy nhiên, ở ngày thứ ba và thứ tư, hiệu quả xử lý đã phục hồi trở lại do màng vi sinh đã phát triển. Hiệu quả cao

nhất đạt được là 88% ở ngày 7/5 với COD bằng 7 mg/l.

Ở tốc độ lọc 3.0 m³/m²/h, do thời gian này COD đầu vào cao (44-101 mg/l) và dao động, nên khả năng xử lý của hệ thống cũng dao động theo.

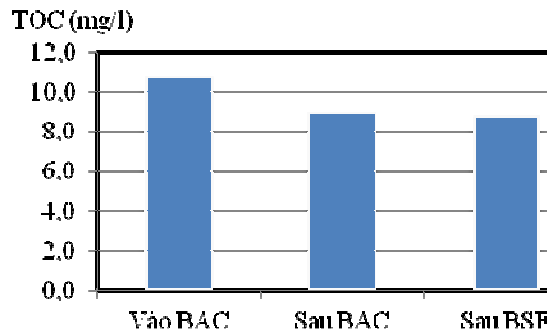
Trong chu kỳ này, hiệu quả xử lý trung bình đạt được là 57%. Ở tốc độ 5.0 m³/m²/h, hiệu quả xử lý giảm đáng kể, chỉ còn 15-30% do thời gian lưu nước quá ngắn, vi sinh chưa kịp tiêu thụ COD.



Hình 8. Sự biến thiên COD của BAC-BSF theo thời gian thí nghiệm

Khi vận hành tại hồ lắng, nồng độ COD đầu vào cao hơn trung bình khoảng 47-71 mg/l (Hình 8), hiệu quả xử lý cao hơn và ổn định với tải trọng 2.0 m³/m²/h với 61% COD được xử lý, nồng độ COD đầu ra còn lại trung bình 18mg/l. Ở tải trọng

3.0 m³/m²/h, hiệu quả xử lý COD hơi giảm nhưng vẫn ổn định ở mức 57%, COD đầu ra trung bình 33 mg/l với chu kỳ lọc dài hơn, kéo dài 14 ngày đối với tải trọng 2.0 m³/m²/h và 12 ngày đối với tải trọng 3.0 m³/m²/h.

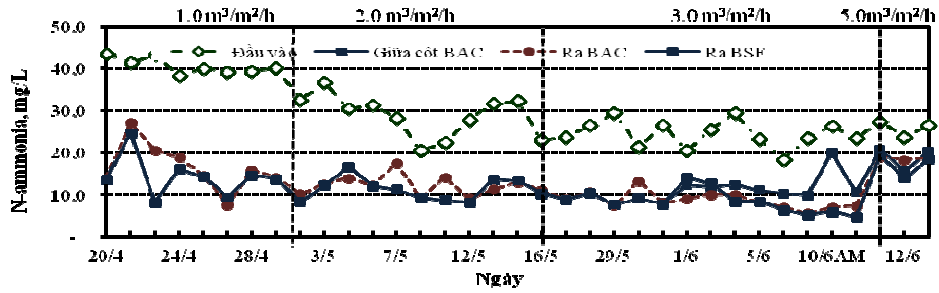


Hình 9. Nồng độ TOC dòng ra qua BAC và BSF thí nghiệm

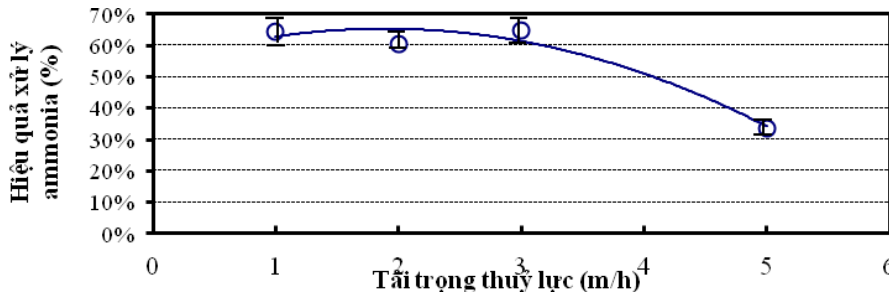
Hình 9 cho thấy hiệu quả khử TOC của mô hình BAC-BSF không cao. Hàm lượng TOC đầu thấp và các kết quả không chênh lệch nhiều. Điều này cho thấy hàm lượng hữu cơ có thể chủ yếu ở dạng lơ lửng.

Ammonia: Nồng độ ammonia của nước thải đầu vào cao ở tải trọng 1.0 m³/m²/h và thấp ở tải trọng tiếp theo là do thời gian này không có mưa.

Ở tải trọng sau, nồng độ ammonia thấp hơn là do nước mưa pha loãng. Ở tải trọng 1.0 m³/m²/h, tuy nồng độ ammonia đầu vào cao nhưng do thời gian lưu nước lâu (2 giờ đối với BAC) nên hiệu quả khử ammonia cũng khá tốt, trung bình đạt được 59%, cao nhất đạt đến 81% với BAC, 65% cho cả hệ thống BAC-BSF.



Hình 10. Sự biến thiên của ammonia của BAC-BSF theo thời gian thí nghiệm

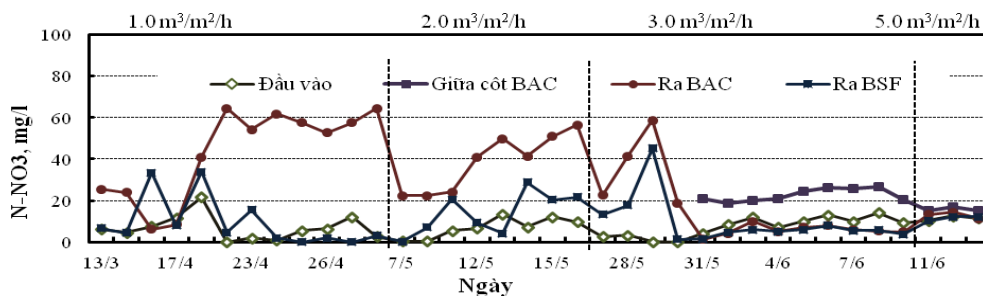


Hình 11. Hiệu quả xử lý ammonia của BAC-BSF theo tải trọng thủy lực

Ở tải trọng $2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, hiệu quả xử lý ổn định và thấp hơn tải $1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ do thời gian lưu nước giảm, trung bình đạt 57%, cao nhất có thể đạt 75% với BAC, 61% cho BAC-BSF (Hình 11). Ở tải trọng $3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, hiệu quả khử ammonia cao nhất. Điều này có thể giải thích rằng, ở thời gian này lớp màng vi sinh phát triển nhanh và nhiều nhất, hiệu quả trung bình 64%, cao nhất 80% với BAC, 65% cho BAC-BSF. Tuy nhiên khi tăng tải lên $5.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, thì hiệu quả xử lý giảm đáng kể và rõ rệt, chỉ còn trung bình 28% với BAC, 34% cho BAC-BSF mặc dù nồng độ

đầu vào không cao. Sau BSF, một lượng nhỏ ammonia tiếp tục bị phân huỷ.

Nitrate: Theo hình 12, ở tốc độ $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, trong thời gian đầu, lượng nitrate sinh ra rất ít do màng vi sinh chưa phát triển. Sau đó lượng nitrate đo được ở đầu ra rất lớn chứng tỏ màng vi sinh đã hình thành tuy nhiên chưa đủ dày và nhiều để hình thành nên vùng thiếu khí để khử nitrate, hầu hết quá trình khử nitrate diễn ra trong BSF do DO ở đây rất thấp, NO_3^- chưa kịp bị khử trong cột BAC, nồng độ nitrate đầu ra BAC rất cao, có lúc đạt đến 64 mg/l.



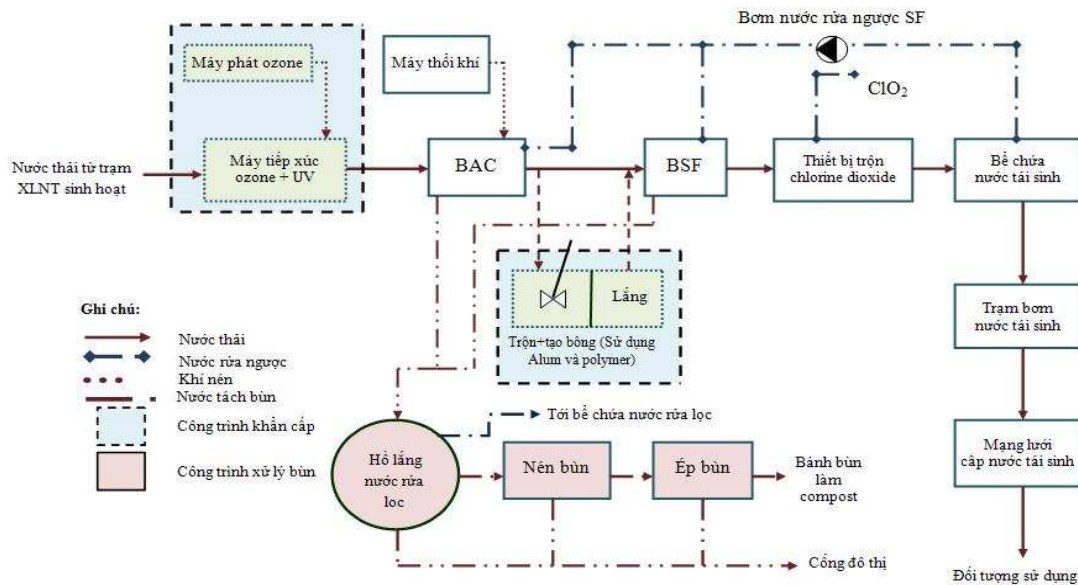
Hình 12. Sự biến thiên của nitrate theo tải trọng của BAC-BSF theo thời gian thí nghiệm

Ở tải trọng $2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, hàm lượng nitrate sinh ra giảm đáng kể do tác động của việc rửa ngược quá mức như đã nêu ở phần DO. Tuy nhiên, sau đó quá trình nitrate hoá đã phục hồi do lớp màng vi sinh đã phát triển trở lại, hàm lượng nitrate đầu ra BAC vẫn còn rất cao, có lúc đạt đến giá trị 56 mg/l .

Ở $3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, nitrate ban đầu sinh ra cao nhưng sau đó giảm rất nhanh sau khi ra khỏi BAC chỉ còn vài mg/l , trong thời gian này, việc khảo sát nồng độ nitrate ngay tại vị trí giữa cột được tiến hành và phát hiện nồng độ nitrate ở đây khoảng 20 mg/l , sau khi ra khỏi cột, hàm lượng nitrate chỉ còn lại khoảng dưới 10 mg/l . Điều này chứng tỏ, ở tải trọng này, màng vi sinh trong trong cột BAC phát triển rất mạnh, hình thành

những vùng thiếu khí có khả năng khử nitrate ngay sau khi nó sinh ra.

Kết quả cho thấy, mô hình đặt tại hồ hoàn thiện chỉ có khả năng nitrate hoá, hàm lượng nitrate đầu vào trung bình chỉ khoảng $1.2\text{-}4.3 \text{ mg/l}$ ở các tải trọng và nồng độ nitrate đầu ra cao nhất ở tải trọng $1.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ (17.9 mg/l), thấp nhất ở tải trọng $2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ (13.0 mg/l). Khi đặt tại hồ lắng, do hàm lượng COD cao hơn, vi sinh phát triển mạnh, khả năng nitrate hoá và khử nitrate tốt hơn, hàm lượng nitrate đầu vào trung bình 7.4 mg/l , đầu ra thấp nhất ở tải trọng $3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ với 9.5 mg/l . Tóm tắt chất lượng nước tái sinh từ các thực nghiệm thể hiện trong bảng 5. Sơ đồ công nghệ tái sinh nước sử dụng BAC-BSF cho tưới cây xanh trong vùng không hạn chế tiếp xúc được thể hiện trong Hình 13.



Hình 13. Sơ đồ công nghệ tái sinh nước sử dụng BAC-BSF cho tưới cây xanh trong vùng không hạn chế tiếp xúc

Bảng 5. Tóm tắt chất lượng nước tái sinh từ mô hình thử nghiệm BAC-BSF ở tải trọng $2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ và $3.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ so với giá trị giới hạn sử dụng nước tái sinh

| Thông số | Đơn vị | $2 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ | $3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ | Giá trị giới hạn ⁽²⁾ | | |
|----------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|------------|-----|
| | | | | Thấp | Trung bình | Cao |
| pH | - | 7.1 | 7.1 | 6-9 | 6-9 | 6-9 |
| Độ đục | FAU | 9 | 10 | - | <2 | |

| | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|----|-------------------|-----|-----|-----|
| COD | mg/l | 18 | 33 | - | - | - |
| BOD ₅ ⁽¹⁾ | mg/l | 10 | 16 | <30 | <10 | <1 |
| TOC | mg/l | - | 8.8 | - | - | <10 |
| N-Nitrate | mg/l | 14 | 9 | - | - | 0.1 |
| Coliforms | MPN/100ml | - | 3x10 ³ | 200 | KPH | KPH |
| SS | mg/l | 9 | 10 | <30 | - | - |

Chú thích: ⁽¹⁾ BOD₅ trong bảng này lấy bằng 50% giá trị COD

⁽²⁾ Dựa theo tiêu chuẩn nước tái sinh của US EPA

3. KẾT LUẬN

Dựa vào kết quả nghiên cứu một số kết luận sau được rút ra: Công nghệ BAC-BSF đạt hiệu quả khử COD, nitrate hóa tốt ở tải trọng 2 – 3 m³/m²/h. Công nghệ BAC-BSF để tái sinh nước thải sinh hoạt đã xử lý bậc hai có thể đạt các chỉ tiêu BOD, TOC, SS cho mục đích tái sử dụng

nước có chất lượng thấp. Tuy nhiên tổng số Coliform và độ màu còn cao. Độ màu này có thể gây ra do nước thải đầu vào có trộn lẫn nước thải không xử lý từ các nhà máy tiểu thủ công nghiệp dệt nhuộm trong khu vực. Vì vậy biện pháp khử trùng và xử lý bổ sung bằng chất keo tụ trước lọc BSF là cần thiết.

APPLICATION OF BAC-BSF BIOLOGICAL TECHNOLOGY IN REUSE OF DOMESTIC WASTEWATER IN HO CHI MINH CITY

Phan Thanh Nhan, Nguyen Phuoc Dan and Nguyen Thi My Hien
University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT: This research aims to assess treatment efficiency of model combined biological activated sludge (BAC) and biological sand filter (BSF) to domestic wastewater after secondary treatment so that reclaimed water quality can be achieved at low or medium level in Ho Chi Minh City. Combined model included BAC filter followed by BSF. The influent is taken from stabilization pond (Binh Hung Hoa wastewater treatment plant: dry season capacity: 28.000 m³/day; rain season capacity: 46.000 m³/day). Characteristic of influent is: color: 227 Pt-Co; COD: 42 mg/l, N-NH₃: 11 mg/l, Fecal Coliform: 1,1x10³ MPN/100ml. Results showed that it can choose loading of 2 – 3 m³/h to BAC-BSF model, efficiency is rather good and stable; capacity is rather high and nitrification and denitrification is occurred well. When BAC-BSF model is applied to reclaim secondary domestic wastewater, quality of effluent may adapt to some reuse applications with medium level in some parameters such as BOD₅, TOC and SS. However, total coliform, color and turbidity is still high. Turbidity and color is caused by mixing of raw wastewater of itself and some textile factories. Therefore, disinfection and supplemental treatment which uses coagulant before entering BSF is necessary. Using ozone followed by BAC may enhance removal efficiency of TOC, color and turbidity..

Keywords: Biological activated carbon (BAC), biological sand filter (BSF), wastewater reuse, domestic wastewater.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Anderson, J. (2003). The environmental benefits of water recycling and reuse.

Water Science and Technology: Water Supply, 3(4), 1-10.

[2]. Asano, T. and Levine, A. (1998). Wastewater Reclamation and Reuse. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

- [3]. Báo cáo kết quả thí nghiệm phân tích mẫu nước trạm xử lý Bình Hưng Hòa, tháng 7 năm 2007.
- [4]. Chao Chen, Xiaojian Zhang, Wenjie He, Wei Lu, Hongda Han (2007). Comparison of seven kinds of drinking water treatment processes to enhance organic material removal: A pilot test. David R. Simpson, 2008, Review Biofilm processes in biologically active carbon water purification.
- [5]. Dân, N.P. và cộng sự (2006). Nghiên cứu sử dụng lại nước thải sinh hoạt đã xử lý ở thành phố Hồ Chí Minh. Báo cáo đề tài Sở Khoa Học và Công Nghệ TP.Hồ Chí Minh năm 2006.
- [6]. Lazarova, V. (2001). Role of water reuse in enhancing integrated water management in Europe. Final Report of the EU project CatchWater, ONDEO, Paris, France.
- [7]. USEPA. (1992). Guidelines for water reuse (Manual. Washington, DC: United States Agency for International Development, USA.
- [8]. Woo H.K., Nishijima W., Baes A.U., Okada M (1997). Micropollutant removal with saturated biological activated carbon (BAC) in ozonation-BAC.
- [9]. Wataru Nishijima, Mitsumasa Okada (1998). Particle separation as a pretreatment of an advanced drinking water treatment process by ozonation and biological activated carbon.
- [10]. W. Buchanan, F. Roddick, N. Porter (2008). Removal of VUV pre-treated natural organic matter by biologically activated carbon columns.
- [11]. Techneau, 2006, Ozonation and Biofiltration in Water treatment: Operational status and Optimization issues.