NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN LƯU BÙN ĐẾN HIỆU QUẢ XỬ LÝ CHẤT THẢI SINH HOẠT THÔNG QUA HỆ THỐNG ĐỒNG PHÂN HỦY SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ MÀNG LỌC SINH HỌC KỴ KHÍ (AnMBR)

Bùi Hồng Hà*

Tóm tắt: *Nghiên cứu này đánh giá khả năng ảnh hưởng của thời gian lưu bùn đến hiệu quả xử lý chất thải sinh hoạt thông qua hệ thống đồng phân hủy kết hợp sử dụng màng lọc sinh học kỵ khí. Trong điều kiện vận hành mô hình với giá trị pH trung bình từ 7,1 – 7,2, tỉ lệ VFAs/Alk <0,4 và nhiệt độ nằm trong khoảng Mesophilic. Kết quả cho thấy khả năng xử lý COD tại SRT 90 ngày và 120 ngày, đạt trên 80% (lần lượt là 85% và 84%), tại SRT 30 ngày và 60 ngày, cho hiệu quả loại bỏ COD thấp hơn, đạt khoảng trên 75% (lần lượt là 78% và 79%). Ngoài ra, lưu lượng khí sinh học sinh ra tương ứng với các thời gian lưu bùn 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và 120 ngày lần lượt có giá trị trung bình là 3,35 ± 0,21 L/ngày, 3,34 ± 0,24 L/ngày, 3,87 ± 0,21 L/ngày và 3,77 ± 0,20 L/ngày. Lưu lượng khí mêtan đo được tương ứng với các thời gian lưu trên có giá trị trung bình lần lượt là 2,09 ± 0,13 L/ngày (62%), 2,21 ± 0,17 L/ngày (66%), 2,52 ± 0,16 L/ngày (65%) và 2,46 ± 0,12 L/ngày (65%). Qua đó, tỉ lệ khí mêtan trung bình chiếm 64% thành phần khí sinh học sinh ra.*

Từ khóa: Màng lọc sinh học kỵ khí (AnMBR); Đồng phân hủy kỵ khí; Chất thải rắn hữu cơ; Nước thải sinh hoạt; Sản lượng khí sinh học.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, nguồn năng lượng hóa thạch ngày càng khan hiếm, cạn kiệt,… Việc tìm ra các nguồn năng thay thế được thế giới quan tâm, nhất là các nguồn năng lượng tái tạo. Mặt khác, chất thải sinh hoạt (nước thải và chất thải rắn sinh hoạt) vừa là chất gây ô nhiễm môi trường vừa là chất có thể tái sử dụng thu hồi năng lượng. Chính vì vậy, trong những năm gần đây, các công nghệ được nghiên cứu vừa xử lý chất thải sinh hoạt vừa thu hồi năng lượng được quan tâm. Một trong những nghiên cứu này là công nghệ đồng phân huỷ. Đồng phân huỷ vừa có thể xử lý chất thải với nồng độ ô nhiễm cao vừa có thể thu hồi năng lượng qua thu hồi khí sinh học từ quá trình phân hủy kỵ khí. Đã có nhiều nghiên cứu đồng phân hủy nước thải sinh hoạt với chất thải rắn sinh hoạt như Gao và cộng sự đã nghiên cứu đồng phân hủy chất thải thực phẩm (FW) nước thải đen (BW) để tăng cường sản xuất mê tan bằng cách sử dụng bể phản ứng phủ bùn kỵ khí (UASB) ở 35 °C. Hiệu suất thu hồi mêtan tối ưu đạt được khi tỷ lệ trộn BW: FW là 1:1, tương ứng với tốc độ tải hữu cơ (OLR) là 10,0 (± 0,5) kg COD/m^3/ngày. Trong điều kiện này, tốc độ sản xuất mêtan là 2,42 (± 0,15) L/L/ngày (hiệu suất thu hồi mê tan sinh học cao nhất cho các nghiên cứu xử lý BW được báo cáo cho đến nay), tương ứng với thu hồi nhiệt 96,8 MJ/m^3/ngày [1]. Xing và cộng sự đã nghiên cứu đồng phân hủy chất thải thực phẩm (FW) và phân bò (CM) để đạt được tỷ lệ sản sinh mê tan ổn định và cao. Nhóm nghiên cứu đã vận hành một bể phản ứng sinh học màng bán liên tục trong hơn 300 ngày với tỷ lệ FW/CM là 2,5. Theo các thông số vận hành tối ưu, tốc độ nạp hữu cơ dần dần tăng lên 11,9 g COD/L/d. Quá trình đồng phân hủy kỵ khí ổn định được duy trì ở tỷ lệ FW/CM là 2,5, và đạt được sản lượng CH_4 cao 2,71 LCH_4/L/ngày và năng suất CH_4 là 441 mL CH_4/g VS. Trong quá trình hoạt động lâu dài, pH của chất phân hủy ổn định ở khoảng 8,4, điều này cho thấy điều kiện phản ứng kỵ khí rất thuận lợi mà không có sự tích tụ axit béo bay hơi [2]. Các nghiên cứu này cho thấy hầu hết các quá trình phân hủy có thể thu hồi được năng lượng đạt hiệu quả cao với tải lượng xử lý cao. Tuy nhiên, công nghệ này xử lý kém hiệu quả hơn với tải trọng thấp và dòng nước đầu ra có chất lượng không cao.

Công nghệ đồng phân hủy xử lý chất thải sinh hoạt rất phù hợp với các khu dân cư biệt lập

hay các đơn vị đóng quân độc lập nơi không có hoặc cách xa các hệ thống xử lý chất thải tập trung (như hệ thống xử lý nước thải tập trung, bãi chôn lấp chất thải sinh hoạt tập trung). Việc ứng dụng công nghệ đồng phân hủy cho những địa điểm này vừa xử lý được chất thải sinh hoạt vừa thu hồi được năng lượng và tránh được ô nhiễm môi trường hay chi phí vận chuyển thường gặp phải như phương pháp xử lý cuối đường ống. Tuy nhiên, tại các khu dân cư biệt lập hay các đơn vị đóng quân độc lập tỷ lệ phát thải chỉ khoảng 5 g chất thải sinh hoạt/1 lít nước thải sinh hoạt [3]. Hỗn hợp chất thải này có nồng độ ô nhiễm thấp, chỉ khoảng 2.000 mg/L. Chính vì vậy, công nghệ đồng phân huỷ kết hợp màng AnMBR xử lý chất thải sinh hoạt nhằm giải quyết các vấn đề: đồng phân huỷ ở tải trọng thấp; thu hồi năng lượng; nâng cao chất lượng nước sau xử lý được đề xuất nghiên cứu.

Để đánh giá quá trình kỵ khí, các nghiên cứu thường khảo sát ảnh hưởng của các thông số như SRT, HRT, nhiệt độ, pH,... Trong phạm vi báo cáo này tác giả chỉ nghiên cứu ảnh hưởng của SRT đến quá trình đồng phân huỷ.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Vật liệu nghiên cứu

2.1.1. Nước thải sinh hoạt (NTSH) và chất thải rắn hữu cơ (CTRHC)

NTSH lấy từ dòng ra của bể tự hoại của Trung đoàn 294, quận Tân Bình, thành phố Hồ Chí Minh. Nước thải có thành phần và tính chất được thể hiện ở bảng 1. Giá trị trong bảng 1 là giá trị trung bình của các đợt lấy mẫu ở các thời điểm khác nhau.

CTRHC được thu gom tại nhà bếp của Trung đoàn 294, quận Tân Bình, thành phố Hồ Chí Minh. Mẫu được loại bỏ thành phần vô cơ, được xay nhuyễn bằng máy xay và được bảo quản trong các hộp, mỗi hộp 150 g được bảo quản ở tủ lạnh. CTRHC đầu vào có độ ẩm là 86 ± 2 % (n = 3).

NTSH và CTRSH được pha trộn với nhau theo tỉ lệ 5 g rác thải/1 lít nước thải. Thành phần, tính chất của hỗn hợp nước thải được đo, phân tích và được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. *Tính chất nước thải sinh hoạt và hỗn hợp nước thải sau pha trộn.*

STT	Chỉ tiêu	Nước thải sinh hoạt		Hỗn hợp sau pha trộn	
		Đơn vị	Giá trị (n=120)	Đơn vị	Giá trị (n=120)
1	pH	-	7,3 ± 0,3	-	7,3 ± 0,3
2	COD	mg/L	185 ± 37	mg/L	2040 ± 95
3	TKN	mg/L	135,01 ± 12,20	mg/L	257 ± 35
4	$N\text{-}NH_4$	mg/L	120,08 ± 9,85	mg/L	130,83 ± 10,47
5	TP	mg/L	71,60 ± 14,21	mg/L	13,78 ± 2,49
6	TS	mg/L	9,82 ± 1,05	mg/L	552 ± 39
7	VS	mg/L	7,3 ± 0,3	mg/L	7,3 ± 0,3

Bùn vi sinh nuôi cấy ban đầu là bùn kỵ khí được lấy từ bể sinh học kỵ khí tại hệ thống xử lý nước thải tại Công ty Cổ phần Thực phẩm Thiên Hương số 1 Lê Đức Thọ, khu phố 02, phường Tân Thới Hiệp, quận 12, thành phố Hồ Chí Minh. Bùn sau khi lấy về được đưa vào mô hình thí nghiệm qua bơm đầu vào, vận hành ở chế độ nuôi cấy. Nước thải được đưa vào theo từng mẻ đến khi mô hình thí nghiệm sinh khí sinh học với lưu lượng ổn định.

2.1.2. Mô hình thí nghiệm

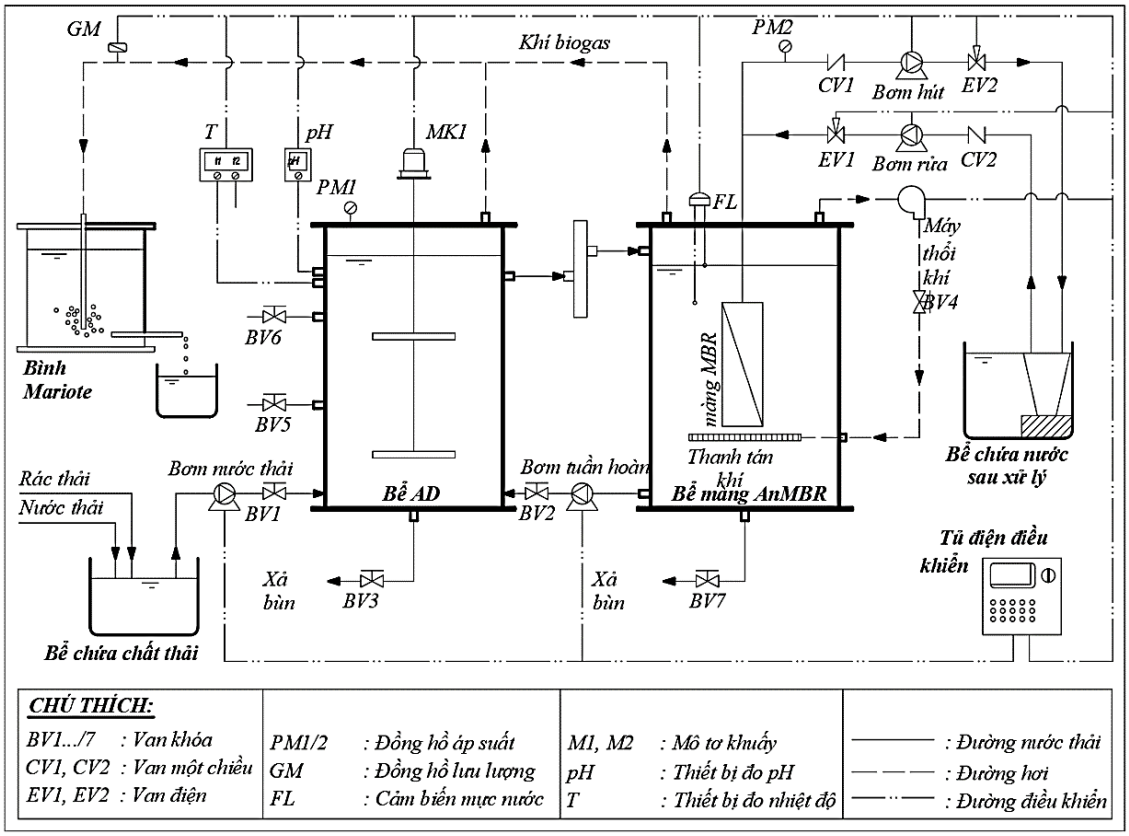
Mô hình phản ứng sinh học kỵ khí màng - xáo trộn hoàn toàn (CSTR-AnMBR) đồng phân hủy NTSH và CTRHC gồm 2 bể (bể kỵ khí xáo trộn hoàn toàn (bể AD) nối tiếp bể chứa màng UF (bể AnMBR)) được gia công bằng nhựa acrylic dày 5 mm. Bể kỵ khí xáo trộn hoàn toàn có đường kính 250 mm, chiều cao tổng cộng là 480 mm, thể tích bể là 20 lít và thể tích hữu ích của bể là 15 lít. Bể xáo trộn có lắp đặt mô tơ khuấy và bộ cánh khuấy bằng inox có thể điều chỉnh tốc

độ khuấy. Bên cạnh bể được lắp đặt các van lấy mẫu để thuận tiện cho việc lấy mẫu nước. Bể chứa màng UF là hình hộp chữ nhật có chiều dài và chiều rộng là 200 mm. Chiều cao tổng cộng của bể là 420 mm, thể tích bể 16 lít, thể tích hữu ích là 15 lít.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

Nghiên cứu được thực hiện theo sơ đồ mô hình CSTR-AnMBR quy mô phòng thí nghiệm như hình 1.



Hình 1. *Sơ đồ mô hình CSTR-AnMBR quy mô phòng thí nghiệm.*

NTSH được lấy từ dòng ra của bể tự hoại của Trung đoàn 294 sau đó được pha trộn với CTRHC đã được xay nhuyễn bằng máy nghiền. Hỗn hợp được phối trộn theo mẻ với tỉ lệ 5 g/1 L. Sau đó hỗn hợp được đưa vào thùng chứa nước thải đầu vào của mô hình. Tại thùng chứa, nước thải được đảo liên tục nhờ môtơ khuấy để tránh hiện tượng lắng cặn, hỗn hợp được trộn đều trước khi bơm vào bể kỵ khí xáo trộn hoàn toàn. Tại bể kỵ khí xáo trộn hoàn toàn, hỗn hợp tự chảy sang bể chứa màng UF. Tại đây, quá trình phân huỷ kỵ khí được tiếp tục diễn ra và dòng thấm được hút ra khỏi bể chứa màng UF bằng bơm định lượng. Bơm hoạt động thông qua tín hiệu điều khiển của phao mực nước. Quá trình hút được kiểm soát qua đồng hồ đo áp suất chuyển màng. Để đảm bảo nồng độ bùn tại 2 bể tương đương nhau, một bơm tuần hoàn hoạt động liên tục để tuần hoàn bùn từ bể kỵ khí chứa màng UF quay về bể khuấy trộn kỵ khí. Khí sinh học sinh ra từ bể kỵ khí chứa màng UF sẽ được nội tuần hoàn bằng máy thổi khí chân không thổi vào sợi màng UF nhằm làm sạch các chất bám trên thân sợi màng UF. Khí sinh học sinh ra từ 2 bể được dẫn qua thiết bị đo lưu lượng khí tự động và bình Mariot.

2.2.2. Thông số vận hành

Thông số vận hành mô hình phòng thí nghiệm được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. *Thông số vận hành mô hình CSTR-AnMBR quy mô phòng thí nghiệm.*

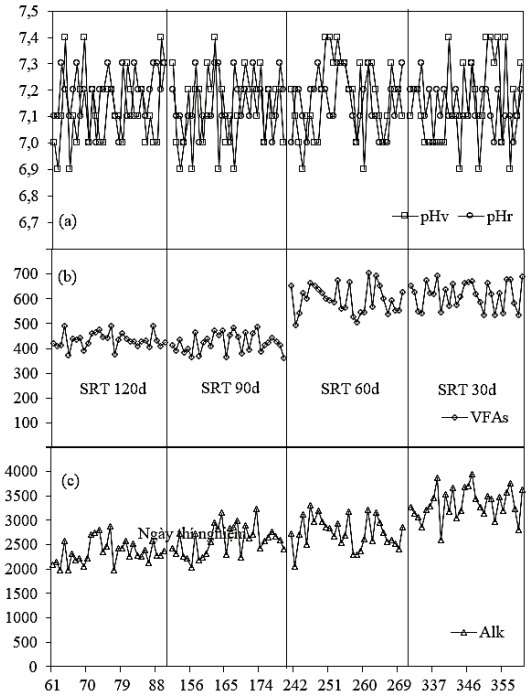
Thông số	Kí hiệu	Đơn vị	Giá trị			
Thời gian lưu bùn	SRT	ngày	120	90	60	30
Nhiệt độ môi trường	t	^oC	31 - 33			
pH	pH	-	6,8-7,4			
Thời gian lưu nước	HRT	giờ	24			
Thể tích hiệu dụng của bể	V	L	30			
Lưu lượng nước thải sinh hoạt	Q_N	L/ngày	30			
Khối lượng rác thải hữu cơ	Q_R	$g_{ướt}$/ngày	150			
Lượng bùn rút ra hàng ngày	Q_b	L/ngày	0,25	0,33	0,50	1,00
Thông lượng lọc	J	L/m^2.giờ	12,5			
Tải trọng hữu cơ	OLR	$kgCOD/m^3$.ngày	~ 2			

2.2.3. Các thông số đo và phân tích

Các thông số phân tích được thực hiện theo quy trình phân tích của tài liệu Standard Method for Water and Wastewater. Các thông số được phân tích bao gồm: COD, VFAs, độ kiềm, TN, TP. Các thông số pH, khí sinh học, khí mêtan đo bằng thiết bị hiện trường.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

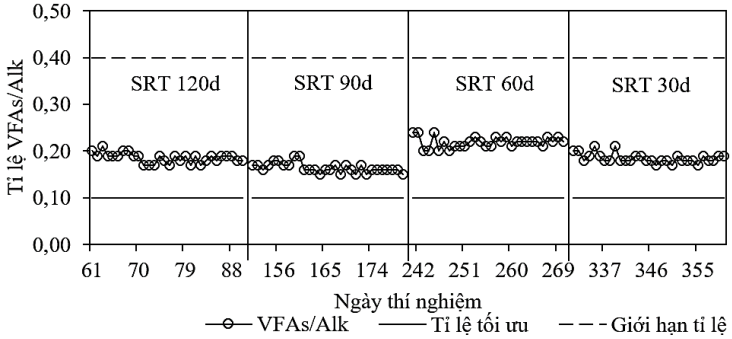
3.1. Sự biến thiên pH, độ kiềm và VFAs



Hình 2. *Sự biến thiên pH (a), VFAs (b) và độ kiềm (c).*

Sự thay đổi pH giữa đầu vào và đầu ra qua các thời gian lưu nước khác nhau được thể hiện trong hình 2. Tương ứng với thời gian lưu bùn 120 ngày, 90 ngày, 60 ngày và 30 ngày, chỉ tiêu pH đầu vào có giá trị trung bình lần lượt là 7,1 ± 0,1, 7,1 ± 0,1, 7,2 ± 0,1 và 7,1 ± 0,2, dao động trong khoảng từ 6,9 – 7,4. Chỉ tiêu pH đầu ra có giá trị trung bình lần lượt là 7,2 ± 0,1, 7,1 ± 0,1, 7,2 ± 0,1, 7,1 ± 0,2, dao động trong khoảng 7,0 – 7,3. Qua kết quả ghi nhận, giá trị trung bình của chỉ tiêu pH nằm trong khoảng pH tối ưu dành cho hệ thống phân hủy kỵ khí [4]. Nồng độ VFAs và độ kiềm được phân tích theo mẫu nước thải đầu ra, cho kết quả như hình 2.

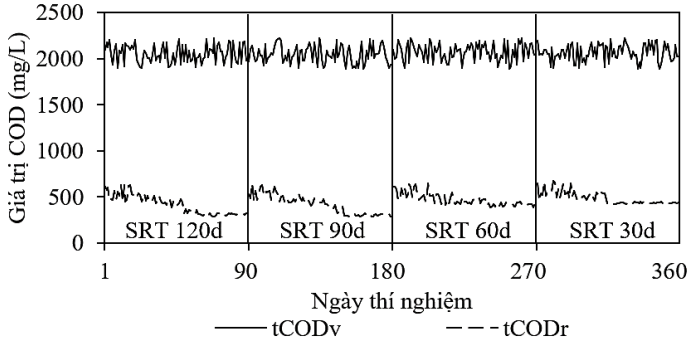
Tỉ lệ VFA/Alk tối ưu trong việc vận hành hệ thống xử lý sinh học kỵ khí nằm trong khoảng <0,4 và tối ưu nhất đạt giá trị 0,1 [5]. Qua hình 3 cho thấy, trong giai đoạn mô hình hoạt động ổn định, giá trị tỉ lệ VFAs/Alk đều đạt giá trị <0,34. Giá trị này ứng với các thời gian lưu bùn 120 ngày, 90 ngày, 60 ngày, 30 ngày tương ứng 0,19 ± 0,01, 0,16 ± 0,01, 0,22 ± 0,01, 0,18 ± 0,01. Tại thời gian lưu bùn 120 ngày và 90 ngày có giá trị tỉ lệ gần với tỉ lệ tối ưu (0,1 mg/mg), nhất là thời gian lưu bùn 90 d cho kết quả tốt nhất; tại thời gian lưu 60 ngày và 30 ngày cho kết quả lớn hơn so với tỉ lệ tối ưu nhưng vẫn nằm trong giới hạn theo dõi (0,34 mg/mg). Điều này cho thấy tại thời gian lưu bùn 90 d, lượng chất hữu cơ bị phân hủy tạo thành VFAs đạt giá trị cân bằng tối ưu so với lượng kiềm sinh ra trong mô hình, dẫn đến pH trong mô hình được kiểm soát, không thay đổi đột ngột, không làm ảnh hưởng đến hệ vi sinh vật kỵ khí.



Hình 3. *Tỉ lệ VFAs/độ kiềm và tỉ lệ tối ưu.*

3.2. Hiệu quả xử lý COD

Nước thải sinh hoạt được pha trộn với chất thải hữu cơ theo tỉ lệ pha trộn 5 g trên 1 lít nước thải, nồng độ COD của hỗn hợp nước thải tăng lên rất lớn so với nước thải sinh hoạt đầu vào. Hỗn hợp nước thải sau khi pha trộn có giá trị COD trung bình đạt 2040 ± 95 mg/L. Bể AnMBR được vận hành với các thời gian lưu bùn khác nhau: 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và 120 ngày. Sự thay đổi COD trong các thí nghiệm SRT khác nhau được thể hiện trong hình 4.

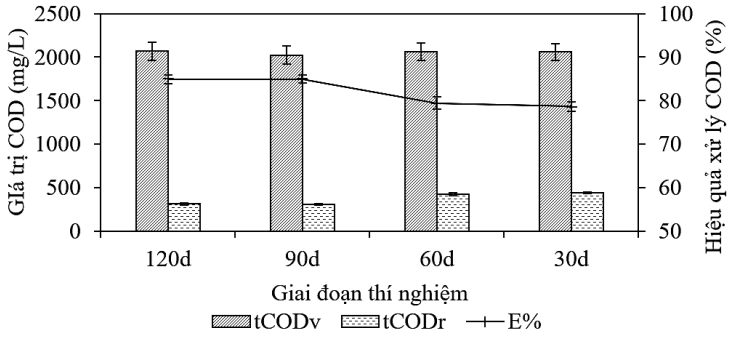


Hình 4. *Hiệu quả xử lý COD tại các SRT khác nhau.*

Hình 4 cho thấy, COD đầu vào khá ổn định trong suốt quá trình thí nghiệm. COD đầu ra theo các thời gian lưu khác nhau, lúc đầu giảm dần, sau một thời gian thì ổn định. Hiệu quả xử lý COD lúc đầu tăng dần theo thời gian ở tất cả các SRT (khoảng 60 ngày từ khi bắt đầu nuôi cấy), sau đó ổn định cho suốt quá trình còn lại của thí nghiệm (khoảng 30 ngày). Giá trị ổn định được trình bày trong hình 5.

Hình 5 biểu diễn giá trị trung bình nồng độ COD đầu vào, đầu ra và hiệu quả loại bỏ COD của mô hình nghiên cứu lúc hoạt động ổn định tại các thời gian lưu bùn khác nhau: 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày, 120 ngày. Nồng độ COD đầu vào có giá trị trung bình lần lượt là 2047 ± 96, 2019 ± 101, 2034 ± 93, 2059 ± 88 mg/L; nồng độ COD đầu ra có giá trị trung bình lần lượt đạt 439 ±

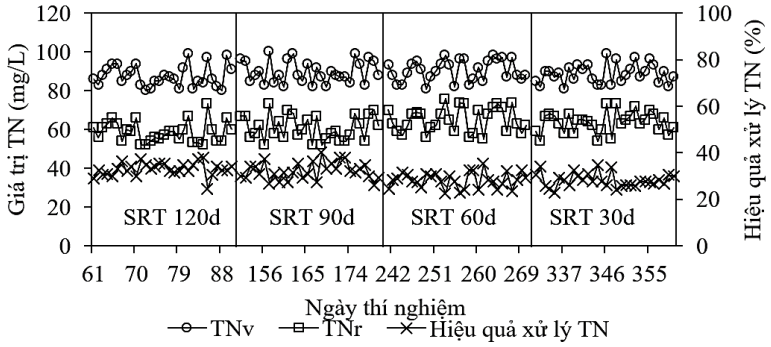
4, 421 ± 17, 310 ± 12, 324 ± 8 mg/L. Kết quả chỉ ra rằng tổng hiệu quả loại bỏ COD tăng khi SRT tăng lần lượt từ SRT 30 ngày, SRT 60 ngày, SRT 90 ngày là 78%, 79%, 85%. Hiệu quả loại bỏ COD tại SRT 120 ngày thì giảm nhẹ còn 84%. Điều này cho thấy khi hoạt động ổn định, hiệu quả xử lý tại SRT 90 ngày là cao hơn cả.



Hình 5. *Nồng độ COD đầu vào và COD đầu ra trung bình.*

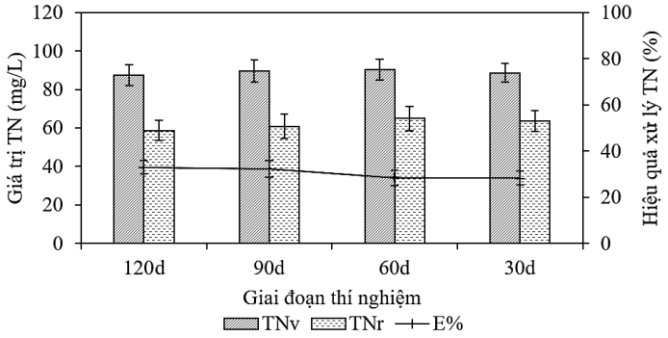
3.3. Hiệu quả xử lý dinh dưỡng (N, P)

Hiệu quả xử lý ni tơ (N) tại các SRT khác nhau được trình bày trong hình 6 và hình 7.



Hình 6. *Hiệu quả xử lý T-N tại các SRT khác nhau.*

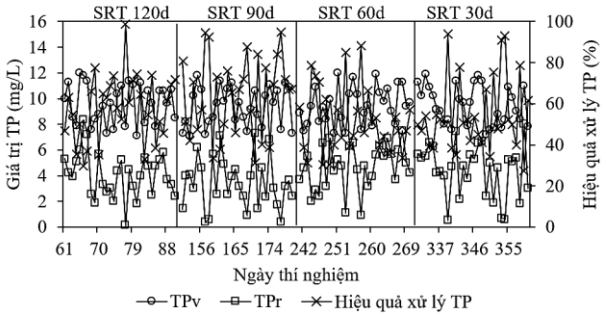
Hình 6 biểu diễn sự thay đổi tổng ni tơ (T-N) đầu vào, đầu ra và hiệu quả loại bỏ T-N của mô hình nghiên cứu tại các thời gian lưu bùn khác nhau: 120 ngày, 90 ngày, 60 ngày, 30 ngày.



Hình 7. *Giá trị TN đầu vào và TN đầu ra trung bình.*

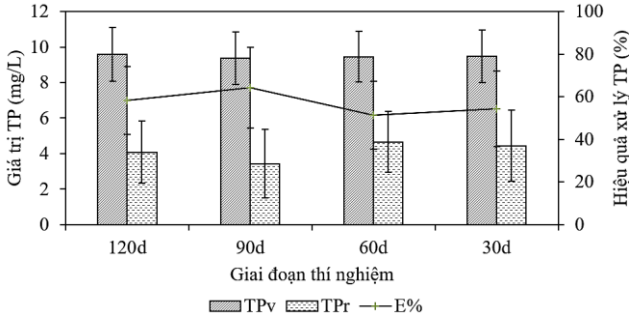
Các giá trị trung bình được trình bày trong hình 7. Hình 7 cho thấy nồng độ T-N đầu vào có giá trị trung bình lần lượt là 99 ± 5, 100 ± 6, 98 ± 5, 89 ± 5 mg/L; nồng độ T-N đầu ra có giá trị trung bình lần lượt đạt 73 ± 5, 73 ± 6, 76 ± 5, 73 ± 5 mg/L. Kết quả chỉ ra rằng tổng hiệu quả loại bỏ T-N đạt lần lượt: 33%, 32%, 28%, 28%. T-N giảm trong quá trình phân hủy kỵ khí chủ yếu là do vi sinh vật sử dụng dinh dưỡng để tổng hợp tế bào.

Hiệu quả xử lý phốt pho (P) tại các SRT khác nhau được trình bày trong hình 8 và hình 9.



Hình 8. *Hiệu quả xử lý T-P tại các SRT khác nhau.*

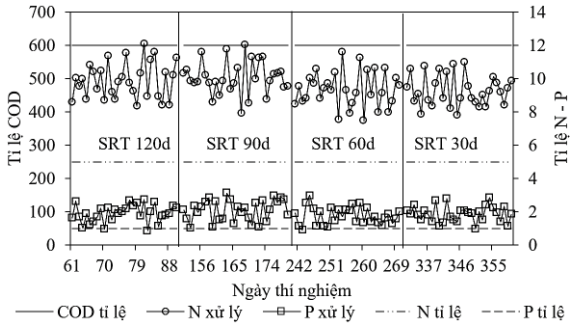
Hình 8 biểu diễn sự thay đổi Tổng phốt pho (T-P) đầu vào, đầu ra và hiệu quả loại bỏ T-P của mô hình nghiên cứu tại các thời gian lưu bùn khác nhau: 120 ngày, 90 ngày, 60 ngày, 30 ngày. Các giá trị trung bình được trình bày trong hình 9.



Hình 9. *Giá trị TP đầu vào và TP đầu ra trung bình.*

Nồng độ T-P đầu vào có giá trị trung bình lần lượt là 9,59 ± 1,52, 9,36 ± 1,49, 9,45 ± 1,43, 9,48 ± 1,49 mg/L; nồng độ TP đầu ra có giá trị trung bình lần lượt đạt 4,08 ± 1,74, 3,43 ± 1,94, 4,66 ± 1,71, 4,44 ± 2,01 mg/L. Kết quả chỉ ra rằng tổng hiệu quả loại bỏ T-P đạt lần lượt: 58%, 64%, 51%, 54%. Điều này cho thấy mô hình xử lý T-P có hiệu quả không cao. T-P giảm trong quá trình phân hủy kỵ khí cũng chủ yếu là do vi sinh vật sử dụng dinh dưỡng để tổng hợp tế bào.

Dựa theo kết quả thí nghiệm về nồng độ COD, TN, TP, tác giả tính toán tỉ lệ tiêu thụ dinh dưỡng của hệ thống đồng phân hủy theo các chế độ thời gian lưu bùn khác nhau. Tỉ lệ này được so sánh với tỉ lệ tiêu thụ dinh dưỡng của vi sinh vật kỵ khí: trong quá trình nuôi cấy, tỉ lệ tiêu thụ dinh dưỡng tối ưu là COD:N:P = 350:5:1; trong quá trình hệ thống hoạt động ổn định thì tỉ lệ này sẽ là 600:5:1 [4]. Biểu đồ hình 10 cho thấy tỉ lệ tiêu thụ dinh dưỡng của thí nghiệm.

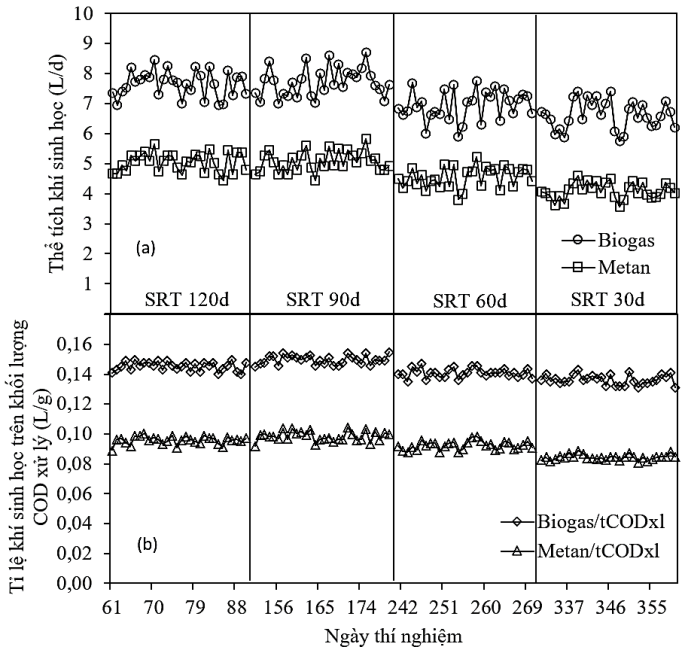


Hình 10. *So sánh khả năng tiêu thụ dinh dưỡng tại các SRT khác nhau.*

Hình 10 cho thấy, với nồng độ COD được cố định tại tỉ lệ 600, nồng độ N được tiêu thụ tương ứng với SRT 120 ngày, 90 ngày, 60 ngày, 30 ngày lần lượt là 9,89, 10,05, 9,35, 9,48. Tỉ lệ này cao hơn tỉ lệ theo nghiên cứu của Metcalf and Eddy gần gấp 2 lần. Tương tự, tỉ lệ P trung bình

lần lượt có giá trị 1,89, 2,09, 1,76, 4,44. Qua kết quả phân tích, hệ thống đồng phân hủy có khả năng tiêu thụ nhiều dinh dưỡng hơn so với hệ thống kỵ khí thông thường, điều này cũng đồng nghĩa với khả năng xử lý dinh dưỡng của hệ thống cũng cao hơn.

3.4. Thu hồi năng lượng



Hình 11. *Lưu lượng khí sinh học, khí metan sinh ra.*

Lưu lượng khí sinh học sinh ra tương ứng với các thời gian lưu bùn 120 ngày, 90 ngày, 60 ngày và 30 ngày lần lượt có giá trị trung bình là 7,66 ± 0,43 L/ngày, 7,72 ± 0,48 L/ngày, 6,93 ± 0,50 L/ngày và 6,62 ± 0,48 L/ngày. Lưu lượng khí mêtan đo được tương ứng với các thời gian lưu trên có giá trị trung bình lần lượt là 5,04 ± 0,32 L/ngày (66%), 5,08 ± 0,33 L/ngày (66%), 4,54 ± 0,35 L/ngày (66%) và 4,10 ± 0,27 L/ngày (62%). Lượng khí sinh học sinh ra được thể hiện trong hình 11.

Lượng chất hữu cơ ảnh hưởng trực tiếp đến lượng khí sinh học sinh ra. Theo thời gian lưu bùn càng giảm, nồng độ MLSS trong bể càng giảm, ảnh hưởng đến mật độ vi sinh vật kỵ khí trong bể, chính điều này cũng ảnh hưởng đến khả năng thu hồi khí sinh học từ mô hình đồng phân hủy. Theo hình 11, ta thấy rằng tại thời gian lưu bùn 90 ngày, lượng khí sinh học sinh ra trên 1 gCOD xử lý lớn hơn so với các thời gian lưu bùn còn lại, thí nghiệm thời gian lưu bùn 30 ngày cho thấy khả năng sinh khí sinh học ít nhất. Cụ thể, tại các thời gian lưu bùn khác nhau, tỉ lệ sinh khí sinh học thay đổi không lớn (trung bình tại các thời gian lưu 120 ngày, 90 ngày, 60 ngày, 30 ngày: 0,146 ± 0,003 L $CH_4/gCOD_{xử\ lý}$, 0,150 ± 0,003 L $CH_4/gCOD_{xử\ lý}$, 0,141 ± 0,003 L $CH_4/gCOD_{xử\ lý}$, 0,136 ± 0,003 L $CH_4/gCOD_{xử\ lý}$).

4. KẾT LUẬN

Kết quả thí nghiệm cho thấy hiệu quả loại bỏ COD tăng khi SRT tăng, tuy nhiên tại SRT 120 ngày thì bắt đầu giảm nhẹ. Hiệu quả loại bỏ COD tại SRT 90 ngày và 120 ngày, đạt trên 80% (lần lượt là 85% và 84%). Tại SRT 30 ngày và 60 ngày, cho hiệu quả loại bỏ COD thấp hơn, đạt khoảng trên 75% (lần lượt là 78% và 79%). Ni-tơ được xử lý không đáng kể, hiệu suất xử lý T-N qua cả 4 thời gian lưu bùn khác nhau chỉ khoảng 28 - 33%. Phốt pho chỉ được giữ lại do sinh khối đạt khoảng 54 - 64%. Lưu lượng khí sinh học sinh ra tương ứng với các thời gian lưu bùn 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày và 120 ngày lần lượt có giá trị trung bình là 3,35 ± 0,21 L/ngày, 3,34

± 0,24 L/ngày, 3,87 ± 0,21 L/ngày và 3,77 ± 0,20 L/ngày. Lưu lượng khí mêtan đo được tương ứng với các thời gian lưu trên có giá trị trung bình lần lượt là 2,09 ± 0,13 L/ngày (62%), 2,21 ± 0,17 L/ngày (66%), 2,52 ± 0,16 L/ngày (65%) và 2,46 ± 0,12 L/ngày (65%). Qua đó, tỉ lệ khí mêtan trung bình chiếm 64% thành phần khí sinh học sinh ra. Tại các thời gian lưu khác nhau, tỉ lệ sinh khí sinh học thay đổi không lớn (trung bình tại các thời gian lưu 30 ngày, 60 ngày, 90 ngày, 120 ngày: 0,146 ± 0,003 L CH_4/$gCOD_{xử\ lý}$, 0,150 ± 0,003 L CH_4/$gCOD_{xử\ lý}$, 0,141 ± 0,003 L CH_4/$gCOD_{xử\ lý}$, 0,136 ± 0,003 L CH_4/$gCOD_{xử\ lý}$).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Mengjiao Gao, Lei Zhang, Yang Liu, *"High-loading food waste and blackwater anaerobic co-digestion: maximizing bioenergy recovery,"* Chemical Engineering Journal, vol. 394, 2020.

[2]. Bao-Shan Xing, Sifan Cao, Yule Han, Junwei Wen, Kaidi Zhang, Xiaochang C. Wang, *"Stable and high-rate anaerobic co-digestion of food waste and cow manure: Optimisation of start-up conditions,"* Bioresource Technology, vol. 307, 2020.

[3]. B. H. Hà, *"Nghiên cứu đồng phân hủy nước thải sinh hoạt và rác thải hữu cơ bằng công nghệ màng kỵ khí (AnMBR) cho các đơn vị đóng quân độc lập,"* Viện Khoa học và Công nghệ quân sự, Hà Nội, 2018.

[4]. Metcalf and Eddy, *"Wastewater engineering treatment and reuse",* 2003.

[5]. Gopi Krishna Kafle; Sang Hun Kim, *"Anaerobic treatment of apple waste with swine manure for biogas production: Batch and continuous operation,"* Applied Energy, vol. 103, pp. 61-72, 2013.

[6]. M. Galid, E. Elbeshbishy, R. Reid, A. Hussain and H.-S. Lee, *"Energy-positive food wastewater treatment using an anaerobic membrane bioreactor (AnMBR),"* Journal of Environmental Management, vol. 182, pp. 477-485, 2016.

[7]. P., Moñino et.al, *"A new strategy to maximize organic matter valorization in municipalities: Combination of urban wastewater with kitchen food waste and its treatment with AnMBR technology,"* Waste Management, vol. 62, pp. 274-289, 2017.

ABSTRACT

STUDYING THE EFFECT OF THE SLUDGE RETENTION TIME ON THE CO-DIGESTION OF DOMESTIC WASTEWATER AND ORGANIC SOLID WASTE USING ANAEROBIC MEMBRANE BIOREACTOR

This study assesses the effect of sludge retention time for treatment efficiency on the co-digestion domestic wastewater and organic solid waste using an anaerobic membrane bioreactor. In the operating conditions: average pH value from 7.1 to 7.2, the ratio of VFAs/Alk <0.4 and the temperature in the Mesophilic range. The results show that the COD treatment capacity at 90-day and 120-day SRT, reaching over 80% (85% and 84 percent, respectively), at 30-day and 60-day SRT, for lower COD removal efficiency, reaching over 75% (78% and 79% respectively). In addition, the biogas production of 30 days, 60 days, 90 days and 120 days SRT have an average value of 3.35 ± 0.21 L/day, 3, 34 ± 0.24 L/day, 3.87 ± 0.21 L/day and 3.77 ± 0.20 L/day. The measured methane flow corresponding to the retention times have an average value of 2.09 ± 0.13 L/day (62%), 2.21 ± 0.17 L/day (66%)), 2.52 ± 0.16 L/day (65%) and 2.46 ± 0.12 L/day (65%). Thereby, the average value of methane accounts about 64% of the biogas composition.

Keywords: Anaerobic membrane bioreactor (AnMBR); Anaerobic co-digestion; Organic solid waste; Domestic wastewater; Biogas production.

Nhận bài ngày 15 tháng 9 năm 2021
Hoàn thiện ngày 20 tháng 10 năm 2021
Chấp nhận đăng ngày 28 tháng 10 năm 2021

Địa chỉ: Viện Nhiệt đới môi trường (ITE)/Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.
*Email: buihonghavittep@yahoo.com.