

XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT VÀ TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI SAU XỬ LÝ TẠI VIỆT NAM

Nguyễn Văn Quân, Trần Thị Huyền Nga | (1)
Phạm Thị Thúy, Nguyễn Mạnh Khải*

TÓM TẮT

Nhu cầu nước sạch là nhu cầu thiết yếu của cuộc sống, vì thế, việc xử lý nước thải (XLNT) để tái sử dụng sớm nhận được sự quan tâm của nhiều quốc gia. Tuy nhiên, ở Việt Nam, việc sử dụng nước tái chế còn gặp nhiều khó khăn. Với lượng phát sinh lớn vào hàm lượng chất ô nhiễm cao gây khó khăn cho việc quản lý và XLNT. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích đánh giá tổng quan hiện trạng phát sinh, tính chất, các công nghệ XLNT sinh hoạt đang được áp dụng và tiềm năng sử dụng nước tái chế tại Việt Nam. Thông qua việc phân tích cơ sở dữ liệu trực tuyến và các báo cáo đã được công bố, các thông tin liên quan sẽ được tổng hợp, phân tích, từ đó đưa ra tổng thể về XLNT sinh hoạt và tái sử dụng nước thải sau xử lý tại Việt Nam. Kết quả cho thấy, nước thải sinh hoạt ở Việt Nam được xử lý chưa tốt, lượng nước xử lý chỉ chiếm khoảng 13% tổng lượng nước thải phát sinh, còn lại được thải trực tiếp ra môi trường, các công nghệ XLNT chủ yếu là sử dụng các phương pháp sinh học, nước thải sau xử lý thường được thải ra các thủy vực tiếp nhận. Việc tái sử dụng nước thải sau xử lý hiện chỉ dừng ở mức sử dụng để cấp nước cho các hệ thống sông hồ và tưới tiêu chưa có các mục đích sử dụng với yêu cầu cao hơn. Các chất độc sinh học, chất kháng sinh trong nước thải là vấn đề đáng lưu tâm trong việc tái sử dụng nước thải sinh hoạt sau xử lý. Vì vậy, các phương pháp xử lý tiên tiến như công nghệ màng, hấp phụ, oxy hóa nâng cao cần được xem xét nghiên cứu, áp dụng.

Từ khóa: Nước thải sinh hoạt, tái sử dụng nước thải, XLNT, cấp nước sinh hoạt.

Nhận bài: 15/3/2021; **Sửa chữa:** 22/3/2021; **Duyệt đăng:** 26/3/2021.

1. Mở đầu

Nhu cầu nước sạch là nhu cầu thiết yếu của cuộc sống. Trong tổng số nước hiện có trên trái đất, khoảng 97% là nước mặn, không thích hợp cho việc sử dụng trực tiếp làm ăn uống. Trong số 3% nước ngọt, chỉ một phần ba là chất lượng nước phù hợp để có thể duy trì cuộc sống hàng ngày của con người và các hoạt động sử dụng khác [1]. Nhu cầu ngày càng tăng về các nguồn nước thay thế và các tiêu chuẩn chất lượng nước thải nghiêm ngặt đã thúc đẩy việc tái sử dụng nước sau xử lý, đó là biện pháp quan trọng để quản lý tổng hợp tài nguyên nước và phát triển xã hội bền vững trên thế giới [2]. Thực tế cho thấy, vấn đề tái sử dụng nước đã qua xử lý nhận được sự quan tâm khá sớm ở các nước phát triển như: Singapo (1970), Australia (1977), Nhật Bản (1980), Canada (1980). Tại Việt Nam, với đặc điểm địa lý nằm ở khu vực có khí hậu nhiệt đới gió mùa, lượng mưa trung bình năm lớn trong khoảng từ 1.500 đến 2.000 mm, tổng lượng dòng chảy nước mặt hàng năm lên đến 830 - 840 tỷ m³, phần lớn trong số chúng có nguồn gốc ngoài biên giới. Việc sở hữu một nguồn nước lớn như vậy cho thấy ưu thế của Việt Nam so với

các nước trên thế giới. Tuy nhiên, việc sử dụng nước tại Việt Nam chưa hiệu quả thể hiện qua hiệu suất sử dụng nước trên một đơn vị nước (m³) ở Việt Nam chỉ đạt 2,37 USD GDP (với Australia là 83,20 USD) [3]. Theo ước tính của Liên minh Tài nguyên nước (2030 WRG), đến năm 2030 Việt Nam phải đối mặt với mức độ căng thẳng về nước ở hầu hết các khu vực trên cả nước. Các lưu vực sông, khu vực đóng góp 80% GDP của Việt Nam, sẽ gặp phải tình trạng "căng thẳng nước nghiêm trọng" (lưu vực nhóm sông Đông Nam bộ) hoặc "căng thẳng về nước" (ở lưu vực sông Hồng - Thái Bình, sông Đồng Nai và sông Cửu Long) [4]. Vì vậy, việc tái sử dụng lại nước thải đã qua xử lý sẽ góp phần giải quyết căng thẳng nước trong tương lai.

Nước thải sinh hoạt tại các hộ gia đình Việt Nam là nước thải từ bếp, nhà tắm, giặt là và nước đen từ nhà vệ sinh. Nước đen được xử lý trong các bể tự hoại trong nhà. Nước xám được xả trực tiếp vào hệ thống thoát nước. Ở nhiều nước trên thế giới, nước thải sinh hoạt đã được xử lý và tái sử dụng như một nguồn cấp nước cho việc tưới cây, vệ sinh, thậm chí là nước cấp cho sinh hoạt. Bài báo này được viết nhằm mục đích tổng quan

¹ Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

đánh giá hiện trạng phát sinh, tính chất, các công nghệ XLNT sinh hoạt đang được áp dụng và tiềm năng sử dụng nước tái chế tại Việt Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp nghiên cứu được áp dụng trong nghiên cứu này gồm xác định các tài liệu có liên quan, kiểm tra và lựa chọn tài liệu phù hợp với phạm vi của tổng quan này. Để xác định được tài liệu có liên quan, các từ khóa như: Nước thải sinh hoạt, XLNT, tái sử dụng nước thải, độc tính nước thải sau xử lý được sử dụng để tra cứu trên các cơ sở dữ liệu trực tuyến như: Science Direct, ResearchGate và Google Scholar, thêm vào đó các báo cáo, nghiên cứu khác của các đơn vị trong và ngoài nước cũng được tổng hợp. Sau đó, các nghiên cứu được phân loại và kiểm tra thủ công, các nghiên cứu có nội dung không liên quan hoặc nghiên cứu không có tính cập nhật, không phù hợp với hoàn cảnh của Việt Nam được loại bỏ. Thông tin thu được từ các tài liệu được chia thành các nhóm: Hiện trạng phát sinh, tính chất của nước thải, hiện trạng XLNT, hiện

trạng tái sử dụng nước thải sau xử lý trên thế giới và ở Việt Nam, từ đó đề xuất công nghệ XLNT hợp lý, phù hợp với bối cảnh Việt Nam.

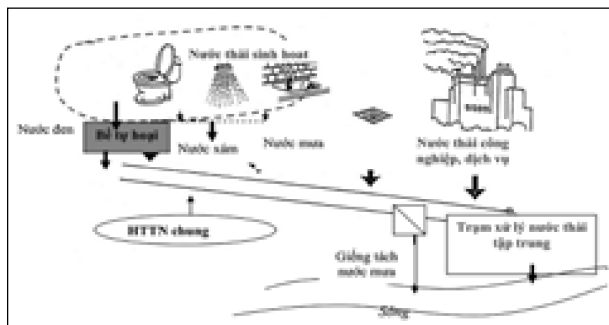
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng phát sinh nước thải sinh hoạt

Lượng nước thải sinh hoạt phát sinh phụ thuộc vào dân số và thói quen sử dụng. Mặc dù khó có thể xác định con số chính xác của lượng nước thải sinh hoạt phát sinh, nhưng có thể ước tính được lượng nước thải theo mật độ dân số, diện tích và hệ số phát sinh nước thải. Lượng nước thải bình quân đầu người được thể hiện qua Bảng 1. Với năm 2015 lượng nước thải được ước tính trong các dự án xây dựng tại các địa phương, năm 2025 và năm 2050 được ước tính theo mục tiêu cấp nước đô thị theo Quyết định số 1929/QĐ-TTg ban hành ngày 20/11/2009, lượng nước thải bình quân đầu người nước thải sinh hoạt chiếm 70% lượng nước cấp [5]. Từ Bảng 1 có thể thấy được nếu không có các biện pháp giúp sử dụng nước hiệu quả hơn thì lượng nước thải sinh hoạt phát sinh sẽ rất lớn.

Bảng 1: Ước tính lượng nước thải sinh hoạt phát sinh tại khu đô thị của một số tỉnh, thành phố tại Việt Nam[5]

STT	Tỉnh/ thành phố	2015			2025			2050		
		Dân số đô thị (người)	Lượng nước thải (m ³ / ngày)	Hệ số phát thải (L/người. ngày)	Dân số đô thị (người)	Lượng nước thải (m ³ / ngày)	Hệ số phát thải (L/người. ngày)	Dân số đô thị (người)	Lượng nước thải (m ³ / ngày)	Hệ số phát thải (L/người. ngày)
1	Hà Nội	3,968,800	682,634	172	4,420,000	994,586	158	7,544,000	2,082,081	193
2	TP. Hồ Chí Minh	6,455,943	1,129,790	175	8,400,000	1,889,933	158	9,046,000	2,496,660	193
3	Đà Nẵng	897,114	113,036	126	1,033,000	232,740	158	1,160,000	320,051	193
4	Hải Dương	571,389	59,996	105	539,000	65,265	85	973,000	214,165	154
5	Thái Nguyên	379,801	39,879	105	480,000	58,027	85	866,000	190,413	154
6	Thanh Hóa	2,424,798	162,461	67	592,000	71,637	85	1,069,000	235,072	154
7	Khánh Hòa	508,637	53,407	105	768,000	92,948	85	1,318,000	289,874	154
8	Bắc Ninh	421,466	48,890	116	402,000	48,692	85	726,000	159,780	154
9	Sơn La	245,939	17,216	70	248,000	29,981	85	447,000	98,382	154
10	Lạng Sơn	171,285	11,990	70	234,000	28,348	85	423,000	93,023	154
11	Kon Tum	158,688	10,632	67	241,000	29,175	85	435,000	95,736	154
12	Bình Dương	1,555,229	161,744	104	755,000	91,335	85	1,362,000	299,712	154
13	Đồng Nai	1,406,407	129,389	92	1,382,000	167,206	85	2,494,000	548,678	154
14	An Giang	681,591	47,711	70	1,016,000	122,930	85	1,834,000	403,387	154
15	Kiên Giang	498,363	41,862	84	757,000	91,537	85	1,365,000	300,374	154
16	Nghệ An	450,393	37,833	84	625,000	75,629	85	1,128,000	248,172	154



▲ Hình 1: Vị trí bể tự hoại trong sơ đồ hệ thống thoát nước chung

Trước năm 2000, hoạt động XLNT ở Việt Nam hầu như chỉ được thực hiện trong các công trình vệ sinh tại chỗ như bể tự hoại, công trình được người Pháp mang đến Việt Nam từ thế kỷ XIX trong thời kỳ thuộc địa. Sau đó, công trình này được sử dụng rộng rãi, với quy định tất cả các hộ gia đình phải xây dựng công trình vệ sinh tại chỗ. Gần 90% hộ gia đình ở khu vực thành thị có bể tự hoại. Hệ thống tự hoại thường chỉ bao gồm một bể tự hoại và chỉ nhận nước đen, trong khi nước xám thường được xả trực tiếp ra các cống thoát nước. Ở Việt Nam, rất ít nơi có hệ thống thu gom riêng nước thải sinh hoạt và nước chảy bề mặt, ngoại trừ một số khu đô thị mới được xây dựng gần đây do yêu cầu bắt buộc tách nước thải sinh hoạt và nước mưa. Nước thải sinh hoạt (gồm nước thải đen và nước thải xám) được thải trực tiếp vào hệ thống thoát nước mặt thông qua hệ thống cống trở thành nước thải đô thị, sau đó nước thải đô thị được thu gom và vận chuyển về trạm XLNT tập trung và xử lý trước khi thải ra môi trường [6].

Bể tự hoại tại các hộ gia đình thường được xây dựng chủ yếu theo kinh nghiệm và không có bản vẽ, có dạng hình hộp hoặc hình trụ, hiệu quả xử lý thường đạt 30 - 40%. Nhiều nghiên cứu đã được tiến hành nhằm nâng cao hiệu quả xử lý của bể tự hoại như làm thêm nhiều

ngăn, bổ sung thêm giá thể vào ngăn cuối, bể tự hoại dòng chảy ngược có vách ngăn. Kết quả cho thấy, hiệu quả XLNT đều được cải thiện trong các nghiên cứu.

3.2. Tính chất của nước thải sinh hoạt

Do nước thải sinh hoạt không được thu gom riêng, mà được thải vào hệ thống thoát nước chung của thành phố, vì vậy, tính chất của nước thải không ổn định, hơn nữa tại các khu vực khác nhau tính chất của nước thải sinh hoạt cũng khác nhau.

Có thể thấy được đặc trưng nước thải của thành phố Hà Nội là ô nhiễm chất hữu cơ. Nước thải đen có hàm lượng chất ô nhiễm lớn nhất so với nước thải xám, nước thải sinh hoạt và nước thải đô thị. Nước thải đô thị có hàm lượng chất ô nhiễm thấp nhất, đôi khi thấp hơn nước quy chuẩn vào mùa mưa. Hàm lượng chất dinh dưỡng N, P trong nước thải sinh hoạt lớn hơn nước tự nhiên, khiến nó có tiềm năng gây ra hiện tượng phú dưỡng cho các hồ tiếp nhận. Trong nước thải sinh hoạt cũng có chứa các kim loại như: Canxi, Magie, Chì, Đồng, Kẽm, Cadimi... tuy hàm lượng của chúng không cao, nhưng vẫn có thể gây những mối lo ngại liên quan đến vấn đề tích tụ sinh học.

Một trong các vấn đề đáng lo ngại khi tái sử dụng nước là các tác động bất lợi của hóa chất và các yếu tố sinh học như các chất gây ô nhiễm cần quan tâm (contaminants of emerging concern - CEC) và gen kháng thuốc kháng sinh (antibiotic resistance genes - ARG) [7]. Tuy nhiên, ở Việt Nam chưa có nhiều nghiên cứu về hai vấn đề trên đối với nước thải sinh hoạt, mà chỉ tập trung vào nghiên cứu trên nước thải bệnh viện, phòng khám và trên nước mặt. Các loại dược phẩm do con người sử dụng có thể thông qua nước thải sinh hoạt đi vào môi trường, điều này góp phần tạo ra các gen đột biến có khả năng kháng chất kháng sinh, từ đó gây ra các lo ngại về nguy cơ xuất hiện các chủng virut đã kháng thuốc kháng sinh.

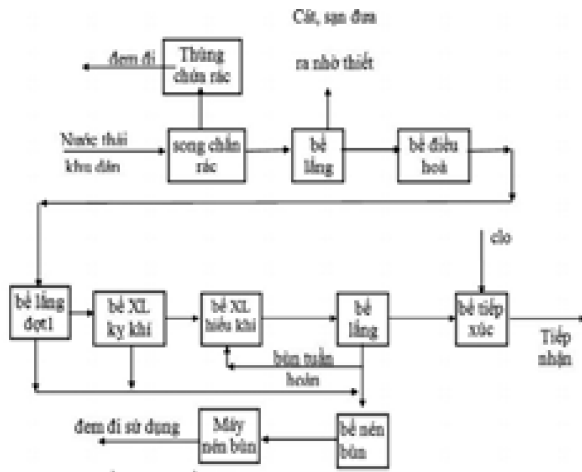
Bảng 2: Hàm lượng chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt và nước thải đô thị

Loại nước thải	COD (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Coliform (MPN /100mL)
Nước thải đen	1086	-	7905	-	-	-
Nước thải xám	208	151	63	24,2	4,9	4,7×10 ⁵
Nước thải sinh hoạt	583	243	223	48	9	3,7×10 ⁷
	145,67	72,67	34,00	32,69	-	2,48×10 ⁵
	96-135	64-95	90-140	31-37	16-32	>9000
Nước thải đô thị	60-604	31-380	41-792	11-95	1,4-19	-
	500	250	300	40	9	10 ⁸ - 10 ⁹
	200	100	50	20	4	-
QCVN cột A	30	75	50	20	4	3000
QCVN cột B	50	150	100	40	6	5000

Dấu “-” thể hiện không đề cập đến

3.3. Hiện trạng XLNT

Theo số liệu của Bộ Xây dựng, tính đến năm 2018, tỷ lệ khu đô thị (từ loại III trở lên) được đầu tư xây dựng hệ thống XLNT tập trung là 39% với 43 nhà máy XLNT tập trung đã đi vào hoạt động, tổng công suất thiết kế đạt 926.000 m³/ngày đêm, đáp ứng được khoảng 13% nhu cầu. Hầu hết các trạm XLNT cho chất lượng nước đầu ra đạt loại B (QCVN 14-MT:2015/BTNMT) về COD, BOD, SS nhưng chưa đạt tiêu chuẩn về T-N và T-P.



▲ Hình 2: Công nghệ XLNT ở trạm XLNT Kim Liên và Trúc Bạch (Hà Nội)

Các công nghệ XLNT sinh hoạt hiện nay được áp dụng tại các trạm XLNT tập trung ở Việt Nam gồm: Cụm bể AAO, bể hiếu khí truyền thống, hồ sinh học, bể lọc sinh học, mương oxy hóa... Điểm chung của các công nghệ này là đều sử dụng các tác nhân sinh học vào trong XLNT. Mặc dù có thể xử lý đạt quy chuẩn xả thải, tuy nhiên, các hệ thống trên còn có nhiều hạn chế về chi phí vận hành, diện tích, phát sinh chất thải thứ cấp, sinh mùi khó chịu... nước thải sau xử lý chưa đảm bảo các tiêu chuẩn về sức khỏe khi sử dụng cho cấp nước sinh hoạt.

Hệ thống quản lý nước thải tập trung không phải là giải pháp duy nhất giải quyết được tất cả các vấn đề về sinh môi trường của Việt Nam. Hệ thống quản lý phân tán nên được xem xét ở cả các khu vực nội đô mà hệ thống quản lý tập trung không mang lại hiệu quả kinh tế. Ước tính hàng nghìn hệ thống XLNT phân tán đã được xây dựng cho các tòa văn phòng, khách sạn, nhà máy, bệnh viện, cộng đồng dân cư mới và làng nghề ở Việt Nam. Trong TCVN 51:2008 của Bộ Xây dựng đã có nhiều công nghệ XLNT như: Hiếu khí, yếm khí, hồ sinh học, mương oxy hóa... Hiện nay, các công nghệ xử lý được cải tiến nhỏ gọn hiệu quả hơn, sử dụng vật liệu compozit giúp giảm chi phí đầu tư, vận chuyển, dễ dàng tháo lắp [6].

Gần đây, nhiều nghiên cứu đã được tiến hành nhằm mục đích tăng hiệu quả XLNT, giảm chi phí đầu tư xây dựng cũng như vận hành. Các công nghệ được chú ý như sử dụng thực vật nổi (bèo lục bình), đất ngập nước nhân tạo (constructed wetland) sử dụng phương pháp tự nhiên để XLNT, đem lại hiệu quả xử lý tương đối tốt. Tuy nhiên, hạn chế của phương pháp cần diện tích lớn, phát sinh các vấn đề như: Muối, lượng sinh khối tạo ra lớn... Nhiều phương pháp cải tiến các công nghệ cũ dựa trên những tiến bộ của công nghệ màng cũng đã được chú ý như công nghệ màng sinh học MBR, MBBR... có thể giảm thể tích thiết bị, tăng hiệu quả xử lý. Việc XLNT sinh hoạt bằng các phương pháp sinh học không thể xử lý được với các chất ô nhiễm khó phân hủy sinh học hoặc các chất độc sinh học. Các phương pháp như hấp phụ, lọc màng, đông tụ/tạo bông và các phương pháp sinh học cơ bản chỉ có thể tách chúng ra khỏi nước thải chứ không thể xử lý triệt để được chúng. Hiện nay, phương pháp oxy hóa nâng cao đang được các nhà nghiên cứu quan tâm, với sự hoạt động của nhóm oxy hóa mạnh hydroxyl ($\bullet\text{OH}$), oxy hóa trực các chất khó phân hủy sinh học, hứa hẹn sẽ là một giải pháp XLNT phù hợp trong tương lai. Rào cản lớn trong việc áp dụng các phương pháp oxy hóa nâng cao là tiêu thụ năng lượng lớn và có khả năng phát sinh các chất có độc tính cao hơn cả tiền chất.

3.4. Tái sử dụng nước thải sau xử lý trên thế giới và ở Việt Nam

3.4.1. Trên thế giới

Ở nhiều quốc gia trên thế giới, việc tái sử dụng nước thải sau xử lý đã được thực hiện từ lâu. Ở Nhật Bản, ban đầu nước thải từ nhà vệ sinh và nước tưới tiêu được xử lý tại trạm xử lý theo phương pháp lọc cát và khử trùng bằng ozon hoặc clo sau công đoạn xử lý sinh học. Nước sau xử lý được sử dụng làm nước vệ sinh cho các tòa nhà lớn. Sau đó, nước thải được quan tâm xử lý để tạo thành nguồn cấp nước cho các thủy vực nước mặt. Hiện nay, nước tái chế được sử dụng với nhiều mục đích khác nhau: Làm nước vệ sinh, nước tưới cây, nước rửa, nước làm mát... thông qua việc áp dụng công nghệ màng siêu lọc, màng nano, màng thẩm thấu ngược sau công đoạn xử lý sinh học [8]. Tại Singapo, ban đầu lượng nước sinh hoạt ở đây là do Malaysia cung cấp, cho đến năm 1970 vấn đề tái sử dụng nước được quan tâm. Ngày nay, các nhà máy NEWater cung cấp trung bình 30% nhu cầu nước của Singapo, con số dự kiến sẽ tăng lên 55% vào năm 2060, vào thời điểm đó, sản lượng NEWater có thể lên tới 2 triệu mét khối mỗi ngày. Phương pháp XLNT được áp dụng là công nghệ màng RO, oxy hóa nâng cao và công nghệ điện hóa [9].

3.4.2. Ở Việt Nam

Ở Việt Nam, việc tái sử dụng nước thải sau xử lý chưa thật sự mạnh mẽ, nước thải sau xử lý chủ yếu

được thải trực tiếp ra ngoài môi trường, một phần được sử dụng cho nông nghiệp, thủy sản [6].

a. Sử dụng cho nông nghiệp

Với một đất nước còn có tỷ trọng nông nghiệp lớn như Việt Nam, lượng nước cần để cấp cho nông nghiệp là rất lớn. Theo dự đoán, đến năm 2030 nhu cầu nước sử dụng cho nông nghiệp của Việt Nam lên đến 91 tỷ m³/năm. Nước thải sinh hoạt có hàm lượng dinh dưỡng cao hơn nước thải tự nhiên, vì vậy nhiều nghiên cứu chỉ ra có thể sử dụng nước thải cho nông nghiệp [10]. Chất dinh dưỡng có trong nước thải biogas cao hơn so với phân chuồng và phân ủ theo phương pháp thông thường, ngoài các dưỡng chất như N, P, K, nước thải biogas còn chứa nhiều chất hữu cơ và các nguyên liệu cần thiết cho cây trồng. Các nguyên tố NPK của nguyên liệu sau khi phân hủy qua hệ thống biogas hầu như không bị tổn thất mà được chuyển hóa thành dạng phân lỏng mà cây dễ hấp thụ như N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, đồng thời chứa chất hữu cơ cao cải thiện tính chất đất, giúp cây phát triển mạnh, ít sâu bệnh. Vì thế, nước thải sau xử lý đã được xem xét sử dụng để trồng bắp (*Zea mays*L.), sử dụng như phương pháp bổ sung dinh dưỡng cho đất.

b. Sử dụng cho thủy sản

Đối với nghề nuôi trồng thủy sản, chất lượng nước là một vấn đề quan trọng sống còn. Nguồn nước cấp cần phải đạt tiêu chuẩn chất lượng nước phục vụ nuôi trồng thủy sản, cụ thể là đáp ứng được Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột A2. Tuy nhiên, trên thực tế chất lượng nước trong khu vực thường bị ô nhiễm hữu cơ và ô nhiễm dinh dưỡng như đạm, phốt pho. Tính chất nước trong hệ thống ao nuôi gồm các thành phần gây hại cho môi trường và chủ yếu là nitơ, photpho được sinh ra từ chất thải của cá, thức ăn dư thừa. Hàm lượng NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻ phát sinh lại là chất độc đối với sự sinh trưởng và phát triển các loài thủy sản. Một vài nghiên cứu XLNT bằng công nghệ AAO – MBR; Biofloc đã được nghiên cứu để có thể tái sử dụng được nước thải thủy sản [11].

Ngoài ra, nước thải sau xử lý còn được sử dụng với nhiều mục đích khác như tưới cây, tưới đường, cấp nước cho các hệ thống sông hồ, kênh rạch... tuy nhiên tái sử dụng nước sau xử lý còn gặp nhiều vấn đề khi sử dụng để cấp nước cho sinh hoạt. Việc sử dụng nước thải sau xử lý bị thách thức do nhận thức sai lầm của công chúng. Nước thải đã qua xử lý thường được cho là nguy hại cho sức khỏe cộng đồng do sự hiện diện tiềm ẩn của các chất ô nhiễm, chất dinh dưỡng, các chất độc hại và các mầm bệnh. Sự hiện diện của các chất ô nhiễm trong nước thải đã qua xử lý, có thể tiềm ẩn những nguy cơ đối với sức khỏe con người, phần lớn phụ thuộc vào việc lựa chọn công nghệ thích hợp để XLNT. Một nghiên cứu về nhận thức của người

tiêu dùng và khả năng chấp nhận nước tái chế sử dụng bằng câu hỏi khảo sát. Nghiên cứu cho thấy rằng, công chúng nói chung có mức độ sẵn sàng rất thấp đối với việc sử dụng nước thải đã qua xử lý, họ lo lắng về sự an toàn và những tiêu cực có thể xảy ra đối với môi trường, kinh tế và sức khỏe, vấn đề sử dụng nước tái chế. Hơn nữa, vấn đề chi phí và kỹ thuật được sử dụng cũng khiến việc tái chế nước thải gặp nhiều khó khăn.

3.5. Đề xuất công nghệ phù hợp tái chế nước thải tại Việt Nam

Đối mặt với nguy cơ thiếu nước trong tương lai, việc sử dụng lại nước thải sau xử lý sẽ là yêu cầu bắt buộc. Trong điều kiện Việt Nam, việc đầu tư hệ thống thoát nước phân tách giữa nước thải sinh hoạt và nước mặt là cần thiết, giúp giảm lượng nước thải đô thị, ổn định thành phần và hàm lượng chất ô nhiễm. Phương pháp xử lý yếm khí được sử dụng như một phương pháp xử lý sơ bộ sẽ phù hợp vì có khả năng xử lý được nước thải chứa hàm lượng chất ô nhiễm hữu cơ cao, hơn nữa có thể thu năng lượng dưới dạng khí biogas. Nước thải sau xử lý yếm khí thường có hàm lượng chất dinh dưỡng N, P cao thích hợp cho việc sinh trưởng của các loài thực vật, theo đó, công nghệ Constructed Wetland có thể xem xét áp dụng xử lý. Hồ sinh học sử dụng thực vật nổi cũng là một hướng đi có tiềm năng khi XLNT chứa hàm lượng chất dinh dưỡng cao, hơn nữa đóng góp việc điều hòa không khí, tạo cảnh quan môi trường.

Các phương pháp trên tuy giải quyết được các chất ô nhiễm hữu cơ, tuy nhiên nước thải sau xử lý còn gây ra nhiều lo ngại về các vấn đề sức khỏe. Các công nghệ như sử dụng màng, hấp phụ, ôxy hóa nâng cao sẽ phù hợp cho việc XLNT chứa các chất độc, các chất khó phân hủy sinh học, trong đó ôxy hóa nâng cao có phần đáng chú ý hơn khi xử lý được tận gốc chất ô nhiễm, chứ không chỉ đơn thuần là tách chất ô nhiễm ra khỏi nước thải.

4. Kết luận

Hiện nay, XLNT ở Việt Nam còn gặp nhiều vấn đề, tỷ lệ nước thải được xử lý còn thấp so với tổng lượng nước thải phát sinh. Các thành phố trực thuộc Trung ương có lượng nước thải sinh hoạt lớn hơn so với các thành phố cấp địa phương. Các chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt chủ yếu là các chất ô nhiễm hữu cơ và được xử lý tương đối tốt nhưng các chất dinh dưỡng N, P vẫn chưa được xử lý triệt để. Công nghệ XLNT sinh hoạt ở Việt Nam chủ yếu vẫn là xử lý sinh học, chưa phù hợp với mục đích để tái sử dụng nước thải. Vấn đề XLNT cho mục đích tái sử dụng là nước cấp ở Việt Nam hiện chỉ dừng lại ở mức độ để cấp cho các hoạt động nông nghiệp, thủy sản, để có thể sử dụng cho các mục đích cao hơn như cấp nước ăn uống sinh hoạt cần xem xét áp dụng các công nghệ màng, ôxy hóa

nâng cao, hấp phụ và phải đảm bảo mức độ an toàn về hàm lượng các chất độc.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu tổng quan này được tài trợ bởi đề tài hợp tác quốc tế “Quản lý tài nguyên nước tổng hợp thông qua đối thoại song phương với sự tham

gia của các bên để cung cấp và tái sử dụng nước quy mô nhỏ trong các lưu vực sông Danube và sông Mê Kông”, mã số: NĐT.103.SEA-EU/21. Tập thể tác giả cảm ơn sự tài trợ của đề tài và Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Grace Kam Chun Ding, 2017 “Wastewater treatment and reuse - The future source of water supply”, *Encyclopedia of Sustainable Technologies*, pp. 43 - 52.
2. N. P. Dan, L. V. Khoa, B. X. Thanh, P. T. Nga, C. Visvanathan, 2011, “Potential of Wastewater Reclamation to Reduce Fresh Water Stress in Ho Chi Minh City-Vietnam”, *Journal of Water Sustainability*, V. 1, I. 3, pp. 279 - 287.
3. World Bank, 2019, “Vietnam: Toward a Safe, Clean, and Resilient Water System.” World bank, Washington, DC.
4. Thomas Sagris; Siraj Tahir; Jennifer Möller-Gulland; Nguyen Vinh Quang; Justin Abbott; Lu Yang, 8/2017, “Việt Nam: Khuôn khổ kinh tế về nước để đánh giá các thách thức của ngành nước”, 2030 Water Resources Group,
5. Cơ quan hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA), 2015, Báo cáo cuối kỳ: Điều tra ngành cấp thoát nước địa phương.
6. Ngân hàng Thế giới, 12/2013, “Đánh giá hoạt động quản lý nước thải đô thị tại Việt Nam”.
7. Nikiforos A. Alygizakis et al., 2020 “Evaluation of chemical and biological contaminants of emerging concern in treated wastewater intended for agricultural reuse”, *Environment International* 138, 105597.
8. John C. Radcliffe, Declan Page, 2020, “Water reuse and recycling in Australia - history, current situation and future perspectives”, *Water Cycle*, V. 1, pp. 19 - 40.
9. Olivier Lefebvre, 2018, “Beyond NEWater: an insight into Singapore’s water reuse prospects”. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, V.2, pp. 26 - 31.
10. Nguyen Manh Khai, Pham Thanh Tuan, Nguyen Cong Vinh, Ingrid Oborn, 2008 “Effects of using wastewater as nutrient sources on soil chemical properties in peri-urban agricultural systems”, *VNU Journal of Science, Earth Sciences* V. 24, pp. 87 - 95
11. Nguyễn Xuân Hoàng, Lê Anh Thư, Nguyễn Minh Thư, Lê Hoàng Việt, 2019, “Nghiên cứu XLNT thủy sản bằng công nghệ AA/O - MBR”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, Tập 55, Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu (1) 149 - 156.

DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT AND REUSE OF RECLAIMED WASTEWATER IN VIETNAM

Nguyen Van Quan, Tran Thi Huyen Nga, Pham Thi Thuy, Nguyen Manh Khai*

Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi

ABSTRACT

The need for fresh water is an essential need of life, so the treatment of wastewater for reuse soon receives the attention of many countries. However, reuse of reclaimed water still faces many difficulties in Vietnam. The domestic wastewater with the increase in quantity and substance makes it difficult for managers. This study is conducted to assess the current situation of generation, composition, treatment technology and the current situation of reuse reclaimed domestic wastewater in Vietnam, examining the problems encountered when using reclaimed water. So that, propose advanced wastewater treatment technologies to treat wastewater for reuse. By online database analysis and published reports, relevant information will be synthesized and analyzed, thereby drawing a sketch of domestic wastewater treatment and using reclaimed water in Vietnam. The results show that domestic wastewater in Vietnam is not treated very well, the amount of treated water only accounts for about 13% of the total generated wastewater, the rest is discharged directly into the environment. Using reclaimed water is only used to supply water for river and lake systems and irrigation, it has not yet used with higher requirements. Biological toxins, antibiotics in wastewater are a remarkable issue in the reuse of treated domestic wastewater. Therefore, the advanced treatment methods such as advanced membrane technology, adsorption and advanced oxidation need to be researched and applied more.

Key words: Domestic wastewater, wastewater reuse, wastewater treatment, domestic water supply.