

Bài báo khoa học

Đánh giá thực trạng và khả năng tái sử dụng nước làm nước cấp cho sinh hoạt của một số nguồn thải trên địa bàn tỉnh An Giang

Trần Thị Minh Hằng^{1*}, Trần Thị Huyền Nga¹, Vũ Đình Tuấn¹, Hoàng Minh Trang¹, Nguyễn Mạnh Khải¹

¹ Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội; hangttm@hus.edu.vn; tranthihuyennga@hus.edu.vn; vudinhluan@hus.edu.vn; hoangminhtrang@hus.edu.vn; nguyenmanhkhai@hus.edu.vn

*Tác giả liên hệ: hangttm@hus.edu.vn; Tel: +84-902168955

Ban Biên tập nhận bài: 20/2/2024; Ngày phản biện xong: 1/5/2024; Ngày đăng bài: 25/9/2024

Tóm tắt: Nghiên cứu này bước đầu nhằm đánh giá thực trạng và khả năng tái sử dụng nước của một số nguồn thải trên địa bàn tỉnh An Giang làm nguồn nước cấp cho sinh hoạt. 12 vị trí lấy mẫu được chọn và phân tích với 21 chỉ tiêu chất lượng nước tại mỗi vị trí. Kết quả phân tích về chất lượng nước được so sánh với quy chuẩn Việt Nam về chất lượng nước mặt phục vụ cho mục đích làm nước cấp sinh hoạt. Các thông số nhiệt độ, pH, một số kim loại nặng như As, Cr, Pb, Cu đều nằm trong giới hạn cho phép trong khi TSS, COD, Fe, NH₄⁺, PO₄³⁻ và coliforms đều vượt giới hạn cho phép. Bên cạnh đó, việc xuất hiện của các kháng sinh cũng là nguy cơ gây ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước. Các chỉ tiêu vượt ngưỡng cho phép được phát hiện chủ yếu thuộc nguồn nước thải sinh hoạt và nông nghiệp do chưa được đầu tư xử lý hoặc tiếp nhận nước thải từ các hoạt động sinh hoạt, nước mưa chảy tràn, hoạt động nông nghiệp và thủy sản. Nguồn nước nội đồng tại khu vực nghiên cứu, kết quả tính toán WQI theo 5 nhóm thông số cho thấy WQI dao động từ 52-65 được đánh giá có chất lượng nước trung bình - phù hợp với sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác. Các nhóm công nghệ xử lý nước và chính sách quản lý được đề xuất trong nghiên cứu nhằm loại bỏ các chất ô nhiễm, tái sử dụng nước làm nguồn nước cấp sinh hoạt trong bối cảnh thiếu nước sạch, khan hiếm nước ở Đồng bằng sông Cửu Long.

Từ khóa: Tái sử dụng; Ôxi hóa tiên tiến; Nước thải; Nước cấp.

1. Đặt vấn đề

Hoạt động phát triển kinh tế - xã hội kèm theo nhu cầu sử dụng nước ngày càng tăng, qua đó lượng nước thải đã qua sử dụng ngày càng lớn. Việt Nam đã từng được coi là quốc gia giàu tài nguyên nước từ các thập kỷ trước. Tuy nhiên, đến nay do đặc điểm phân bố tài nguyên nước, hoạt động quản lý sử dụng và quản lý nguồn thải, áp lực sử dụng nước từ thượng nguồn làm cho nhiều địa phương diễn ra tình trạng khan hiếm nước. Bên cạnh đó nước thải phát sinh từ các nguồn khác nhau đã và đang là vấn đề môi trường đáng quan tâm. Đến nay, hoạt động quản lý và xử lý nước thải đã có những kết quả nhất định nhưng vẫn còn nhiều khó khăn, bất cập trong việc đảm bảo hài hòa giữa phát triển kinh tế - xã hội và bảo vệ tài nguyên môi trường. Báo cáo Hiện trạng môi trường quốc gia năm 2018 chuyên đề Môi trường nước các lưu vực sông cho thấy, nước thải sinh hoạt chiếm 30% tổng lượng thải trực tiếp dẫn ra sông [1]. Đồng bằng sông Hồng và Đông Nam Bộ, đặc biệt tại hai trung tâm kinh tế - văn hóa lớn nhất cả nước là Thủ đô Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh, có số dân đông đúc với mật độ dân số đứng đầu cả nước (lần lượt là 2.398 người/km² và 4.363 người/km²) là hai vùng tập trung nhiều nước thải nhất cả nước [2]. Lượng nước thải phát sinh trên 1 đơn

vị diện tích ở khu vực đô thị lớn dẫn đến quá tải các hệ thống thoát nước và tiếp nhận nước thải tại các thành phố. Các nghiên cứu chỉ ra rằng, nguồn nước khu vực nông thôn Việt Nam cũng đang bị ô nhiễm bởi các hoạt động nhân sinh. Ngoài sự tác động của nguồn nước thải do các nhà máy ở lưu vực các con sông, các nguồn thải tác động đáng kể đến chất lượng nước cần phải tính đến là do sản xuất nông nghiệp, làng nghề,... [3–6].

An Giang là một trong những tỉnh đầu nguồn sông Mê Kông từ thượng nguồn vào Việt Nam. Nhu cầu sử dụng nước cho công nghiệp, nông nghiệp của An Giang trong những năm qua gia tăng đáng kể, kèm theo đó là lượng nước thải đã thải vào các kênh mương nội đồng, sông chảy qua địa bàn tỉnh trong những năm qua cũng tăng lên. Chất lượng nước mặt ở các kênh rạch nội đồng tỉnh An Giang trong giai đoạn năm 2009 đến 2016 được chứng minh bị ô nhiễm hữu cơ và vi sinh vật. Với các chỉ tiêu như lượng oxy hòa tan (DO), nhu cầu oxy sinh hóa (BOD), tổng chất rắn lơ lửng (TSS), photphat ($P-PO_4^{3-}$) và coliform vượt ngưỡng cho phép QCVN 08:2015 cột A1, nguồn nước tại các khu vực này không phù hợp cho mục đích cấp nước sinh hoạt và bảo tồn thực vật thủy sinh [7]. Ngoài các hoạt động sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản là một trong các thế mạnh của các tỉnh thuộc đồng bằng sông Cửu Long nói chung và An Giang nói riêng. Việc phát triển ngành nuôi trồng thủy sản gắn liền với việc môi trường nước bị ô nhiễm bởi các chất hữu cơ cũng như sự có mặt của một số loại kháng sinh khó phân hủy. Trong khi đó, nạn hạn hán, xâm nhập mặn dẫn đến tình trạng thiếu nước sản xuất và sinh hoạt cho người dân [8]. Để giải quyết vấn đề trên, tái sử dụng nước là một biện pháp cần được quan tâm bởi nhiều quốc gia nhằm giảm áp lực trong lĩnh vực cấp nước cho sản xuất và sinh hoạt [8, 9]. Tuy nhiên, việc tái sử dụng nước cho các mục đích khác nhau phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng nước, công nghệ xử lý và quản lý hoạt động xả thải. Nghiên cứu này nhằm bước đầu đánh giá thực trạng một số nguồn thải trên địa bàn tỉnh An Giang và khả năng tái sử dụng nước cấp nước cho sinh hoạt thông qua việc phân tích đặc điểm nguồn thải, đặc tính công nghệ từ đó đề xuất tiềm năng tái sử dụng nước thải cho mục đích cấp nước sinh hoạt trên địa bàn tỉnh An Giang.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Lấy mẫu và phân tích mẫu

Các mẫu nước bao gồm nước thải nông nghiệp (NTNN), nước thải sinh hoạt (NTSH), nước thải công nghiệp (NTCN), nước mương nội đồng (NMNĐ) được thu thập trong mùa khô và mùa mưa năm 2021 trên địa bàn tỉnh An Giang. Thông tin chi tiết về mẫu nước, ký hiệu mẫu được mô tả trong Bảng 1 và vị trí lấy mẫu được thể hiện tích hợp trên Hình 10.

Bảng 1. Vị trí thu mẫu trên địa bàn tỉnh An Giang.

| Ký hiệu vị trí mẫu | Đặc điểm | | |
|--------------------|-----------|---------------|--|
| | Loại nước | Mùa | Vị trí |
| AG1 | NTSH | Mùa khô, 2021 | Nhà máy xử lý nước thải tập trung TP Châu Đốc, TP Châu Đốc, An Giang |
| | | Mùa mưa, 2021 | Nhà máy xử lý nước thải tập trung TP Châu Đốc, TP Châu Đốc, An Giang |
| AG2 | NTCN | Mùa khô, 2021 | KCN Bình Long, Châu Phúc, Châu Phú, An Giang |
| | | Mùa mưa, 2021 | KCN Bình Long, Châu Phúc, Châu Phú, An Giang |
| AG3 | NTCN | Mùa khô, 2021 | KCN Bình Hoà, Châu Thành, An Giang |
| | | Mùa mưa, 2021 | KCN Bình Hoà, Châu Thành, An Giang |
| AG4 | NTSH | Mùa khô, 2021 | Nhà máy xử lý nước thải Long Xuyên - Trạm Bình Đức, TP. Long Xuyên, An Giang |
| | | Mùa mưa, 2021 | Nhà máy xử lý nước thải Long Xuyên - Trạm Bình Đức, TP. Long Xuyên, An Giang |
| AG5 | NTCN | Mùa khô, 2021 | Nhà máy xử lý nước thải Mỹ Hoà, TP. Long Xuyên, An Giang |

| Ký hiệu vị trí mẫu | Đặc điểm | | |
|--------------------|-----------|---------------|--|
| | Loại nước | Mùa | Vị trí |
| AG6 | NTNN | Mùa mưa, 2021 | Nhà máy xử lý nước thải Mỹ Hoà, TP. Long Xuyên, An Giang |
| | | Mùa khô, 2021 | Bên phà, cuối cồn Mỹ Hoà Hưng (Long Xuyên), TP. Long Xuyên, An Giang |
| | | Mùa mưa, 2021 | Bên phà, cuối cồn Mỹ Hoà Hưng (Long Xuyên), TP. Long Xuyên, An Giang |
| AG7 | NTNN | Mùa khô, 2021 | Kênh xả từ khu nuôi ao hầm, TP. Long Xuyên, An Giang |
| AG8 | NTNN | Mùa mưa, 2021 | Kênh xả từ khu nuôi ao hầm, TP. Long Xuyên, An Giang |
| | | Mùa khô, 2021 | Kênh xả ao hầm, TP. Long Xuyên, An Giang |
| AG9 | NTSH | Mùa mưa, 2021 | Kênh xả ao hầm, TP. Long Xuyên, An Giang |
| | | Mùa khô, 2021 | Khu vực nuôi vèo lòng bè đầu cồn Mỹ Hoà Hưng, TP. Long Xuyên, An Giang |
| AG10 | NMND | Mùa mưa, 2021 | Khu vực nuôi vèo lòng bè đầu cồn Mỹ Hoà Hưng, TP. Long Xuyên, An Giang |
| | | Mùa khô, 2021 | Nước mương nội đồng, nước đầu vào trạm xử lý |
| AG11 | NMND | Mùa mưa, 2021 | Nước mương nội đồng, nước đầu vào trạm xử lý |
| | | Mùa khô, 2021 | Nước mương nội đồng, điểm xả của nước nuôi trồng thủy sản |
| AG12 | NMND | Mùa mưa, 2021 | Nước mương nội đồng, điểm xả của nước nuôi trồng thủy sản |
| | | Mùa khô, 2021 | Nước mương nội đồng, điểm xả của nước lúa |
| | | Mùa mưa, 2021 | Nước mương nội đồng, điểm xả của nước lúa |

Mẫu nước được thu thập, bảo quản và phân tích trong phòng thí nghiệm để đánh giá các chỉ tiêu theo thống kê trong Bảng 2.

Bảng 2. Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích.

| TT | Chỉ tiêu phân tích | Đơn vị | Phương pháp phân tích |
|----|---|--------|-----------------------|
| 1 | Nhiệt độ | °C | SMEWW 2550B:2012 |
| 2 | pH | - | TCVN 6492:2011 |
| 3 | Độ cứng | mg/l | TCVN 6224-1996 |
| 4 | SO ₄ ²⁻ | mg/l | TCVN 6200: 1996 |
| 5 | Cl ⁻ | mg/l | TCVN 6194-1996 |
| 6 | COD | mg/l | SMEWW5220C:2017 |
| 7 | Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) | mg/l | TCVN 6625:2000 |
| 8 | Amoni (NH ₄ ⁺ tính theo N) | mg/l | TCVN 6179-1:1996 |
| 9 | Photphat (PO ₄ ³⁻ tính theo P) | mg/l | TCVN 6202:2008 |
| 10 | Tổng phốtpho (tính theo P) | mg/l | TCVN 6202:2008 |
| 11 | Tổng nitơ | mg/l | TCVN 6638:2000 |
| 12 | Asen | mg/l | SMEWW 3113B:2017 |
| 13 | Cadimi | mg/l | SMEWW 3113B:2017 |
| 14 | Chì | mg/l | SMEWW 3113B:2017 |
| 15 | Tổng Crom | mg/l | TCVN 6222:2008 |
| 16 | Đồng | mg/l | TCVN 6193:1996 |
| 17 | Sắt | mg/L | TCVN 6177:1996 |
| 18 | Dư lượng kháng sinh (tetracyclin, ciprofloxacin, sulfomethaxozon, enrofloxacin) | mg/L | HPCL |

2.2. Điều tra khảo sát và thu thập số liệu thứ cấp

Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh An Giang, các số liệu quan trắc môi trường của tỉnh được thu thập trong giai đoạn 2016-2020 là nguồn số liệu thứ cấp phục vụ đánh giá đặc điểm tính chất và kiểm kê các nguồn thải.

2.3. Phương pháp kiểm kê nguồn thải

Nguồn thải từ hoạt động nông nghiệp được ước tính trên diện tích sản xuất lúa và cây lương thực chính trên địa bàn tỉnh An Giang và áp dụng hệ số phát thải từ nghiên cứu trước đây [10, 11]. Nguồn thải từ hoạt động chăn nuôi được ước tính trên số liệu thống kê số đầu lợn, bò và sản lượng nuôi trồng thủy sản của tỉnh An Giang. Cụ thể nước thải từ hoạt động giết mổ được tính toán như sau: Phát sinh nước thải trung bình từ hoạt động giết mổ gia súc dao động từ 8,18 m³/tấn thịt xẻ (đối với giết mổ trâu, bò, tương ứng 1,227 m³/con) và 10,65 m³/tấn thịt xẻ (đối với giết mổ lợn, tương ứng 0,746 m³/con). Nước thải từ nuôi trồng thủy sản = Sản lượng cá x lượng nước thải (m³/tấn cá) + Sản lượng tôm x lượng nước thải (m³/tấn tôm) + Sản lượng thủy sản khác x lượng nước thải (m³/tấn thủy sản khác).

Đối với lượng nước thải từ hoạt động sinh hoạt, nghiên cứu được tính toán trên số liệu thống kê về dân số thành thị và nông thôn trên cơ sở áp dụng hệ số phát thải trên đầu người [12].

+ Nước thải từ công nghiệp: Được thống kê căn cứ vào báo cáo kiểm toán nước và báo cáo Hiện trạng môi trường các tỉnh An Giang giai đoạn 2016-2020 [13].

2.4. Tính chỉ số chất lượng nước nông nghiệp nội đồng theo WQI

Giá trị WQI của nước nông nghiệp nội đồng, được coi là nguồn nước nhiễm nước thải nông nghiệp và nước thải từ hoạt động sinh hoạt, được tính toán từ 5 nhóm chỉ tiêu theo quyết định 1640/QĐ-TCMT ngày 12/11/2019 của Tổng cục Môi trường [14]. Cụ thể các thông số đưa vào tính toán của từng nhóm như sau:

- + Nhóm I: Thông số pH
- + Nhóm II (nhóm thông số thuốc bảo vệ thực vật): Trường hợp nghiên cứu này đã sử dụng thông số Tổng hoá chất bảo vệ thực vật clo hữu cơ để tính toán.
- + Nhóm III (nhóm thông số kim loại nặng): bao gồm các thông số As, Cd, Pb, Cr⁶⁺, Cu.
- + Nhóm IV (nhóm thông số hữu cơ và dinh dưỡng): bao gồm các thông số COD, N-NH₄, P-PO₄
- + Nhóm V (nhóm thông số vi sinh): bao gồm các thông số Coliform, E. coli.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Thực trạng một số nguồn thải

Kết quả điều tra khảo sát và thu thập tài liệu thứ cấp, thực trạng một số nguồn thải trên địa bàn tỉnh An Giang được tổng hợp trong Bảng 3. Kết quả cho thấy tổng lượng nước thải của tỉnh khoảng gần 350 triệu m³/năm trong đó nguồn nông nghiệp và sinh hoạt chiếm hơn 99% tổng lượng nước từ các nguồn thải.

Bảng 3. Lưu lượng nước thải từ các lĩnh vực tại An Giang (triệu m³/năm).

| TT | Lĩnh vực | Lượng (10 ⁶ m ³ /năm) | Nguồn dữ liệu |
|----|-----------------------|---|--|
| 1 | Nông nghiệp | 309,22 | |
| | - Trồng trọt | 307,86 | Tính toán theo hệ số từ [10, 12, 15] |
| | - Chăn nuôi | 0,83 | Tính toán theo hệ số từ [10, 12, 15] |
| | - Hoạt động giết mổ | 0,14 | Tính toán theo hệ số từ [10, 12, 15] |
| | - Nuôi trồng thủy sản | 0,40 | Tính toán theo hệ số từ [10, 12, 15] |
| 2 | Công nghiệp | 1,10 | Báo cáo hiện trạng môi trường giai đoạn 2016-2020 của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh An Giang [15] |
| 3 | Nước thải sinh hoạt | | |
| | Khu vực đô thị | 22,00 | Tính toán theo hệ số sử dụng nước 100L/người/ngày |
| | Khu vực nông thôn | 23,80 | Tính toán theo hệ số sử dụng nước 50L/người/ngày |

Nguồn thải công nghiệp: Trên địa bàn tỉnh có 2 khu công nghiệp Bình Hòa và Bình Long. Lượng nước thải công nghiệp từ khu công nghiệp Bình Hòa hiện khoảng 750 m³/ngày đêm, khu công nghiệp Bình Long khoảng 2.300 m³/ngày đêm. Hai khu công nghiệp này đều có hệ thống xử lý nước thải công nghiệp tập trung giai đoạn 1 với công suất lần lượt 2.000 và 4.000 m³/ngày đêm. Nước thải của các nhà máy trong các khu công nghiệp trên đều được đầu nối qua hệ thống xử lý nước thải trước khi thải ra môi trường [13, 16].

Nước thải từ các cụm công nghiệp: Toàn tỉnh có 8 cụm công nghiệp đang hoạt động nhưng chưa được đầu tư xây dựng hệ thống thu gom, xử lý nước thải tập trung. Các hoạt động sản xuất trên khu công nghiệp phát sinh nước thải đều được yêu cầu phải tự đầu tư hệ thống xử lý nước thải đảm bảo quy chuẩn cho phép trước khi thải ra môi trường [13].

Nước thải từ các làng nghề: An Giang hiện có 29 làng nghề và làng có nghề. Các nghề của các làng tập trung trong 06 nhóm nghề: chế biến thực phẩm, dệt may, mộc và sản xuất đồ mộc gia dụng, gia công kim loại, đan lát và đồ gia dụng khác. Các làng nghề với quy mô sản xuất nhỏ lẻ, theo hộ gia đình và theo tập quán nên chưa có hệ thống xử lý nước thải trước khi thải vào thủy vực tiếp nhận [13].

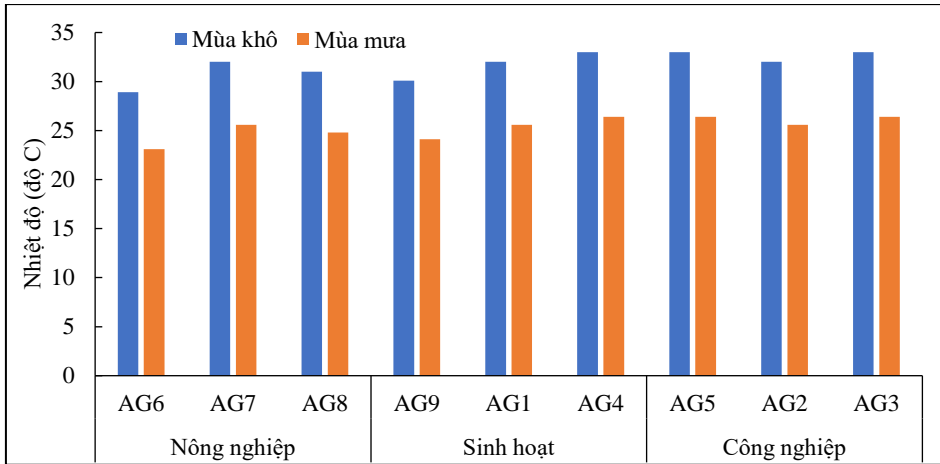
Nước thải từ hoạt động sinh hoạt: Tổng lượng nước thải sinh hoạt phát sinh toàn tỉnh ước tính khoảng 176.000 m³/ngày.đêm, trong đó khu vực đô thị khoảng 72.000 m³/ngày.đêm. Toàn tỉnh có 11 huyện, thị xã, thành phố nhưng chỉ có 02 hệ thống xử lý nước thải, trong đó: hệ thống xử lý nước thải Châu Đốc công suất 5.000 m³/ngày.đêm đặt tại phường Vĩnh Mỹ thu gom xử lý cho 03 phường xung quanh thị trấn, đã đi vào vận hành chính thức từ năm 2017; hệ thống xử lý nước thải Long Xuyên công suất 30.000 m³/ngày đêm (01 nhà máy công suất 20.000 m³/ngày đêm đặt tại phường Mỹ Hòa, 01 nhà máy công suất 10.000 m³/ngày đêm đặt tại phường Bình Đức). Trong thời gian tới, tỉnh đang có kế hoạch đầu tư hệ thống xử lý nước thải thị xã Tân Châu công suất 4.000 m³/ngày đêm [13, 16].

Nước thải từ hoạt động sản xuất nông nghiệp: An Giang có trên 1000 trang trại trồng trọt, chăn nuôi và nuôi trồng thủy sản. Một số trang trại chăn nuôi đã áp dụng công nghệ biogas để xử lý chất thải. Tuy nhiên dịch thải đầu ra vẫn chưa đảm bảo yêu cầu xả thải vào môi trường theo quy định. Các trang trại còn lại hầu hết không áp dụng xử lý triệt để các chất ô nhiễm của các dòng thải trước khi thải vào môi trường. Ô nhiễm môi trường từ hoạt động sản xuất nông nghiệp theo khảo sát còn do việc sử dụng phân bón, hóa chất bảo vệ thực vật (từ lượng dư thừa và bao bì hóa chất). Nước thải từ hoạt động nông nghiệp được đổ thải trực tiếp vào các kênh nội đồng trên địa bàn tỉnh. Ở nhiều nơi, chính các kênh này là nguồn cấp nước cho các trạm cấp nước tập trung tại nhiều huyện của tỉnh [13].

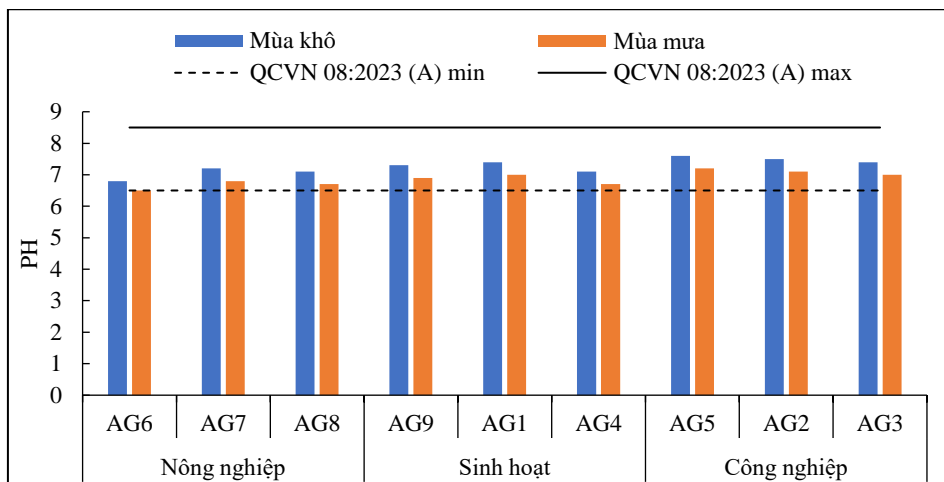
Lượng nước thải lớn từ các hoạt động công nghiệp, sinh hoạt và đặc biệt là nông nghiệp tại An Giang, đã gây áp lực về môi trường. Do đó việc đưa ra giải pháp khắc phục giảm thiểu và tái sử dụng để góp phần phát triển kinh tế xã hội của địa phương và hạn chế ô nhiễm nguồn nước là hết sức cần thiết. Kết quả số liệu tính toán, tổng hợp số liệu tại Bảng 3 cho thấy bức tranh chung là nước thải nông nghiệp vẫn đứng đầu về lượng xả thải. Cụ thể trên toàn tỉnh An Giang năm 2020 với lượng nước thải từ nông nghiệp là 309,22 triệu m³/năm. Nước thải công nghiệp là 1,1 triệu m³/năm và nước thải sinh hoạt đô thị và nông thôn lần lượt là 22,0 và 23,8 triệu m³/năm.

3.2. Đặc điểm tính chất một số nguồn thải

Các thông số hóa lý được đo trực tiếp ở hiện trường. Kết quả quan trắc cho thấy nhiệt độ dao động khoảng 28-31°C (mùa khô) và giá trị này được ghi nhận thấp hơn vào mùa mưa trong khoảng 23-25°C. Nước thải công nghiệp và sinh hoạt có nhiệt độ cao hơn nước thải nông nghiệp trong cả hai mùa. Nhiệt độ trung bình thấp nhất ở nước thải nông nghiệp khu vực Mỹ Hòa Hưng (26°C) và cao nhất ở nước thải công nghiệp khu vực Bình Hòa, Châu Thành.

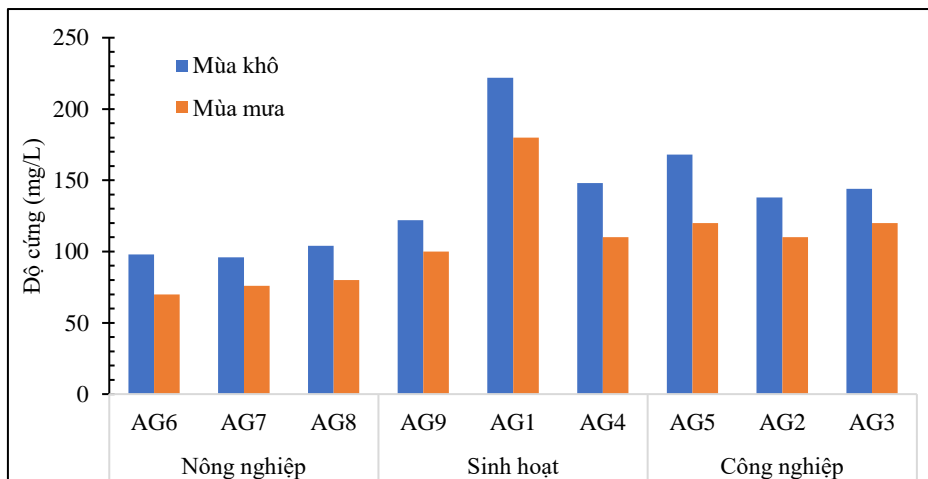


Hình 1. Đồ thị biểu diễn nhiệt độ trong nước thải tại một số điểm nghiên cứu.



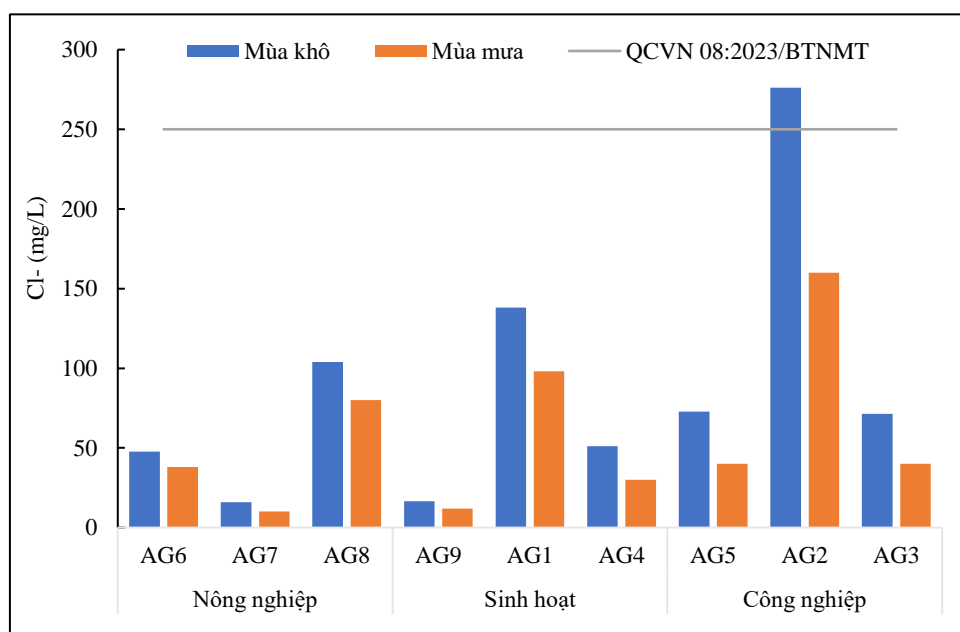
Hình 2. Đồ thị biểu diễn giá trị pH trong nước thải tại một số nguồn.

Giá trị pH trong nước thải mùa khô biến đổi từ 6,8 đến 7,5 với nước thải công nghiệp từ nhà máy xử lý nước thải Mỹ Hòa cho giá trị pH cao nhất là 7,4. Nước thải nông nghiệp từ hoạt động nuôi trồng thủy sản cho giá trị pH thấp nhất trong ba loại nước thải được nghiên cứu trong khoảng từ 6,5-6,7 vào mùa mưa và 6,8-7,1 vào mùa khô. Vào mùa mưa, các giá trị pH tại các điểm nghiên cứu đều được ghi nhận thấp hơn so với mùa khô. Các giá trị quan trắc đều có giá trị nằm trong giá trị cho phép so với QCVN 08-MT:2023/BTNMT mức A áp dụng cho nước mặt sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt.

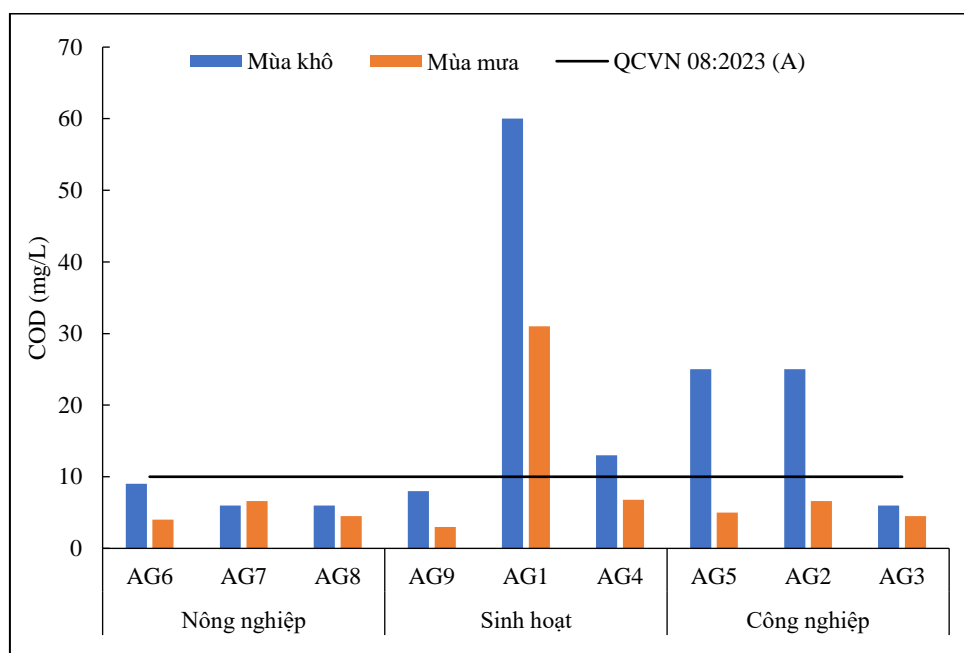


Hình 3. Đồ thị biểu diễn giá trị độ cứng trong nước thải tại một số nguồn.

Clorua có mặt trong nước là do các chất thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp mà chủ yếu là công nghiệp chế biến thực phẩm. Kết quả phân tích cho thấy các mẫu nước thải nông nghiệp và sinh hoạt đều có hàm lượng Cl⁻ đạt tiêu chuẩn nước dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt. Nước thải từ khu công nghiệp Bình Long có hàm lượng Cl⁻ lên đến 276 mg/L.



Hình 4. Đồ thị biểu diễn giá trị Clorua trong nước thải tại một số nguồn.



Hình 5. Đồ thị biểu diễn hàm lượng COD trong nước thải của một số nguồn.

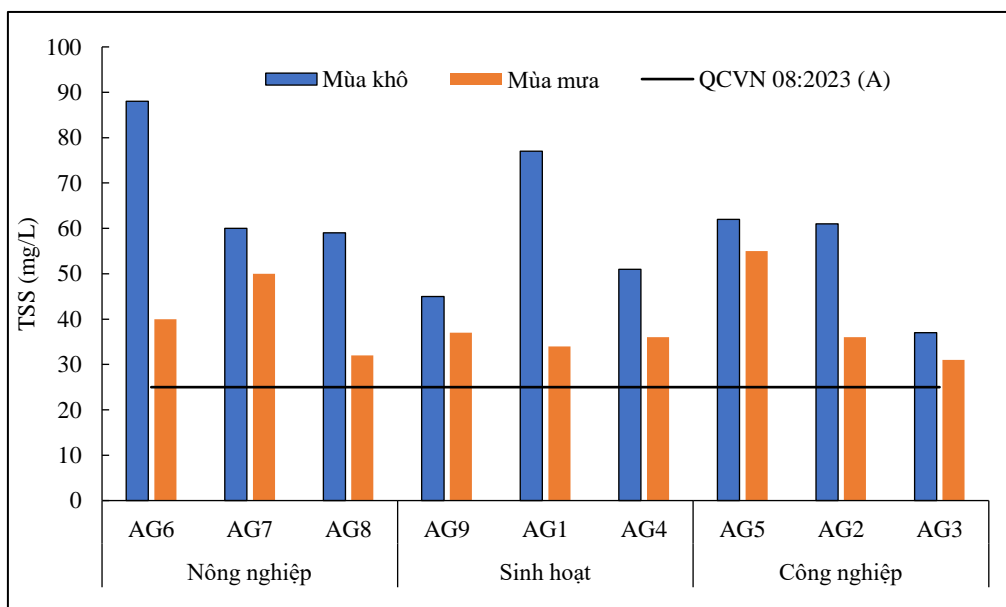
Nhu cầu oxy hóa học là thông số thường dùng để đánh giá mức độ ô nhiễm hữu cơ của nguồn nước. Kết quả ghi nhận hàm lượng COD ở các điểm thu mẫu nước thải nông nghiệp có giá trị trung bình khá thấp, dao động từ 4 đến 9 mg/L và phù hợp với quy chuẩn quy định (A: 10 mg/L) (Hình 5). Trong khi đó, hàm lượng COD thu được ở các điểm xả thải của nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp có giá trị cao gấp từ 3 đến 5 lần so với mức quy chuẩn quy định cho nước sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt. Như vậy, đối với những nguồn nước này cần được tiếp tục xử lý bậc cao để đáp ứng yêu cầu nếu sử dụng làm nguồn nước cấp cho mục đích sinh hoạt.

Bảng 4. Kết quả phân tích các chỉ tiêu N và P trong nước thải.

| Chỉ tiêu | Thời gian | Nguồn nước thải | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------------|-------|------|-----------|------|-------|-------------|------|------|
| | | Nông nghiệp | | | Sinh hoạt | | | Công nghiệp | | |
| | | AG6 | AG7 | AG8 | AG1 | AG4 | AG9 | AG2 | AG3 | AG5 |
| Tổng photpho (mg/L) | Mùa khô | 0,06 | 0,1 | 0,13 | 2,02 | 0,13 | 0,06 | 7,53 | 0,23 | 0,84 |
| | Mùa mưa | 0,03 | 0,026 | 0,06 | 1,2 | 0,06 | 0,016 | 4,5 | 0,13 | 0,5 |
| P-PO ₄ ³⁻ (mg/L) | Mùa khô | 0,43 | 0,87 | 0,78 | 1,6 | 0,78 | 0,03 | 6,2 | 0,13 | 0,67 |
| | Mùa mưa | 0,3 | 0,7 | 0,6 | 1,12 | 0,6 | 0,04 | 4,1 | 0,09 | 0,47 |
| Tổng nito (mg/L) | Mùa khô | 3 | 3,25 | 3 | 7,35 | 3 | 3 | 8,25 | 10,2 | 4,5 |
| | Mùa mưa | 2 | 2,8 | 2,6 | 5 | 2,6 | 2,4 | 6 | 6,6 | 3,7 |
| N-NH ₄ ⁺ (mg/L) | Mùa khô | 1,3 | 0,27 | 0,5 | 3,55 | 0,5 | 0,05 | 2,93 | 3,44 | 1,99 |
| | Mùa mưa | 1,04 | 0,22 | 0,4 | 2,2 | 0,4 | 0,04 | 2,1 | 2,5 | 1,5 |

Từ kết quả phân tích của các mẫu nước thải cho thấy giá trị trung bình N-NH₄⁺ của nước thải công nghiệp là cao nhất 3,44 mg/L vào mùa khô và 2,5 mg/L vào mùa mưa, dao động từ 1,5-3,44 mg/l (Bảng 4). Nước thải sinh hoạt có giá trị trung bình 1,12 mg/L, dao động từ 0,04-3,55 mg/L. Giá trị trung bình của N-NH₄⁺ trong các mẫu nước thải nông nghiệp là thấp nhất trong số ba loại nước thải trên, tương ứng 0,69 mg/L (mùa khô) và 0,55 mg/L (mùa mưa). Mặc dù giá trị trung bình thấp, khi so sánh với giá trị thông số tương ứng với QCVN 08:2015/BTNMT vẫn có một số mẫu vượt quy chuẩn cho phép, đòi hỏi cần phải có biện pháp xử lý bậc cao để đáp ứng yêu cầu nếu sử dụng làm nguồn nước cấp cho mục đích sinh hoạt.

Hàm lượng photphat trong nước có sự biến động ở các điểm thu mẫu. Tương tự như N-NH₄⁺, hàm lượng photphat trong nước thải công nghiệp có giá trị cao nhất, dao động trong khoảng 0,09-6,2 mg/L trong khi nước thải nông nghiệp và sinh hoạt có giá trị photphat tương đương nhau trong khoảng từ 0,03 đến 1,6 mg/L. Các kết quả phân tích này đều vượt quy chuẩn photphat trong nước phục vụ sinh hoạt trong khoảng từ 4 đến 16 lần. Vì vậy, khi tái sử dụng nguồn nước cần chú ý đến hàm lượng nito, photphat trong nước và có những biện pháp xử lý cụ thể cho từng mục đích tái sử dụng.

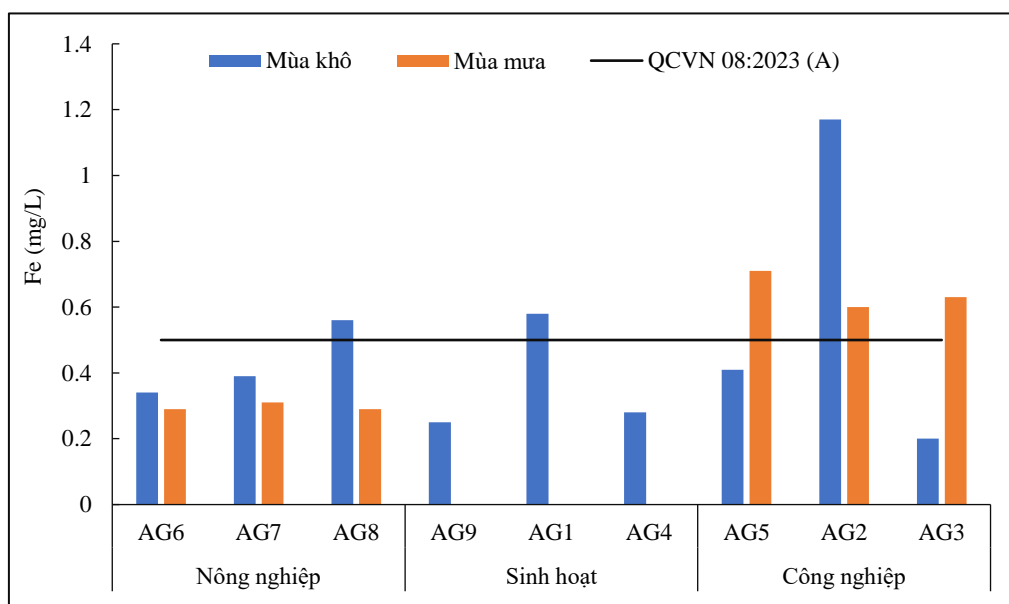


Hình 6. Đồ thị biểu diễn hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng trong một số nguồn thải.

Hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng (TSS) trong nước ở các điểm thu có sự biến động lớn giữa các mùa. Hàm lượng TSS trong nước thành phần chủ yếu là phù sa, do đây là vùng hạ lưu của sông Cửu Long nên hàm lượng phù sa vùng này rất lớn. Nhìn chung, hàm lượng vật chất lơ lửng ở cả ba loại hình nước thải đều vượt ngưỡng quy chuẩn cho phép về chất lượng nước làm nguồn nước cấp cho mục đích sinh hoạt từ 1,5 đến 3 lần, trong đó nước thải nông nghiệp có hàm lượng TSS cao nhất. Đặc biệt vào mùa khô cao hơn so với mùa mưa do hoạt

động xả thải của nước sinh hoạt, hoạt động nông nghiệp thủy sản (cuối vụ mùa) kết hợp với mức thủy triều trong thời gian này thấp nên hàm lượng vật chất lơ lửng trong nước cao hơn các tháng còn lại. Các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng các vùng nước ở đồng bằng sông Cửu Long của Việt Nam đã bị ô nhiễm lâu dài bởi tổng chất rắn lơ lửng. Nồng độ TSS trên sông Hậu dao động từ $41,2 \pm 33,7$ đến $89,57 \pm 31,31$ mg/L [17, 18], TSS trong kênh rạch tỉnh An Giang giai đoạn 2009-2016 dao động từ $25,0 \pm 11,5$ đến $93,7 \pm 28,3$ mg/L [20]. Tại tỉnh Sóc Trăng, nồng độ TSS trong kênh dao động từ 16 đến 176 mg/L [19, 20]. Nguyên nhân gây TSS cao là do vật chất hữu cơ, xói lở bờ sông, xáo trộn nước dưới thủy vực, phiêu sinh thực vật [20]. Các phát hiện trong nghiên cứu này cho thấy các hoạt động nuôi trồng thủy sản góp phần làm TSS cao trong các vùng nước lân cận.

Các chỉ tiêu kim loại nặng bao gồm Pb^{2+} , As^{3+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} và Cr^{6+} được tiến hành phân tích trong các mẫu nước thải thu thập được. Kết quả phân tích cho thấy, các chỉ tiêu Pb^{2+} , As^{3+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} và Cr^{6+} đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 08:2023/BTNMT về tiêu chuẩn nước mặt phục vụ nước cấp (số liệu giá trị chi tiết không cung cấp trong bảng kết quả phân tích). Duy nhất hàm lượng Fe^{2+} tại một số điểm phân tích có giá trị vượt ngưỡng quy chuẩn QCVN 08:2028 (mức A). Trong nước thải công nghiệp của khu công nghiệp Bình Long, hàm lượng Fe mùa khô cao gấp 2 lần so với mức giới hạn. Tại kênh xả thành phố Long Xuyên và nhà máy xử lý nước thải tập trung Châu Đốc, hàm lượng Fe vào mùa khô dao động trong khoảng từ 0,6 đến 0,7 mg/L.

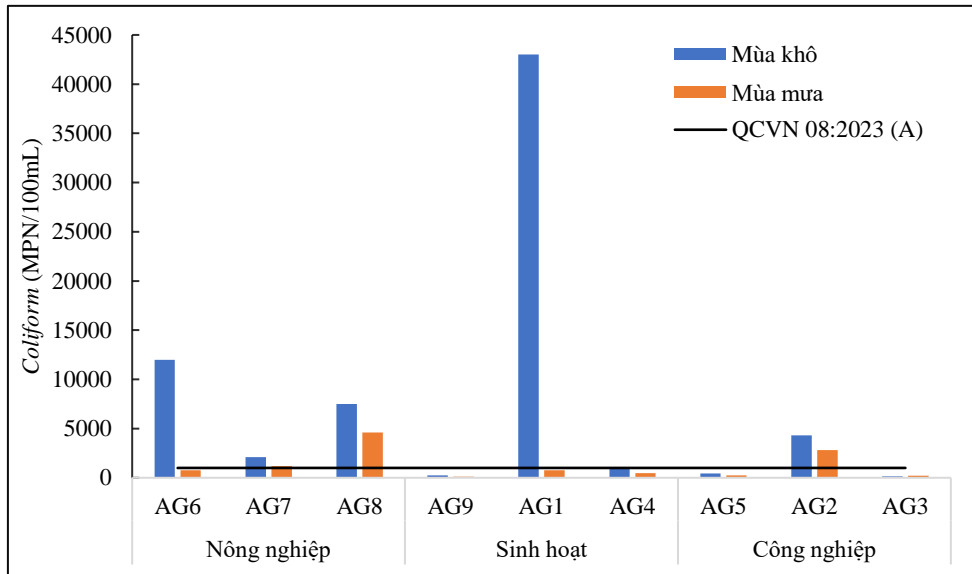


Hình 7. Đồ thị biểu diễn hàm lượng Fe trong nước thải.

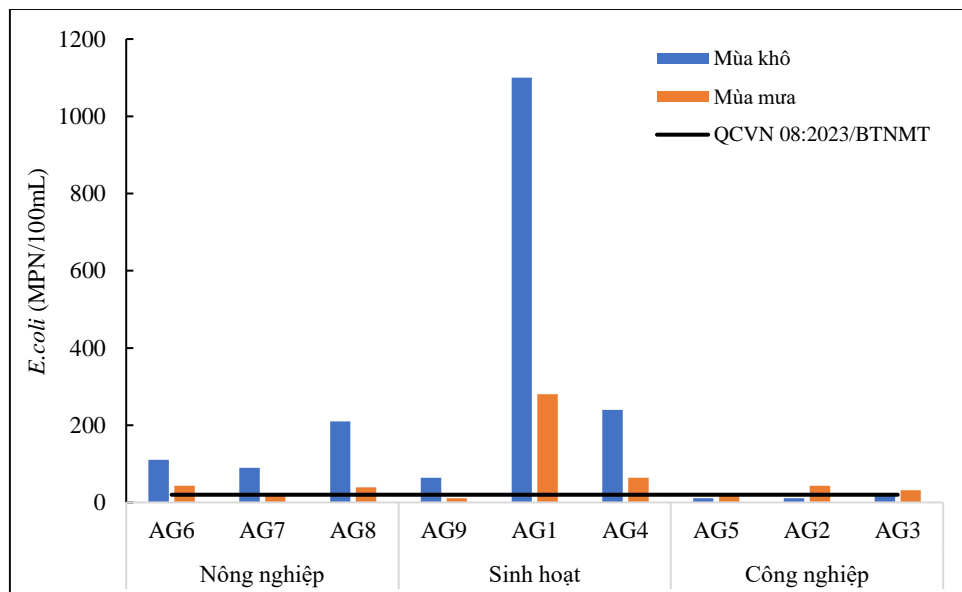
Các kháng sinh được tìm thấy trong nước thải nuôi trồng thủy sản và nước thải sinh hoạt của khu vực nghiên cứu bao gồm sulfonamid, cycline và quinolone (Bảng 5). Trong nước thải công nghiệp, kháng sinh không được phát hiện. Quinolone và cycline là những nhóm kháng sinh quan trọng, sử dụng rất nhiều hiện nay trong thực hành lâm sàng và đời sống do vậy hàm lượng ciprofloxacin và tetracycline được phát hiện trong nước kênh nội đồng dao động trong khoảng 0,3-0,6 mg/L. Mẫu nước thải sinh hoạt AG9, khu vực nuôi lồng bè đầu cồn Mỹ Hòa Hưng có hàm lượng tetracycline đạt 1,35 mg/L. Sulfomethaxozon, loại kháng sinh được tiêu thụ tương đối thường xuyên, giá trị phát hiện được trung bình 0,08 mg/L. Enrofloxacin được tìm thấy ở trong nước thải nông nghiệp với nồng độ trong khoảng 0,016-0,049 mg/L cao nhất điểm xả của đường ống nước thải từ kênh xả thành phố Long Xuyên. Việc sử dụng kháng sinh trong nuôi trồng thủy sản không chỉ gây nhiễm bẩn nguồn nước mà còn gây ô nhiễm trầm tích vì kháng sinh tích tụ trong trầm tích cùng với sự lắng đọng của các hạt thức ăn dư thừa [21].

Bảng 5. Kết quả phân tích các chỉ tiêu kháng sinh trong điếm thải của một số nguồn nước.

| Chỉ tiêu | Thời gian | Nguồn nước thải | | | | | | | | |
|------------------------|-----------|-----------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------------|-----|-----|
| | | Nông nghiệp | | | Sinh hoạt | | | Công nghiệp | | |
| | | AG6 | AG7 | AG8 | AG1 | AG4 | AG9 | AG2 | AG3 | AG5 |
| Tetracyclin (mg/L) | Mùa khô | 0,21 | 0,468 | 0,356 | 0,356 | 0,605 | 1,35 | - | - | - |
| | Mùa mưa | 0,156 | 0,325 | 0,289 | 0,415 | 0,523 | 0,85 | - | - | - |
| Ciprofloxacin (mg/L) | Mùa khô | 0,625 | 0,256 | 0,321 | 0,852 | 0,35 | 0,365 | - | - | - |
| | Mùa mưa | 0,715 | 0,168 | 0,256 | 0,68 | 0,208 | 0,253 | - | - | - |
| Sulfomethaxozon (mg/L) | Mùa khô | 0,04 | 0,104 | 0,104 | - | - | - | - | - | - |
| | Mùa mưa | 0,01 | 0,135 | 0,135 | - | - | - | - | - | - |
| Enrofloxacin (mg/L) | Mùa khô | 0,034 | 0,016 | 0,016 | - | - | - | - | - | - |
| | Mùa mưa | 0,049 | 0,024 | 0,024 | - | - | - | - | - | - |



Hình 8. Biểu đồ mật độ *Coliform* trong nước thải.

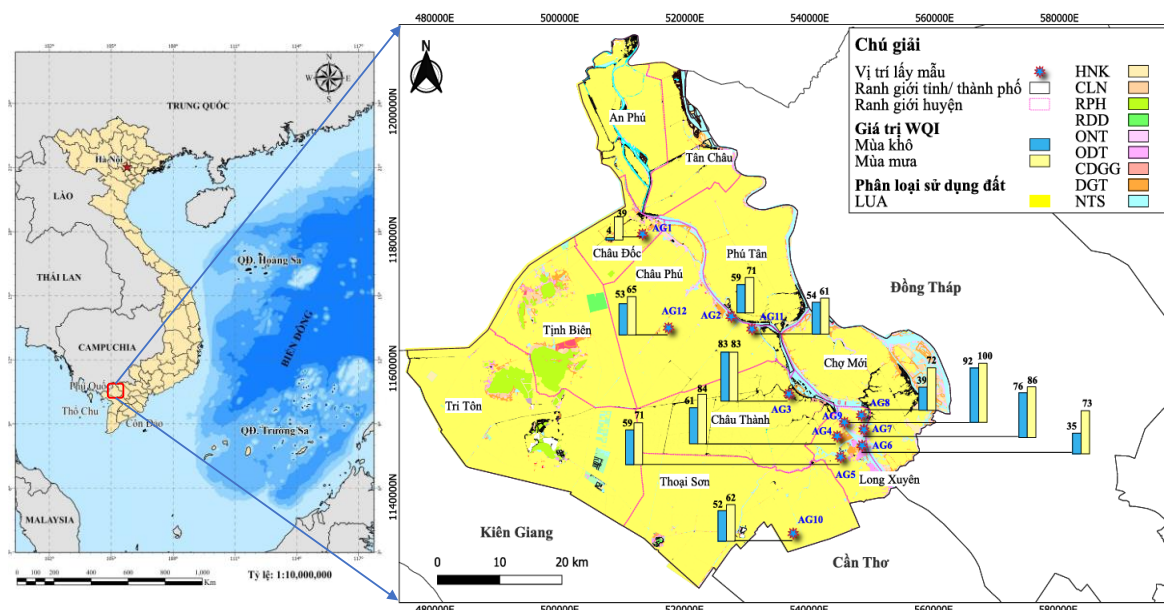


Hình 9. Biểu đồ mật độ *E. coli* trong nước thải.

Theo QCVN 08-MT:2023/BTNMT (A), mật độ *Coliforms* ở tầng nước mặt có giá trị giới hạn là 1000 MPN/100 mL và đối với mật độ *E. coli* là 20 MPN/100 mL. Kết quả ghi nhận được mật độ *Coliforms* và *E. coli* trong nước thải sinh hoạt có mật độ cao nhất, đặc biệt vào mùa khô và vượt giá trị giới hạn theo QCVN 08-MT: 2023/BTNMT (A) (Hình 8 và 9).

3.2. WQI đối với nước nội đồng

Qua khảo sát cho thấy, nguồn nước nội đồng thường bị nhiễm bởi nguồn nước thải sinh hoạt, nông nghiệp. Tại địa phương, nhiều trạm xử lý nước cấp cho sinh hoạt sử dụng nguồn nước kênh mương nội đồng, có chứa lẫn một trong hoặc nhiều hơn các nguồn thải nêu trên. Kết quả tính toán WQI theo 5 nhóm thông số cho thấy nước nội đồng tại An Giang có WQI dao động từ 52-65 được đánh giá có chất lượng nước trung bình - phù hợp với sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác. Việc tái sử dụng nước thải nông nghiệp, nước kênh nội đồng dùng làm nguồn nước cấp cho sinh hoạt đòi hỏi phải áp dụng các công nghệ bậc cao để xử lý, chất lượng nước cần phải kiểm soát nghiêm ngặt trước khi sử dụng. Ước tính 50% lượng nước mương nội đồng áp dụng các biện pháp tiên xử lý giảm thông số ô nhiễm (giảm *Coliforms*, COD, Bảng 6) qua đó tăng giá trị WQI lên trên 76 thì hàng năm có thể tái sử dụng khoảng 150 triệu m³ nước.



Hình 10. Vị trí lấy mẫu và chỉ số chất lượng nước (WQI) của các mẫu nước tại An Giang vào hai mùa mưa và mùa khô, năm 2021.

Bảng 6. Giá trị đề xuất đối với nước nội đồng sau khi xử lý sơ bộ để đảm bảo đầu vào cấp nước cho hệ thống nước sinh hoạt (có WQI ≥ 76).

| Nguồn nước | Trước khi xử lý | | Sau khi xử lý | | WQI | |
|-----------------|------------------|---------------|------------------|---------------|-----------------|---------------|
| | <i>Coliforms</i> | <i>E.coli</i> | <i>Coliforms</i> | <i>E.coli</i> | Trước khi xử lý | Sau khi xử lý |
| AG10, mùa khô | 15000 | 55 | 1500 | 55 | 52 | 79 |
| AG11, mùa khô* | 750 | 463 | 750 | 46 | 54 | 78 |
| AG12, mùa khô** | 9750 | 46 | 975 | 46 | 53 | 76 |
| AG10, mùa mưa | 12000 | 34 | 1200 | 34 | 62 | 90 |
| AG11, mùa mưa | 650 | 354 | 650 | 35 | 61 | 82 |
| AG12, mùa mưa | 5500 | 98 | 550 | 10 | 65 | 83 |

*Đề xuất tiên xử lý giảm ½ COD thấp hơn 26mg/l để đảm bảo giá trị WQI của mẫu nước ≥ 76.

**Đề xuất tiên xử lý giảm ½ COD thấp hơn 27mg/l để đảm bảo giá trị WQI của mẫu nước ≥ 76.

3.3. Đề xuất giải pháp tái sử dụng nước thải cho mục đích cấp nước cho sinh hoạt

a) Giải pháp quản lý

Hiện tại các khu công nghiệp, làng nghề trên địa bàn tỉnh cần được rà soát và yêu cầu bắt buộc phải hoàn thiện hệ thống thu gom và xử lý nước thải tập trung. Các biện pháp thanh tra, kiểm tra, giám sát kết hợp với xử phạt cần được tăng cường tiến tới 100% các hoạt động phát sinh nước thải đều được xử lý đảm bảo quy chuẩn cho phép trước khi thải vào nguồn tiếp nhận.

Các nguồn nước thải từ hoạt động sinh hoạt, nông nghiệp cần được thu gom và tái sử dụng tại nguồn, quản lý tốt các nguồn thải trước khi thải vào thủy vực tiếp nhận, nhất là các kênh mương được lấy nước phục vụ mục đích cấp nước cho sinh hoạt của các cụm dân cư trên địa bàn tỉnh.

Đối với nước thải sinh hoạt: Tăng cường cải thiện hạ tầng đô thị kết hợp với quy hoạch hệ thống thu gom xử lý kết hợp với tái sử dụng cho mục đích nông nghiệp.

b) Khả năng áp dụng các công nghệ xử lý: Dựa vào bảng liệt kê và tham vấn ý kiến các chuyên gia, các loại công nghệ được áp dụng đối với thành phần các chất ô nhiễm trong môi trường nước được liệt kê trong Bảng 7.

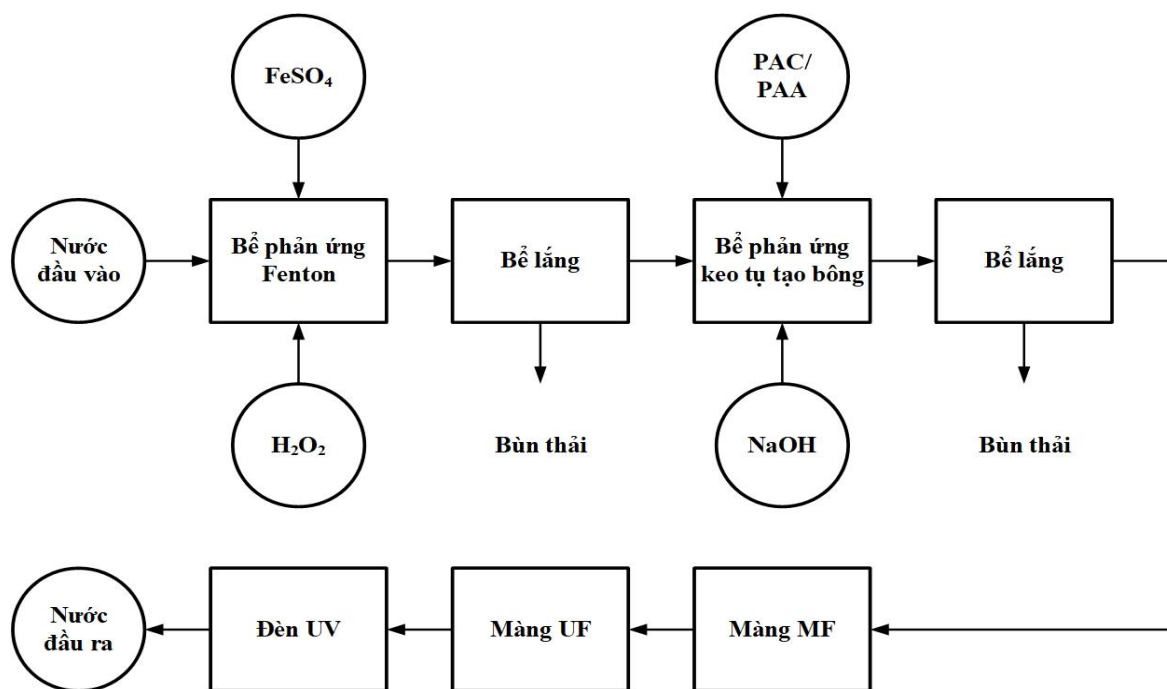
Bảng 7. Tác nhân cần xử lý trong nguồn nước và khả năng ứng dụng các phương án công nghệ.

| Phương án xử lý | Tác nhân cần xử lý | | | | | | | | Ý kiến chuyên gia |
|----------------------------------|--------------------|------------|-------------------------------|-----|---------------|--------------------------|--------------------------|-------------|---|
| | Acid/bazo | Các dạng N | PO ₄ ³⁻ | TSS | Kim loại nặng | Chất hữu cơ thông thường | Hóa chất bảo vệ thực vật | Vi sinh vật | |
| Trung hòa | +++ | | | | + | | | | |
| Kết tủa | + | | ++ | + | ++ | | | | |
| Keo tụ/tủa bông | + | | + | +++ | + | + | + | | |
| Hấp phụ | + | + | ++ | + | ++ | ++ | ++ | + | |
| Lọc thô | | | | ++ | | | | | |
| Lọc màng | | | + | +++ | + | + | + | + | Chi phí cao |
| Thẩm thấu ngược | | + | ++ | +++ | ++ | ++ | ++ | ++ | Chi phí rất cao |
| Công nghệ đất ngập nước nhân tạo | ++ | +++ | +++ | +++ | ++ | +++ | ++ | ++ | Thời gian lâu, đòi hỏi có diện tích và biện pháp bảo vệ |
| Ô xi hóa tiên tiến | + | + | + | + | + | +++ | +++ | ++ | Chi phí cao |
| Khử trùng | | | | | | | | +++ | |

Ghi chú: + hiệu quả thấp, ++ hiệu quả trung bình, +++ có hiệu quả cao.

Từ các kết quả trên cho thấy, nhìn chung chất lượng nước sau xử lý từ các hoạt động nông nghiệp, sinh hoạt và công nghiệp chưa đáp ứng yêu cầu chất lượng với mục đích tái sử dụng làm nguồn nước cấp cho mục đích sinh hoạt theo QCVN 08:2023/BTNMT. Các công nghệ tiên tiến, tích hợp đòi hỏi được ứng dụng nếu xử lý các nguồn nước này làm nguồn nước cấp cho sinh hoạt. Đối với nước thải nông nghiệp (nước từ các mương nội đồng) và nước thải sinh hoạt với thành phần TSS cao cùng các hợp chất hữu cơ như kháng sinh, phương pháp xử lý keo tụ tạo bông kết hợp oxy hóa cấp tiến có thể được áp dụng nhằm loại bỏ các chất ô nhiễm mới nổi. Giải pháp xử lý nước thải có chứa nito và photpho bằng công nghệ sinh học kết hợp hóa lý như hệ thống đất ngập nước được đánh giá mang lại hiệu quả cao nhưng đòi hỏi phải có diện tích đất chiếm cần thiết lớn. Việc áp dụng phương pháp này thì nước sau khi xử lý có thể được dự trữ trong các ao lắng để xử lý bậc cao cho mục đích tái sử dụng. Thực vật, hệ thống vi sinh vật và vật liệu lọc làm giá thể cho hệ thống sinh học hoạt động giống như một bộ lọc đa năng kết hợp phân hủy sinh học có chức năng loại bỏ các chất ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng, kim loại nặng cũng như chất rắn trong nước thải.

Trên cơ sở phân tích hiệu quả của các phương án xử lý, đặc tính chung của nước thải ở phần trên, quy trình công nghệ dưới đây được đề xuất áp dụng xử lý nước thải (nước nuôi trồng thủy sản, nước kênh mương nội đồng, nước thải công nghiệp) đạt chất lượng nước cấp cho mục đích sinh hoạt (Hình 11).



Hình 11. Sơ đồ công nghệ tái sử dụng nước làm mục đích sinh hoạt.

4. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy chất lượng nước tại một số nguồn thải tại tỉnh An Giang trong năm 2021 có dấu hiệu ô nhiễm hữu cơ, tổng rắn lơ lửng, amoni, photphat, Fe và vi sinh vật. Các chỉ tiêu này đều vượt ngưỡng quy định trong quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 08-MT:2015/BTNMT về chất lượng nước cho mục đích cấp nước sinh hoạt. Bên cạnh đó, việc xuất hiện của các kháng sinh cũng là nguy cơ gây ảnh hưởng đến chất lượng nguồn nước. Các kháng sinh được tìm thấy trong nước thải nuôi trồng thủy sản và nước thải sinh hoạt của khu vực nghiên cứu bao gồm sulfonamid, cycline và quinolone. Các chỉ tiêu vượt ngưỡng cho phép được phát hiện chủ yếu thuộc nguồn nước thải sinh hoạt và nông nghiệp do chưa được đầu tư xử lý hoặc tiếp nhận nước thải từ các hoạt động sinh hoạt, nước mưa chảy tràn, hoạt động nông nghiệp và thủy sản. Trong khi đó, các thông số nhiệt độ, pH, một số kim loại nặng như As, Cr, Pb, Cu đều nằm trong giới hạn cho phép. Tính toán WQI theo 5 nhóm thông số cho nước nội đồng tại An Giang cho kết quả WQI dao động từ 52-65 được đánh giá có chất lượng nước trung bình - phù hợp với sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác. Với việc ứng dụng các công nghệ xử lý nước phù hợp cùng các biện pháp chính sách quản lý nước nghiêm ngặt, ước tính khoảng 150 triệu m³/năm nước nội đồng có khả năng tái sử dụng làm nước cấp cho sinh hoạt. Quy trình công nghệ tích hợp công nghệ tiên tiến như ôxi hóa tiên tiến, đất ngập nước nhân tạo kết hợp với keo tụ/tủa bông và xử lý bậc cao nhằm loại bỏ các chất ô nhiễm... cho thấy tiềm năng cao của tái sử dụng nước làm nguồn nước cấp sinh hoạt trong bối cảnh khan hiếm nước ở Đồng bằng Sông Cửu Long.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.T.M.H., N.M.K.; Khảo sát và thu thập số liệu: T.T.M.H., T.T.H.N., H.M.T., V.Đ.T.; Xử lý số liệu: T.T.M.H., H.M.T., V.Đ.T., N.M.K.; Viết bản thảo bài báo: T.T.M.H., H.M.T., V.Đ.T.; Chỉnh sửa bài báo: T.T.M.H., H.M.T., V.Đ.T., N.M.K.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu 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 thuộc nhiệm vụ Khoa học và Công nghệ theo Nghị định thư của Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Tập thể tác giả cảm ơn sự tài trợ của đề tài và Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2018, chuyên đề: Môi trường nước các lưu vực sông. Nhà xuất bản tài nguyên - môi trường và bản đồ Việt Nam. 2019. ISBN: 978-604-952-409-7.
2. Tổng cục thống kê. Kết quả toàn bộ Tổng điều tra dân số và nhà ở năm 2019. Nhà xuất bản thống kê. 2020. ISBN: 978-604-75-1532-5.
3. Khải, N.M.; Trang, N.T.H.; Linh, N.T.; Đào, C.A.; Côn, P.M.; Nga, N.T. Nghiên cứu chất lượng nước sông Nhuệ khu vực Hà Nội. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* **2012**, 28(4S), 111–117.
4. Giao, N.T. Đánh giá chất lượng môi trường nước mặt sông Cái Sắn thuộc ba tỉnh An Giang- Cần Thơ- Kiên Giang. *Tạp chí Khoa học Đất* **2021**, 62, 51–56.
5. Châu, T.N.; Vân, N.T.T.; Hùng, N.T.; Phúc, N.T.B.; Hương, Đ.T.V. Hiện trạng và nguyên nhân ảnh hưởng đến chất lượng nước hồ Búng Bình Thiên, tỉnh An Giang. *Tạp chí Môi trường* **2023**, Chuyên đề 1/2023.
6. Hằng, T.T.M.; Duy, D.Đ.; Khải, N.M. Nghiên cứu chất lượng nước sông Thương đoạn qua địa bàn tỉnh Bắc Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2024**, 762, 27–37.
7. Ly, N.; Giao, N. Surface water quality in canals in An Giang province, Viet Nam, from 2009 to 2016. *J. VN Environ.* **2018**, 10, 113–119.
8. Tuan, P.V. Understanding groundwater use and vulnerability of rural communities in the Mekong Delta: The case of Tra Vinh province, Vietnam. *Groundwater Sustainable Dev.* **2024**, 25, 101095
9. Quân, N.V.; Nga, T.T.H.; Thúy, P.T.; Khải, N.M. Xử lý nước thải sinh hoạt và tái sử dụng nước thải sau xử lý tại Việt Nam. *Tạp chí Môi trường* **2021**, Chuyên đề 1, 31–36.
10. CGIAR/CCAFS và Trung tâm Khuyến nông quốc gia. Quản lý nước cho cây lúa. 2021. Trục tuyền: <http://www.khuyennongvn.gov.vn/Portals/0/Document/Canhtaclua/4%20QU%E1%BA%A2N%20L%C3%9D%20N%C6%AF%E1%BB%9AC.pdf>.
11. Viện Môi trường Nông nghiệp. Báo cáo công tác bảo vệ môi trường của ngành nông nghiệp. Báo cáo nhiệm vụ môi trường 2019. 2020.
12. Cục thống kê An Giang. Niên giám thống kê tỉnh An Giang 2020. 2021.
13. Trục tuyền: <https://angiang.gov.vn/wps/portal/Home/trang-chu/chi-tiet/sa-hien+trang+moi+truong/cong-bo-hien-trang-moi-truong-tinh-an-giang-giai-doan-2016-2020> (truy cập ngày 30/4/2024).
14. Tổng cục Môi trường. Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ngày 12/11/2019 về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước Việt Nam (VN_WQI) của Tổng cục trưởng Tổng cục môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường. 2019.
15. Đa, L.N.; Quỳnh, L.T.P.; Hương, P.T.M. Đánh giá chất lượng nước thải canh tác nông nghiệp khu vực Đông Anh, Hà Nội. *Tạp chí Khoa học Công nghệ* **2019**, 53, 68–72.
16. Sở tài nguyên và môi trường tỉnh An Giang. Công bố kết quả quan trắc môi trường tỉnh An Giang năm 2020, 2021. 2024. Trục tuyền: <https://sotainguyenmt.angiang.gov.vn/> (truy cập ngày 30/4/2024).
17. Viện Môi trường Nông nghiệp. Báo cáo công tác bảo vệ môi trường của ngành nông nghiệp. Báo cáo nhiệm vụ môi trường 2019. **2020**.
18. Liên, N.T.K.; Út, V.N.; Phú, T.Q.; Oanh, D.T.H.; Huy, L.Q. Chất lượng nước trên sông chính và sông nhánh thuộc tuyến Sông Hậu. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* **2016**, 43, 68–79. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2016.138>.

19. Giao, N.T. Đánh giá chất lượng môi trường nước mặt sông cái sản thuộc ba tỉnh An Giang - Cần Thơ - Kiên Giang. *Tap chí Khoa học Đất* **2021**, 62, 51–56.
20. Tuấn, Đ.D.A.; Thư, B.A.; Trung, N.H. Đánh giá hiện trạng chất lượng nước mặt phục vụ khai thác cấp nước cho thành phố Sóc Trăng. *Tap chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. **2019**, 55(4A), 61–70.
21. Chau, N.D.G.; Sebesvari, Z.; Renaud, F.; Rosendahl, I.; Minh, Q.H.; Amelung, W. Occurrence and dissipation of the antibiotics sulfamethoxazole, sulfadiazine, trimethoprim, and enrofloxacin in the Mekong Delta, Vietnam. *PLoS ONE* **2015**, 10(7), e0131855.

Assessing the current situation and potential for reusing wastewater for domestic water supply in An Giang province

Tran Thị Minh Hang^{1*}, Tran Thị Huyen Nga¹, Vu Dinh Tuan¹, Hoang Minh Trang¹, Nguyen Manh Khai¹

¹ Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi, 334 Nguyen Trai Road, Thanh Xuan district, Hanoi, Vietnam;
hangttm@hus.edu.vn; tranthihuyennga@hus.edu.vn; vudinhtuan@hus.edu.vn;
hoangminhtrang@hus.edu.vn; nguyenmanhkhai@hus.edu.vn

Abstract: This study aimed to assess the current status and potential for reusing wastewater in An Giang province as a source of daily water supply. Twelve sampling locations were selected for the study, and water samples were collected for analysis of 21 water quality indicators. The results of the water quality analysis were then compared against Vietnamese standards for surface water quality intended for domestic water supply purposes. The findings indicate that parameters such as temperature, pH, and certain heavy metals including Arsenic (As), Chromium (Cr), Lead (Pb), and Copper (Cu) are within acceptable limits. However, Total Suspended Solids (TSS), Chemical Oxygen Demand (COD), Iron (Fe), Ammonium (N-NH₄⁺), Phosphate (P-PO₄³⁻), and coliform levels exceed permissible thresholds. Additionally, the presence of antibiotics poses a risk to water quality. Samples with parameters surpassing acceptable limits mainly originated from domestic and agricultural wastewater sources, possibly due to inadequate investment in wastewater treatment for domestic, rainwater runoff, agricultural, and fisheries activities. Regarding wastewater from agricultural paddy fields, the Water Quality Index (WQI) calculation, utilizing five parameter groups, indicates WQI ranges from 52 to 65, suggesting average water quality suitable for irrigation and similar purposes. The study proposes water treatment technology solutions and management policies to mitigate pollutants and facilitate wastewater reuse for domestic use, particularly crucial in addressing water scarcity concerns in the Mekong Delta region.

Keywords: Reusing wastewater; Advanced oxidation; Wastewater; Water supply.