

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ COD/TP ĐẾN QUÁ TRÌNH XỬ LÝ PHOTPHO, NITƠ TRONG HỆ THỐNG A2O QUY MÔ PHÒNG THÍ NGHIỆM

Đến tòa soạn 30 - 5 - 2014

Đỗ Khắc Uẩn

Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Nguyễn Hoàng Nam

Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

SUMMARY

EVALUATING THE EFFECTS OF COD/TP RATIO ON PHOSPHORUS AND NITROGEN REMOVAL IN A LAB-SCALE A2O SYSTEM

The study was carried out to evaluate the effects of COD/TP ratio on nitrogen and phosphorus removal nitrogen from synthetic wastewater in a lab-scale. The influent COD was prepared at about 350mg/L, while the TP was varied to obtain the COD/TP ratio of 20, 30, 40, and 60. The obtained results showed that when the COD/TP ratio was lower than 30, the TP removal efficiency increased when COD/TP ratio was increased, the TP removal efficiency was varied from 72% to 83%, corresponding to the effluent TP lower than 3.0 mg/L. The COD/TP ratio seemed not affect the COD and TN removal. At all COD/TP ratios, the COD and TN removal efficiencies were achieved at over 93% and 75%, respectively. Based on the observed results, it should be noted that during designing and operating the A2O system, the COD/TP ratio needs to be maintained at a proper ratio to achieve high removal efficiency.

Keywords: A2O system, COD/TP ratio, nitrogen removal, phosphorus removal, wastewater

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ yếm khí - thiếu khí - hiếu khí (A2O) đã được nghiên cứu và ứng dụng nhiều để xử lý đồng thời các chất dinh dưỡng (nitơ và photpho) trong nước thải bằng phương pháp sinh học [9]. Đây là

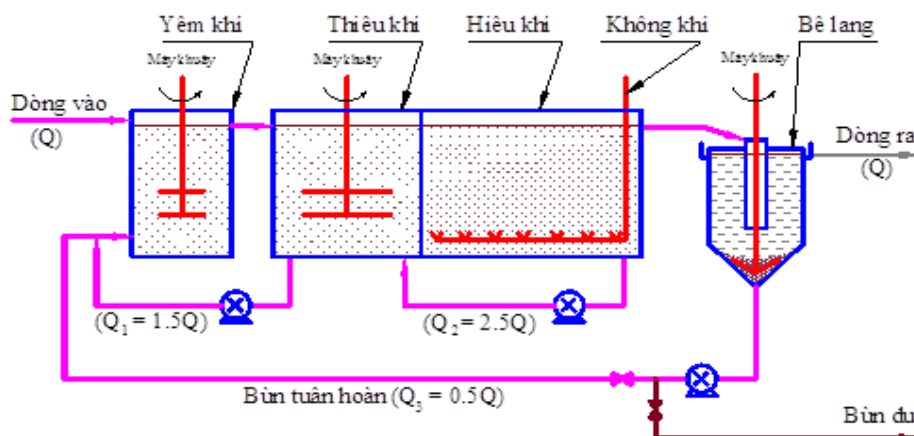
công nghệ có hiệu quả xử lý cao và có nhiều ưu điểm về chi phí vận hành so với các phương pháp kết tủa hóa học [3,4,6]. Tuy nhiên, vận hành hệ thống A2O này tương đối khó và phức tạp hơn nhiều so với hệ thống bùn hoạt tính

thông thường [3]. Nhiều yếu tố như thời gian lưu, đặc trưng nước thải, nhiệt độ,... gây ảnh hưởng lớn đến hiệu suất xử lý của hệ thống A2O [1]. Thành phần của nước thải đầu vào ổn định là một trong những yêu cầu quan trọng cho quá trình xử lý. Khi nước thải có COD, TP thay đổi có khả năng gây ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của các vi khuẩn tích lũy poly-phosphat (còn gọi là vi khuẩn poly-P, hoặc PAOs) và do đó gây ảnh hưởng đến hiệu suất khử photpho của hệ thống [8]. Nếu tỷ lệ COD/TP đầu vào thấp, hiệu quả xử lý photpho có thể bị ảnh hưởng do COD thiếu. Nếu tỷ lệ COD/TP đầu vào cao, phần COD dư giúp sự sinh trưởng và phát triển của các vi khuẩn khác, làm giảm tỷ lệ PAOs trong bùn hoạt tính, và cũng sẽ gây ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý. Do đó, nghiên cứu được tiến hành để đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ COD/TP đầu vào đến hiệu suất của quá trình xử lý nitơ, photpho trong nước thải bằng hệ thống A2O. Ngoài ra, ảnh hưởng của tỷ lệ COD/TP đến sự thay đổi của thành phần P trong bùn thải và đến quá trình xử lý COD cũng được nghiên cứu.

2. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

2.1. Hệ thống thiết bị thí nghiệm

Hình 1 biểu diễn sơ đồ nguyên lý của hệ thống thiết bị dùng trong nghiên cứu. Hệ thống bao gồm ba ngăn: ngăn yếm khí (1,5 L), ngăn thiếu khí 3,75 L và ngăn hiếu khí 4,75 L. Nước thải được bơm định lượng vào hệ thống với lưu lượng $Q = 900 \text{ mL/h}$. Hỗn hợp bùn - nước thải trong ngăn hiếu khí được bơm tuần hoàn (lưu lượng $Q_1 = 2,5 Q$) trở lại ngăn thiếu khí phục vụ cho quá trình khử nitrat. Hỗn hợp bùn - nước thải từ ngăn thiếu khí được bơm tuần hoàn (lưu lượng $Q_2 = 1,5 Q$) vào ngăn yếm khí cho quá trình phân giải polyphosphat. Nước thải sau khi ra khỏi ngăn hiếu khí được đưa sang bể lắng (thể tích 2,5 L) làm nhiệm vụ lắng tách bùn. Nước trong được đưa ra ngoài, một phần bùn lắng được bơm tuần hoàn trở lại ngăn yếm khí (lưu lượng $Q_3 = 0,5 Q$) và một phần bùn được thải bỏ. Các máy khuấy lắp đặt ở các ngăn yếm khí và thiếu khí nhằm đảm bảo khuấy trộn sinh khối ở trạng thái lơ lửng. Quá trình sục khí cho ngăn hiếu khí bằng không khí nén thổi qua các đầu phân tán khí để duy trì nồng độ ôxi hòa tan khoảng 2,5 - 3,0 mg/L.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống A2O dùng trong nghiên cứu

2.2. Thành phần nước thải

Nghiên cứu sử dụng nước thải tổng hợp với các thành phần cơ bản gồm: Glucoza 325 mg/L; NH_4Cl 125 mg/L, NaHCO_3 220 mg/L; KH_2PO_4 24-76 mg/L, các muối vi lượng ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0,19 mg/L; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 5,60 mg/L; $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,88 mg/L; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1,30 mg/L) (Do *et al.*, 2009). Nước thải được chuẩn bị từ 3 lần/tuần nhằm duy trì nồng độ COD, tổng nitơ (TN) ổn định ở các giá trị COD 350 mg/L, TN 32 mg/L. Tổng phốt pho (TP) đầu vào được chuẩn bị với nồng độ dao động từ 5,8 - 17,5 mg/L nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ COD/TP đến hiệu quả xử lý của hệ thống A2O.

2.3. Phương pháp phân tích

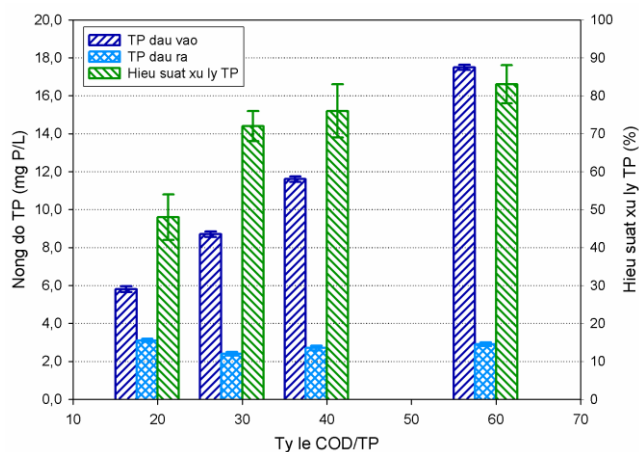
Các thông số COD, TP, TN, hàm lượng chất rắn lơ lửng (MLSS), hàm lượng chất rắn bay hơi (MLVSS) của nước thải trước và sau xử lý được phân tích theo các phương pháp chuẩn [2]. Nồng độ amoni (NH_4^+ -N) xác định bằng phương pháp điện cực chọn lọc ion (Thermo Orion, Model 95-12, USA). pH, DO được đo bằng thiết bị pH/DO Meter (Horiba Model D-55E, Japan).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

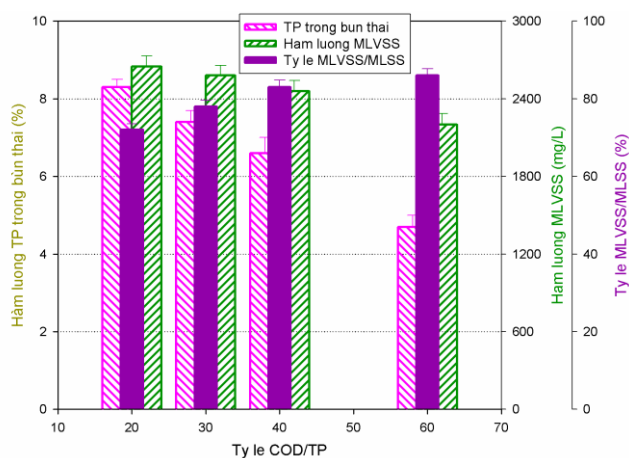
3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ COD/TP đến hiệu suất xử lý TP

Ảnh hưởng của tỷ lệ COD/TP đến hiệu quả xử lý TP được biểu diễn trên hình 2. Kết quả cho thấy khi tỷ lệ COD/TP nhỏ hơn 30, hiệu suất xử lý photpho tăng tương ứng với việc tăng tỷ lệ COD/TP. Khi tỷ lệ COD/TP ở mức 30, hiệu suất xử lý TP đạt khoảng 72%. Khi tỷ lệ COD/TP lớn hơn 30, hiệu suất xử lý TP tăng dần và nằm trong khoảng 76-83%. Nồng độ TP trong dòng thải ra thấp hơn 3,0 mg/L. Kết quả thu được từ nghiên cứu cho thấy việc duy trì tỷ lệ COD/TP lớn hơn 30 có khả năng đảm bảo hiệu quả xử lý TP cao trong hệ thống A2O. Nói cách khác, tỷ lệ COD/TP 30 có thể coi là giá trị giới hạn giữa COD và TP giới hạn trong hệ thống A2O.

Sự biến thiên của hàm lượng bùn (MVSS) trong bể hiếu khí và hàm lượng TP trong bùn tại các tỷ lệ COD/TP được biểu diễn trên hình 3. Từ hình 3 cho thấy có sự thay đổi khá lớn về tỷ lệ TP trong bùn. Khi tỷ lệ COD/TP tăng từ 20 đến 60, thành phần TP trong bùn có xu hướng giảm rõ rệt, từ 8,3% xuống còn khoảng 4,7%. Hàm lượng bùn (MLVSS) cũng giảm từ 2650 mg/L xuống còn 2200 mg/L khi tỷ lệ COD/TP tăng lên. Tuy nhiên từ hình 3 cho thấy tỷ lệ MLVSS/MLSS lại tăng lên (72% lên 86%) khi tăng tỷ lệ COD/TP.



Hình 2. Ảnh hưởng của tỷ lệ COD/TP đến hiệu suất xử lý TP

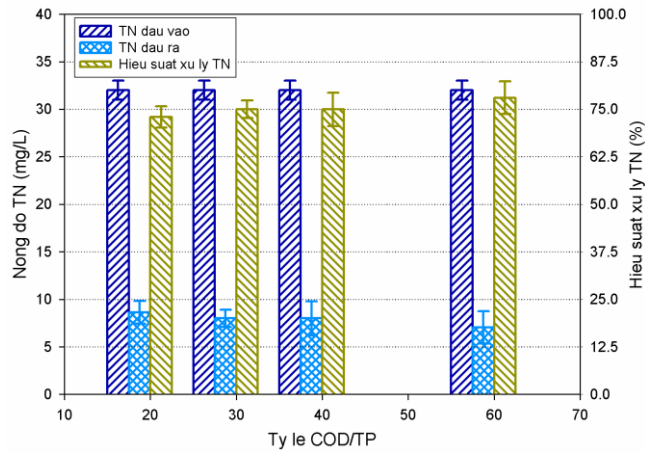


Hình 3. Ảnh hưởng của COD/TP đến thành phần TP trong bùn thải

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ COD/TP đến hiệu suất xử lý TN

Hình 4 biểu diễn sự biến thiên về hiệu suất xử lý TN theo tỷ lệ COD/TP. Đối với tất cả các điều kiện COD/TP, hiệu suất xử lý TN đều đạt khá cao, từ 73-78%, tương ứng với nồng độ TN trung bình trong dòng thải ra khoảng 7,1 - 8,6 mg/L. Từ kết quả thu được cho thấy tỷ lệ COD/TP hầu như không ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý TN bằng hệ thống A2O.

Điều này có thể được giải thích là do trong nghiên cứu này, nồng độ COD và TN được duy trì tương đối ổn định trong khoảng 350 và 32 mg/L, tương ứng với tỷ lệ C/N khoảng 11, cho thấy nguồn cacbon đủ để cho các vi khuẩn trong bể thiếu khí thực hiện quá trình khử nitrat. Các nghiên cứu khác cho thấy quá trình khử nitrat có thể gần đạt hoàn toàn khi tỷ lệ C/N đạt trên 8,4 [5,7,10].

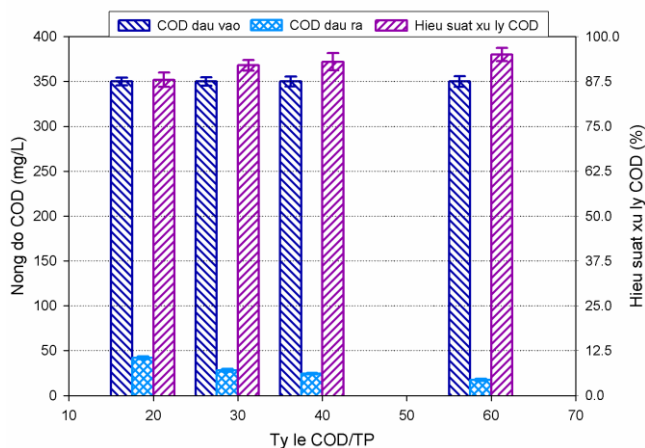


Hình 4. Ảnh hưởng của COD/TP đến hiệu suất xử lý TN

3.3. Ảnh hưởng của COD/TP đến hiệu suất xử lý COD

Hiệu suất xử lý COD theo các tỷ lệ COD/TP khác nhau được thể hiện trên hình 5. Từ hình vẽ cho thấy, với mọi tỷ lệ COD/TP, hiệu suất quá trình xử lý COD đạt trung bình từ 88-95%. Nồng độ COD trong dòng sau xử lý khá thấp, chỉ dao động trong khoảng 18 - 42 mg/L. Trong nghiên cứu này tải trọng hữu cơ được duy trì khoảng 0,76 kg COD/m³.ngày. Lượng cơ chất hữu cơ sẽ bị xử lý cả trong ba khu vực trong hệ

thống A2O: thông thường một lượng lớn COD bị sử dụng vùng yếm khí do các vi khuẩn poli-P, một phần sẽ được sử dụng trong vùng thiếu khí do các vi khuẩn khử nitrat và phần COD còn lại sẽ bị oxi hóa trong vùng hiếu khí. Hiệu quả xử lý COD thu được khá cao cho thấy rằng hầu hết các hợp chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học. Đồng thời cũng cho thấy khả năng ứng dụng công nghệ A2O để xử lý đồng thời cả các chất hữu cơ và các chất dinh dưỡng.



Hình 5. Ảnh hưởng của COD/TP đến hiệu suất xử lý COD

4. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu thu được cho thấy tỷ lệ COD/TP của nước thải đầu

vào ảnh hưởng lớn đến hiệu suất xử lý TP của hệ thống A2O. Khi tỷ lệ COD/TP thấp hơn 30, hiệu suất xử lý TP tăng

tuyến tính cùng với tỷ lệ COD/TP. Nhưng khi tỷ lệ COD/TP lớn hơn 30, hiệu suất xử lý TP đạt khoảng 72 - 83%, và nồng độ TP trong dòng thải ra đều thấp hơn 3,0 mg/L. Tuy nhiên, hàm lượng bùn và thành phần P trong bùn lại có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ. Trong khi đó, tỷ lệ MLVSS/MLSS lại tăng khi tăng tỷ lệ COD/TP. Đặc biệt, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy với tỷ lệ COD/TP hầu như không ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý TN và COD. Với mọi điều kiện COD/TP, hiệu suất xử lý TN và COD đều đạt rất cao (TN trên 75%, COD trên 93%). Từ kết quả nghiên cứu cho thấy khi thiết kế và vận hành hệ thống cần tính đến ảnh hưởng của tỷ lệ COD/TP và cần duy trì tỷ lệ thích hợp để đảm bảo hiệu quả xử lý cao. Khi cân nhắc hiệu quả xử lý của hệ thống A2O, nên duy trì tỷ lệ COD/TP lớn hơn 30 có khả năng đảm bảo hiệu quả xử lý TP, TN, và COD cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Andrew, J. and J. David, Enhanced biological phosphorus removal from wastewater by biomass with different phosphorus contents. *Water Environ. Res.*, 75: 485-498, (2003).
2. APHA, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21st edition, American Water Works Association, Water Pollution and Control Federation, Washington, DC (2005).
3. Banu J.R., K.U. Do and I.T. Yeom, Nutrient removal in an A2/O-MBR reactor with sludge recycling. *1st International Conference on Technologies & Strategic Management of Sustainable Biosystems*, Perth, Western Australia, July 6-9, (2008).
4. Banu J.R., K.U. Do, P. Nafisa, S. Ramya and I.T. Yeom, Technologies to remove nutrients from the wastewater. *National Conference on Recent Trends in Chemical Engineering*. St. Peters Engineering College, Chennai, India, April 2-4. pp. 176-185, (2008).
5. Carucci A., R. Ramadori, S. Rossetti and M.C. Tomei, Kinetics of denitrification reactions in single sludge systems. *Water Res.* 30: 51-56, (1996).
6. Do, K.U., J.R. Banu and I.T. Yeom, A study on the effects of aluminum sulfate addition on organic and nutrient removal in an anoxic-aerobic system. *J. Sci. Technol.*, 4: 110-118, (2009).
7. Henze M., G.H. Kristensen and R. Strube, Rate capacity characterization of wastewater nutrient removal processes. *Water Sci. Technol.* 29: 101-107, (1994).
8. Peng, Y. and G. Zhu, Biological nitrogen removal with nitrification and denitrification via nitrite pathway. *App. Microb. Biotechnol.*, 73: 15-26, (2006).
9. Tchobanoglous, G., F.L. Burton and H.D. Stensel, *Wastewater engineering: Treatment, disposal and reuse*. 4th edn. McGraw-Hill, New York, (2003).
10. Tseng, C., T.G. Potter and B.E. Koopman, Effect of influent chemical oxygen demand to nitrogen ratio on a partial nitrification/denitrification process. *Water Res.* 32: 165-173, (1998).