

Đánh giá hiệu quả xử lý nước suối bằng công nghệ màng siêu lọc (UF) kết hợp vật liệu lọc đa năng để cấp nước sinh hoạt phi tập trung khu vực miền núi Tây Bắc

○ ThS. ĐẶNG XUÂN THƯỜNG

Viên Kỹ thuật và Công nghệ môi trường

PGS.TS TRẦN ĐỨC HẠ

Viện Nghiên cứu Cấp thoát nước và Môi trường

ThS. NGUYỄN MAI HOA

Khoa Môi trường - Trường Đại Học Mỏ, Địa chất

Abstract: *Ta Vai stream and Na Ruoc stream (Hà Giang province) are showing signs of pollution by economic and social activities in the area, so stream water is difficult to treat by traditional methods to supply water for domestic use. Non-chemical technology with pre-treatment by zeolite filter (ODM-2F material) and advanced treatment by UF membrane filtration is applied to Ta Vai stream water treatment system for military barracks and to Na Ruoc stream water treatment system to supply domestic water to residential areas of Yen Minh town. The results of water quality monitoring according to the treatment processes at these two water supply stations show that the quality of water after treatment is ensured in accordance with regulations of QCVN 02: 2009 / BYT for domestic water and many parameters meet the quality of drinking water according to QCVN 01: 2009 / BYT. This is a decentralized water supply model suitable for the Northern mountainous areas.*

1. Giới thiệu chung

Nhu cầu cấp nước sinh hoạt ngày càng gia tăng. Trước đây các

phương pháp truyền thống đã giải quyết được vấn đề xử lý ô nhiễm trong nước mặt để cấp nước sinh hoạt và ăn uống. Sơ đồ công nghệ truyền thống chủ yếu là làm trong nước kết hợp với khử trùng, trường hợp nước có độ oxy hóa (lính theo COD $KMnO_4$) cao thì kết hợp clo hóa sơ bộ để xử lý các chất ô nhiễm này [1]. Phương pháp này sử dụng lượng hóa chất lớn để keo tụ và khử trùng. Tuy nhiên nguồn nước ngày càng bị ô nhiễm do các hoạt động của con người và các tác động tiêu cực của Biến đổi khí hậu. Trong nước sông suối khu vực miền núi ngoài các phần tử phù sa, các keo sét, các chất hữu cơ nguồn gốc lá cây, xác động vật,... còn có dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật, ion kim loại nặng, các vi khuẩn, virus... trong nước mưa cuốn trôi bề mặt từ các vùng canh tác, khai khoáng,... chảy vào. Các khu dân cư, thôn bản,... ven suối cũng xả nước thải sinh hoạt, nước thải chăn nuôi,... chưa được xử lý gây ô nhiễm hữu cơ và phú dưỡng nguồn nước. Trong nguồn nước sông suối xuất hiện nhiều tác nhân ô nhiễm đặc biệt như các chất ô nhiễm dạng vết, các chất hữu cơ tự nhiên, các loại vi khuẩn và virus gây bệnh dịch đặc thù,...

mà các phương pháp keo tụ - lắng - lọc và khử trùng không thể loại bỏ được chúng.

Tại khu vực vùng núi Tây Bắc, nguồn cấp nước sinh hoạt chủ yếu là các suối nhỏ. Tuy nhiên nước nguồn có độ đục cao, hàm lượng hữu cơ lớn trong đó các chất hữu cơ tự nhiên (natural organic matters - NOM), và xuất hiện vi sinh vật gây bệnh, kim loại nặng như Fe, Mn, Cu,... mà nguyên nhân do các quá trình xói mòn và rửa trôi đất do khai khoáng và phá rừng đầu nguồn, xả nước thải sinh hoạt, chăn nuôi và canh tác nông nghiệp vào sông suối [2,3].

Vi vậy cần có một công nghệ xử lý phù hợp trên nền kỹ thuật màng lọc để giải quyết vấn đề cấp nước ở những vùng khan hiếm nước khu vực miền núi Tây Bắc. Màng lọc đã bắt đầu đi vào lĩnh vực cấp nước ở Việt Nam nhưng ở mức độ hạn chế với dạng thiết bị nhỏ để xử lý tiếp tục nước ăn uống cho các hộ gia đình hoặc đằm bể. Các nghiên cứu gần đây cho thấy tiềm năng ứng dụng và phát triển công nghệ lọc màng để xử lý nước cấp và nước thải ở nước ta rất lớn [4, 5]. Công nghệ màng lọc

UF kết hợp với vật liệu lọc đa năng đã được nghiên cứu để xử lý nước cấp cho sinh hoạt từ nguồn nước thô suối Tà Vải (Hà Giang) đã được triển khai nghiên cứu trên mô hình thử nghiệm quy mô 500L/h [6]. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu này, hai hệ thống xử lý nước công suất 50 m³/h theo công nghệ màng lọc UF có tiền xử lý bằng lọc vật liệu lọc đa năng ODM-2F với nước thô từ suối Tà Vải và suối Nà Rược được lắp đặt để cấp nước sinh hoạt cho Trung đoàn 887 (Bộ chỉ huy quân sự tỉnh Hà Giang) và thị trấn Yên Minh tỉnh Hà Giang. Hai công trình này là sản phẩm của đề tài "Nghiên cứu ứng dụng công nghệ màng lọc kết hợp với vật liệu đa năng để xử lý nước suối vùng biên giới Tây Bắc cấp nước cho sinh hoạt (mã số: KHCN-TB.15C/13-18)", do Viện Kỹ thuật và Công nghệ môi trường chủ trì thực hiện năm 2017 và 2018.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là hệ thống xử lý nước suối Tà Vải và suối Nà Rược. Hệ thống xử lý nước suối Tà Vải công suất 600 m³/ngày cung cấp nước sinh hoạt cho doanh trại quân đội Trung đoàn 877 và Trường quân sự thuộc Bộ Chỉ huy quân sự tỉnh Hà Giang. Hệ thống xử lý nước suối Nà Rược ở thị trấn Yên Minh với công suất 50m³/h (600m³/ngày khi hoạt động trung bình 10 - 12h/ngày) cung cấp nước sạch phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt của 5.600 người ở thị trấn Yên Minh.

Đo đặc điểm nguồn nước suối Tà Vải và suối Nà Rược có độ đục không lớn nhưng thay đổi theo các mùa mưa và khô, có hàm lượng hữu cơ cao từ nguồn gốc xác sinh vật cũng như các chất hữu cơ tự nhiên (natural organic matters - NOM), các kim loại nặng xuất hiện,... một sơ đồ công nghệ khoa học sử dụng hóa chất bao gồm 2

khâu: tiền xử lý bằng hệ lọc zeolit và xử lý bậc cao bằng hệ màng lọc UF được để xuất để cấp nước sinh hoạt từ nguồn nước các suối này.

Nước suối qua đường ống được đưa về trạm xử lý, tại đây nước được bơm lên bể vật liệu lọc đa năng Zeonit - Diatomit (vật liệu ODM-2F) để loại tạp chất hữu cơ và các chất ô nhiễm gốc nitơ, đồng thời giảm độ màu và làm trong nước. Sau một chu kỳ làm việc, vật liệu lọc được súc rửa bằng nước rửa lọc đi ngược lên phía trên bình lọc và xả bỏ ra ngoài với quy trình vận hành súc rửa hoàn toàn tự động theo PLC điều khiển. Nước sau lọc thô sẽ đẩy vào 2 bộ lọc tinh (màng vi lọc, chất liệu polypropylene) được thiết kế với cấu hình dòng chảy từ ngoài vào trong (tạp chất, chất ô nhiễm được giữ lại bên ngoài màng và nước sạch được đẩy vào bên trong) tại đây màng sẽ giữ lại các tạp chất và chất ô nhiễm có kích thước lớn hơn lỗ màng và chỉ cho nước sạch cùng tạp chất có kích thước nhỏ hơn lỗ màng đi qua. Đầu ra của bộ lọc tinh có 2 nhánh: ống trung tâm là nước sạch, ống còn lại là nước xả chỉ mở định kỳ khi súc rửa ngược trong quá trình rửa màng. Nước sau quá trình này sẽ được đưa vào bồn chứa nước sau lọc tinh.

Nước sau lọc tinh sẽ được hai bơm tăng áp đưa vào hệ màng siêu lọc (UF). Tại đây dưới áp lực cao, các phân tử nước sạch vận chuyển qua màng UF, các thành phần chất ô nhiễm và virus có trong nước được giữ lại bên ngoài màng. Đầu ra của hệ lọc màng UF gồm 2 nhánh: ống trung tâm là nước sạch, ống còn lại là nước thải chứa các chất ô nhiễm. Nước sau quá trình này sẽ được đưa vào bồn chứa nước sạch để cấp nước sinh hoạt.

Màng UF được sử dụng là loại màng: xếp, đối xứng, vật liệu màng UF là PVDF - Polyvinylidene Fluoride, kích thước DxH (mm)

Hình 1. Sơ đồ công nghệ hệ thống xử lý nước suối Tà Vải và suối Nà Rược để cấp nước sinh hoạt



200x1475, xuất xứ Đài Loan. Mỗi modul màng có diện tích bề mặt màng: 64 m², thông lượng lọc của bộ (modun) màng là: 50÷120 L/m².h. Hệ thống màng lọc UF (Model UF 90) đảm bảo lượng nước thu hồi là 100%. Số lượng màng sử dụng: 03 màng, trong đó 02 màng được lắp chạy song song và 01 màng được lắp nối tiếp và sử dụng nước thải từ 02 màng trước.

Sau khi hệ thống đi vào vận hành, tiến hành lấy mẫu tại 3 vị trí: bể chứa nước đầu nguồn (nước thô từ suối), bể trung gian (chứa nước sau lọc Zeolit-Diatomit) và bể chứa nước sạch trước khi súc ozon để phân tích chất lượng nước.

Trong 14 thông số chất lượng nước sinh hoạt theo QCVN 02:2019/BYT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước sinh hoạt, lựa chọn 4 thông số chính để quan trắc và đánh giá hiệu quả xử lý của hệ thống xử lý nước suối Tà Vải và suối Nà Rược. Đó là các thông số: độ đục (đặc trưng cho các suối vùng núi dễ bị xói mòn và có khai thác khoáng sản), COD theo KMnO₄ (các chất hữu cơ nguồn gốc sinh vật và các chất hữu cơ tự

nhiên khác NOM), hàm lượng sắt (nước mưa chảy tràn từ vùng khai thác khoáng sản vào suối) và coliform tổng số (chỉ tiêu vệ sinh của nguồn nước mặt có tiếp nhận nước thải và nước chảy tràn khu vực ven bờ xuống suối). Ngoài ra, các chỉ tiêu khác của QCVN 02:2009/BYT cũng được phân tích để đánh giá tổng hợp chất lượng nước và so sánh với các quy chuẩn chất lượng nước sinh hoạt và ăn uống.

Phân tích chất lượng nước được thực hiện theo các phương pháp chuẩn, trình bày trong Bảng 1 sau đây:

Thời gian quan trắc kéo dài từ 2 tuần đến 1 tháng trong thời điểm chất lượng nước suối xấu (từ tháng 8 đến tháng 12 năm 2018 đối với trạm cấp nước suối Tà Vải và từ tháng 8 đến tháng 9 năm 2018 đối với trạm cấp nước suối Nà Rược).

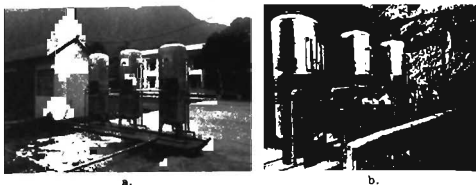
3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

a. Đánh giá hiệu quả xử lý bằng màng lọc UF trong hệ thống xử lý nước suối Tà Vải để cấp nước sinh hoạt

Hệ thống cấp nước sinh hoạt cho Trung đoàn 887 từ nguồn nước suối Tà Vải có công suất Q=50 m³/h, hiện nay lưu lượng nước sử dụng hàng ngày để ăn uống và sinh hoạt là 300- 400 m³/ngày. Sau 6 tháng hệ thống đi vào hoạt động, trong thời gian tháng 8 năm 2018, đề tài đã tiến hành lấy mẫu nước, đánh giá hiệu quả xử lý nước thải theo các thông số chất lượng nước của QCVN 02:2009/BYT. Độ đục là 1 thông số quan trọng đánh giá hiệu quả xử lý bằng màng lọc UF. Mẫu được lấy tại vị trí đầu vào (nước suối Tà Vải), sau lọc zeolit và nước sau lọc UF với các đợt lấy mẫu kéo dài từ tháng 8 đến tháng 12 năm 2018. Kết quả đánh giá hiệu quả xử lý nước qua các quá trình được nêu trên Hình 3.

Từ Hình 3 thấy được khả năng

Hình 2. Hệ thống xử lý nước suối Tà Vải tại Trung Đoàn 877 Hà Giang (a) và suối Nà Rược tại thị trấn Yên Minh (b).



Bảng 1. Các phương pháp phân tích chất lượng nước

| TT | Thông số | Đơn vị | Phương pháp phân tích |
|----|------------------------------|-----------|-----------------------|
| 1 | Màu | PCo | TCVN 6185 2008 |
| 2 | Mùi vị | - | Cảm quan |
| 3 | Độ đục | NTU | SMEWW 3120B-2012 |
| 4 | Clo dư | mg/l | TCVN 6225-3 2011 |
| 5 | pH | - | TCVN 6194 2011 |
| 6 | Amoni | mg/l | TCVN 6179-1 1996 |
| 7 | Sắt | mg/l | TCVN 6177 1996 |
| 8 | Độ oxy hóa (COD Pecmanganat) | mg/l | TCVN 6186 1996 |
| 9 | Độ cứng | mg/l | TCVN 6224 1996 |
| 10 | Clorua | mg/l | TCVN 6194 1996 |
| 11 | Florua | mg/l | SMEWW 4500F-B&D 2012 |
| 12 | Asen | mg/l | SMEWW 3113B 2012 |
| 13 | Coliforms | MPN/100ml | TCVN 6187-1,2 1998 |
| 14 | E coli | MPN/100ml | TCVN 6187-1,2 1998 |

loại bỏ các chất rắn không hòa tan của hệ thống xử lý với độ đục ban đầu trong nước thô rất cao. Quá trình lọc hạt ODM-2F vừa tăng cường hấp thụ các chất ô nhiễm đặc trưng và giữ lại được phần lớn các chất rắn lơ lửng, tạo điều kiện cho màng UF hoạt động tốt. Độ đục ban đầu (nước suối Tà Vải) ở những thời điểm rất cao (nằm trong khoảng 18,5 đến 19,5 FTU, sau lọc hạt là 3,5-6 NTU và sau lọc màng NF khoảng 0,5-1,5 NTU, thấp rất nhiều so với yêu cầu của QCVN 02:2009/BYT là 5 NTU. Mặt khác độ đục của nước sau lọc màng UF cũng nằm dưới ngưỡng quy định của QCVN 01:2009/BYT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước ăn uống là 2NTU.

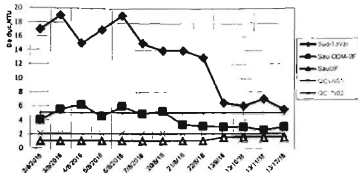
Chất hữu cơ trong nước thô suối Tà Vải chủ yếu là xác chết sinh vật (lá cây, côn trùng, ...) và một số hợp chất hữu cơ tự nhiên khác. Quá trình lọc và hấp phụ của

zeolit (ODM-2F) đã loại bỏ phần lớn các chất hữu cơ phân tán linh và hòa tan (COD theo KMnO₄ giảm từ 5-7 mg/L xuống còn 3-4 mg/L). Độ oxy hóa của nước sau lọc ODM-2F đảm bảo yêu cầu quy định của QCVN 02:2009/BYT.

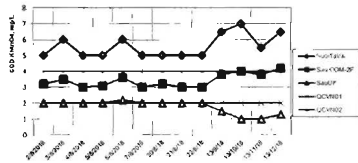
Sau khi lọc qua màng UF, COD theo KMnO₄ trong nước giảm xuống còn 1-2 mg/L. Nước sau xử lý đảm bảo yêu cầu về mặt hữu cơ cho ăn uống theo quy định của QCVN 01:2009/BYT.

Hình 5 biểu diễn hiệu quả loại bỏ sắt và các hợp chất của nó qua các trình lọc hạt ODM-2F và UF theo thời gian quan trắc. Việc khai thác khoáng sản đầu nguồn làm cho nước thô có hàm lượng sắt (và có thể có một số kim loại nặng khác) cao, tuy nhiên quá trình lọc zeolit – lọc màng UF đã loại bỏ được các phần tử này ra khỏi nước cấp. Sau ODM-2F hàm lượng sắt còn lại trong nước dao động trong mức

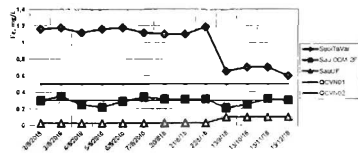
Hình 3. Hiệu quả làm trong nước theo sơ đồ công nghệ thông qua thông số độ đục.



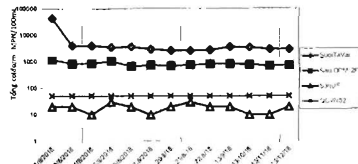
Hình 4. Hiệu quả xử lý chất hữu cơ theo dãy chuyển công nghệ xử lý nước suối Tà Vài



Hình 5. Hiệu quả xử lý sắt (Fe) theo dãy chuyển công nghệ xử lý nước suối Tà Vài



Hình 6. Hiệu quả khử trùng theo dãy chuyển công nghệ xử lý nước suối Tà Vài



quy định của QCVN 01:2009/BYT (0,3 mg/L). Tuy nhiên sau lọc UF, hàm lượng sắt trong nước cấp giảm rõ rệt, nằm ở mức 0,03 đến 0,1 mg/L, thấp hơn nhiều so với quy định cho nước sinh hoạt và nước ăn uống.

Do các hoạt động ven bờ, nước suối Tà Vài có số coliform tương đối cao (từ 3000 đến 7000 MPN/100mL), nhiều thời điểm vượt mức A2 của QCVN 08-MT:2015/BTNMT-Quy chuẩn kỹ thuật

quốc gia về chất lượng nước mặt dùng cho nguồn cấp nước sinh hoạt.

Trên Hình 6 cho thấy hiệu quả loại bỏ coliform của quá trình lọc zeolit (khoảng 1 log) cho đến còn 10-20 MPN/100mL. Nước sau xử lý đáp ứng yêu cầu chất lượng nước sinh hoạt theo QCVN 02:2009/BYT. Màng UF lựa chọn có kích thước lỗ 0,02µm loại bỏ được hầu hết vi khuẩn và virus có trong nước. Tuy nhiên do lấy mẫu tại bể chứa chưa khử khuẩn nên vi sinh vật ngoại lai dễ xâm nhập vào đó. Để nước sau xử lý sử dụng được cho ăn uống, nước cần tiếp tục khử khuẩn bằng clo, ozon, tia cực tím hay bằng các phương pháp phù hợp khác.

Hiệu quả xử lý sau lọc zeolit và nước sau lọc UF với 03 đợt lấy mẫu vào ngày 02-04/08/2018 theo các thông số QCVN 02:2009/BYT được tổng hợp trong Bảng 2.

Kết quả phân tích 14 thông số của nước sau xử lý bằng hệ lọc ODM-2F và lọc màng UF cho thấy toàn bộ các giá trị các thông số này đều đạt QCVN 02:2009/BYT. Mặt khác nhiều thông số có giá trị nằm trong ngưỡng cho phép của QCVN 01:2009/BYT.

b. Đánh giá hiệu quả xử lý bằng màng lọc UF trong hệ thống xử lý nước suối Nà Rược để cấp nước sinh hoạt cho thị trấn Yên Minh

Nước suối Nà Rược được xử lý, theo sơ đồ tương tự như nước suối Tà Vài, để cấp nước sinh hoạt cho thị trấn Yên Minh. Quan trắc chất lượng nước để đánh giá hiệu quả xử lý của trạm cấp nước thị trấn Yên Minh tiến hành trong tháng 8 năm 2018.

Tương tự như ở Tà Vài, tại Yên Minh sau thời gian hoạt động 1 tháng, để tài đã lấy mẫu tại vị trí đầu vào (nước suối Nà Rược), và nước sau lọc UF với 03 đợt lấy mẫu vào ngày 20-22/8/2018, kết quả trong Bảng 3.

Ghi chú: M1: Nước suối Nà Rược – Thị trấn Yên Minh, huyện Yên Minh, tỉnh Hà Giang; M2: Nước sau xử lý.

4. Kết luận

Suối Tà Vài và suối Nà Rược là những nguồn cấp nước sinh hoạt cho bộ đội và nhân dân khu vực miền núi tỉnh Hà Giang. Tuy nhiên cũng như các nguồn nước khác trong khu vực, nguồn nước này đang có dấu hiệu ô nhiễm các chất hữu cơ tự nhiên, các kim loại nặng, vi sinh vật gây bệnh,... do các hoạt động kinh tế - xã hội ven bờ, nên các biện pháp truyền thống khó xử lý được.

Với một số ưu điểm nêu, màng siêu lọc (UF) có thể sử dụng để xử lý tiếp tục và nâng cao sau khi qua một số công đoạn tiền xử lý nước mặt bằng phương pháp truyền thống để cấp sinh hoạt và ăn

Bảng 2. Kết quả xử lý nước suối Tà Vài để cấp nước sinh hoạt cho Trung đoàn 887

| TT | Thông số | Đơn vị | Kết quả | | | QCVN 02:2009/BYT (Cột I) |
|----|-----------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| | | | M1 | M2 | M3 | |
| 1 | Màu ^(A) | Pt/Co | 51 | 36,8 | <15 | 15 |
| 2 | Mùi vi | | Không có mùi vị lạ | Không có mùi vị lạ | Không có mùi vị lạ | Không có mùi vị lạ |
| 3 | Độ đục ^(B) | FTU | 17-19 | 7-8 | <1 | 5 |
| 4 | Clo dư | mg/l | <0,3 | <0,3 | 0,3 | 0,3-0,5 |
| 5 | pH ^(C) | - | 7,9 | 7,7 | 7,7 | 6-8,5 |
| 6 | Amoni ^(A) | mg/l | <0,10 | <0,10 | <0,10 | 3 |
| 7 | Sắt ^(A,B) | mg/l | 1,1-1,7 | 0,30-0,40 | <0,03 | 0,5 |
| 8 | Chỉ số Pecmanganat | mg/l | 4-6 | 3-4 | 1-2 | 4 |
| 9 | Độ cứng | mg/l | 210-230 | 130-145 | 60-65 | 350 |
| 10 | Clorua | mg/l | <5 | <5 | <5 | 300 |
| 11 | Florua | mg/l | <0,03 | <0,03 | <0,03 | 1,5 |
| 12 | Asen | mg/l | 0,008 | <0,0007 | <0,0007 | 0,01 |
| 13 | Coliforms | MPN/100ml | 4300 | 2800 | 20 | 50 |
| 14 | E. coli | MPN/100ml | 150 | 90 | 0 | 0 |

Ghi chú: M1- nước thô đầu vào, M2- nước sau lọc zeolit, M3- nước sau lọc MF.

Bảng 3. Kết quả xử lý nước tại trạm xử lý nước Yên Minh

| TT | Thông số | Đơn vị | Kết quả | | QCVN 02:2009/BYT (Cột I) |
|----|----------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| | | | M1 | M2 | |
| 1 | Màu | Pt/Co | 75 | <15 | 15 |
| 2 | Mùi vi | | Không có mùi vị lạ | Không có mùi vị lạ | Không có mùi vị lạ |
| 3 | Độ đục | FTU | 10-13 | 1-2 | 5 |
| 4 | Clo dư | mg/l | <0,3 | 0,3 | 0,3-0,5 |
| 5 | pH | - | 7,9 | 7,5 | 6-8,5 |
| 6 | Amoni | mg/l | 2,12-2,50 | <0,10 | 3 |
| 7 | Sắt | mg/l | 0,50-1,15 | 0,06-0,09 | 0,5 |
| 8 | COD theo KMnO ₄ | mg/l | 5,5-6,5 | 2-3 | 4 |
| 9 | Độ cứng | mg/l | 101-112 | 55-65 | 350 |
| 10 | Clorua | mg/l | <5 | <5 | 300 |
| 11 | Florua | mg/l | <0,03 | <0,03 | 1,5 |
| 12 | Asen | mg/l | <0,0007 | <0,0007 | 0,01 |
| 13 | Coliforms | MPN/100ml | 2000 | 0 | 50 |
| 14 | E. coli | MPN/100ml | 15 | 0 | 0 |

uống. Mô hình xử lý không hóa chất theo quy trình lọc zeolit (vật liệu ODM -2F) – lọc màng UF được ứng dụng cho hệ thống cấp nước Trung đoàn 877 và khu dân cư thị trấn Yên Minh. Nghiên cứu đánh giá hiệu quả hoạt động của các hệ thống này cho thấy sau hệ thống này phần lớn các chỉ tiêu ô nhiễm trong nước suối Tà Vài và suối Nà Rược được loại bỏ đến dưới ngưỡng quy định của

QCVN 02:2009/BYT đối với nước sinh hoạt.

Như vậy, nước mặt sông suối khu vực miền núi phía Bắc có thể xử lý bằng công nghệ lọc màng UF kết hợp lọc với vật liệu đa năng ODM-2F để cấp nước sinh hoạt và ăn uống. Đây là mô hình hợp lý cho các cụm dân cư hoặc các đơn vị bộ đội biên phòng, nơi không có điều kiện cấp nước tập trung.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ phục vụ phát triển bền vững vùng Tây Bắc, ĐHQGHN, mã số đề tài KHCN-TB.15C/13-18.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCXDVN 33:2006-Mạng lưới đường ống và công trình - Tiêu chuẩn thiết kế. Nhà xuất bản Xây dựng, 2006.
2. Đặng Xuân Thường, Nguyễn Phú Duyên, Nguyễn Thanh Hải. Hiện trạng chất lượng nước các sông suối một số tỉnh biên giới phía Bắc. Tạp chí "Môi trường và đô thị", số 1+3 (114+115) năm 2018, trang 26-28.
3. Đặng Xuân Thường, Đỗ Thị Lan, Hoàng Quý Nhân, Lương Thị Hoa, Nguyễn Thanh Hải. Nghiên cứu ô nhiễm nguồn nước suối do sản xuất nông nghiệp và chăn thả gia súc, gia cầm theo tập tục của người bản địa tại lưu vực suối Tà Vài, Hà Giang. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Thái Nguyên, tập 171, số 11, 2017, 207-212.
4. Trần Đức Hạ, Trần Thị Việt Nga, Đặng Thị Thanh Huyền, Trần Thị Hiền Hoa (2017). Kỹ thuật lọc màng trong xử lý nước cấp và nước thải. Nhà xuất bản Xây dựng.
5. R. V. Reis & A L Zydney (2007). "Bioprocess Membrane Technology". *Journal of Membrane Science* 297 (2007), 16–50.
6. Đặng Xuân Thường, Lưu Thị Anh Thơ, Lê Văn Thạch, Lương Thị Hoa, Dương Văn Đang. Nghiên cứu mô hình xử lý nước suối Tà Vài tỉnh Hà Giang bằng công nghệ màng lọc kết hợp vật liệu lọc đa năng để cấp nước phục vụ cho sinh hoạt. Tạp chí Cấp thoát nước, số 69(116), 2017, trang 40-43.

Người phản biện:

1. PGS, TS Phạm Văn Lợi, Viện trưởng Viện khoa học Môi trường, Tổng cục Môi trường.
2. TS Chu Thái Thành, Tổng Biên tập Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường. ■