



# ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH KINH TẾ TUẦN HOÀN ĐỐI VỚI NƯỚC THẢI SẢN XUẤT MỦ LATEX TRÊN CƠ SỞ KẾT TỦA STRUVITE

VÕ CHÍ CÔNG<sup>1</sup>, NGÔ THỤY PHƯƠNG HIẾU<sup>1</sup>  
NGUYỄN VĂN PHƯỚC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hội Nước và Môi trường TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup>Liên hiệp các Hội Khoa học Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh

## Tóm tắt:

Đề tài này nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo kết tủa struvite để thu hồi amoni, phosphat từ nước thải chế biến mủ cao su latex như độ pH, tỷ lệ  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$ , thời gian phản ứng, tốc độ khuấy. Kết quả cho thấy, hiệu suất thu hồi đồng thời amoni đạt 68,2% và phosphat đạt 76,9% ở điều kiện pH 9,1, tỷ lệ mol  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$  là 1,4:1:1, thời gian phản ứng 100 phút với tốc độ khuấy 50 vòng/phút. Cấu trúc struvite hình thành được xác nhận bằng phổ XRD. Qua đó, đề tài đề xuất mô hình kinh tế tuần hoàn (KTTH) cho hệ thống xử lý nước thải chế biến mủ cao su latex, với sản phẩm struvite sử dụng làm phân bón chậm tan; tận dụng khí sinh học, bùn thải... cho sản xuất, giảm công đoạn xử lý N, dẫn đến tiết kiệm chi phí vận hành.

Từ khóa: Struvite, nước thải, latex, kinh tế tuần hoàn.

Ngày nhận bài: 30/12/2022. Ngày sửa chữa: 20/5/2023. Ngày duyệt đăng: 25/6/2023.

## Recovering ammonia, phosphat from latex rubber processing wastewater by struvite precipitation method

### Abstract:

On the basis of research on factors affecting ammonium and phosphat recovery process from latex processing wastewater such as pH, ratio  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$ , reaction time, stirring speed, to provide an efficient struvite precipitation process. The results showed that the yield of ammonium was 68.2% and phosphat was 76.9% at pH 9.1, the ratio of  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$  was 1.4:1:1, reaction time was 100 min at a stirring speed of 50 rpm. The struvite structure formed was confirmed by XRD spectroscopy. Thereby, the topic has proposed a circular economy model for the wastewater treatment system of latex rubber, with struvite products used as a slow-dissolving fertilizer for many crops in agriculture; recover biogas, sludge... for production, reduce Nitrogen treatment stages, leading to saving in operating costs.

Keywords: Struvite, latex, circular economy.

JEL Classifications: Q51, Q52, Q53, Q55.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, KTTH đã trở thành xu hướng tất yếu của nhiều quốc gia. Đứng trước các nguy cơ thiếu hụt nguồn tài nguyên thiên nhiên và ô nhiễm môi trường thì Việt Nam cũng không thể nằm ngoài xu hướng đó.

Nước thải chế biến mủ cao su phát sinh chủ yếu từ các công đoạn khuấy trộn, làm đông (tách mủ), gia công cơ học và rửa máy móc, bồn chứa... chứa hàm lượng cao các hữu cơ (BOD, COD), chất dinh dưỡng (N, P)...[1], nếu xả ra môi trường sẽ là tác nhân gây hại đối với hệ sinh thái thủy sinh, gây phú dưỡng hóa, ô nhiễm nguồn nước, phá vỡ chuỗi thức ăn và tiêu diệt các loại sinh vật có ích trong nước. Tuy nhiên, nếu được thu hồi, chúng sẽ trở thành nguồn tài nguyên có ích dùng để sản xuất phân bón [2]. Vì vậy, thu hồi amoni, phosphat trong nước thải chế biến mủ cao su latex bằng phương pháp kết tủa struvite sẽ mang lại

lợi ích cả về kinh tế và môi trường, phù hợp tiêu chí giảm thiểu khai thác tài nguyên thiên nhiên, hạn chế chất thải phát sinh và giảm thiểu tác động xấu đến môi trường [3].

Struvite ( $NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$ ) được biết đến là một dạng phân bón chậm tan cung cấp đồng thời nguyên tố đa lượng (N, P) và nguyên tố trung lượng (Mg) phù hợp cho nhiều loại cây trồng nên struvite được sử dụng làm nguyên liệu để sản xuất các loại phân bón hỗn hợp hoặc phức hợp khác [2]. Các công trình nghiên cứu đã công bố cho thấy, struvite có thể thu hồi từ các nguồn nước thải công nghiệp, nông nghiệp có tải trọng cao và struvite sau khi thu hồi có thể sử dụng trong nông nghiệp; Darwish và cộng sự (2016) đã chỉ ra rằng, 95% amoni có thể thu hồi dưới dạng struvite từ nước thải; quá trình này còn làm giảm đáng kể các chất ô nhiễm như: tổng lượng cacbon hữu cơ, màu sắc, độ đục [4]; Taddeo và cộng sự (2018) đã thực hiện nghiên cứu trên 4 loại nước thải có tải trọng cao gồm 2 loại nước thải từ bể biogas, nước

ri rác, nước phân hủy từ bùn chần nuôi lợn với hiệu quả thu hồi nitơ và photpho tương ứng lần lượt là: 42% và 43%; 79% và 76%; 77% và 72%, 65% [5]; Nghiên cứu của Phạm Hương Quỳnh (2016) về ứng dụng phương pháp kết tủa struvite để xử lý nước rỉ rác theo hướng thu hồi nitơ và tiết kiệm năng lượng, kết quả cho thấy, khả năng loại bỏ  $Mg^{2+}$  và  $PO_4^{3-}$  từ 95,11% - 98,54%; hàm lượng  $NH_4^+$  được loại ở pH tối ưu là 9,03, tỷ lệ  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$  là 1:1,9:1 với thời gian phản ứng là 60 phút và không có sự khác biệt lớn ở vận tốc khuấy từ 50 - 100 vòng/phút [6]; Nguyễn Quang Long và các cộng sự thực hiện nghiên cứu thu hồi N và P từ nguồn nước thải của hệ thống xử lý khí thải tại nhà máy phân bón NPK, kết quả thu hồi struvite đạt  $95,2 \pm 3,1\%$  ở pH 8,3, tỷ lệ mol Mg/P là 1:1, ở 30°C và thời gian phản ứng là 90 phút, thời gian làm già là 60 phút. Như vậy, việc kết tủa struvite từ nước thải có chứa amoni, phosphat được xem là phương pháp xử lý thân thiện với môi trường, loại bỏ đồng thời cả N và P từ nước thải và thu được sản phẩm có giá trị phục vụ ngành nông nghiệp. Do đó, nghiên cứu này thực hiện khảo sát ảnh hưởng của các thông số pH, tỷ lệ  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$ , thời gian phản ứng, tốc độ khuấy đến hiệu suất thu hồi amoni, phosphat từ nước thải quy trình chế biến mủ cao su latex. Qua đó, đề xuất mô hình kinh tế tuần hoàn cho quy trình xử lý nước thải chế biến mủ cao su latex.

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

**Đối tượng nghiên cứu:** Nước thải từ quy trình chế biến mủ cao su latex tại Nhà máy chế biến mủ cao su Xuân Lập (Đồng Na; hóa chất sử dụng gồm  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , NaOH 10%,  $KH_2PO_4$ .

**Phương pháp phân tích mẫu:** TCVN 6492:2011, SMEWW 5220B:2017, SMEWW 4500-NH3.B&F:2017, SMEWW 4500-P.D:2017, SMEWW 3111B:2017; phương pháp chụp SEM và phổ XRD.

**Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm**

Trong nghiên cứu, các thông số pH (A), tỉ lệ mol  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$  (B), thời gian phản ứng (C), tốc độ khuấy (D) là các biến độc lập; sử dụng phần mềm Design Expert 12 để thiết kế số lượng thí nghiệm tối ưu; khảo sát bốn biến độc lập và hai hàm mục tiêu là hiệu suất thu hồi amoni (Y1) và phosphat (Y2).

Giá trị các thông số được khảo sát gồm pH (A) từ 7-10,5; tỉ lệ mol  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$  (B) từ (1:1:1) đến (1,6:1:1), thời gian phản ứng (C) từ 5-180 phút ở tốc độ khuấy (D) gồm 25, 50, 75, 100 vòng/phút.

**Mô tả thí nghiệm**

Các thí nghiệm được thực hiện trên mô hình Jarrest với cốc thủy tinh 500ml, có chứa sẵn 250ml nước thải,  $KH_2PO_4$  được thêm vào cốc để đảm bảo tỷ lệ mol giữa  $NH_4^+:PO_4^{3-}$  là 1:1 [7,8]. Tiếp theo, thêm  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  vào cốc phản ứng theo các tỉ lệ đã thiết kế cho thí nghiệm, pH nước thải được kiểm soát bằng dung dịch NaOH 10%. Sau khi phản ứng kết thúc, để lắng dung dịch trong thời gian 10 phút để làm già tinh thể, rồi thu lấy phần nước trong để phân tích các

chỉ tiêu amoni và phosphat. Sản phẩm struvite thu được sẽ chụp SEM và phổ XRD để xác định cấu trúc. Hiệu suất thu hồi amoni và phosphat tính toán theo công thức sau:

$$H_{\text{Amoni}} = \frac{C_A^v - C_A^r}{C_A^v} \times 100(\%); H_{\text{Phosphat}} = \frac{C_P^v - C_P^r}{C_P^v} \times 100(\%)$$

Trong đó:

$H_{\text{Amoni}}, H_{\text{Phosphat}}$  là hiệu suất thu hồi amoni, phosphat (%).

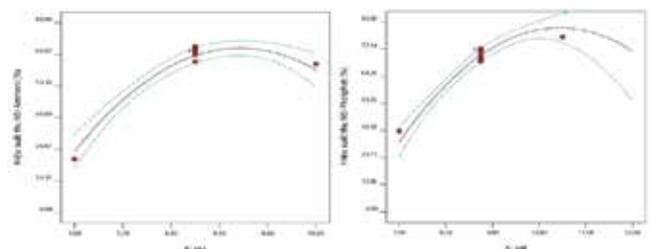
$C_A^v, C_A^r$  là nồng độ Amoni trong nước thải trước và sau phản ứng (mg/L).

$C_P^v, C_P^r$  là nồng độ Phosphat trong nước thải trước và sau phản ứng (mg/L).

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

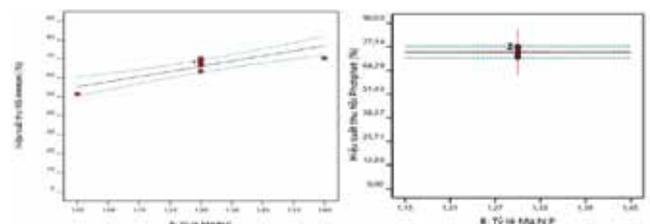
### 3.1 Các các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hình thành struvite

Kết quả khảo sát cho thấy khi pH dung dịch tăng từ 7,8 đến 9,6 thì hiệu suất thu hồi amoni tăng từ 51% lên 65% và phosphat từ 56% lên 82%. Vì vậy, có thể thấy rằng pH của dung dịch là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi amoni và phosphat, khi tăng pH có thể làm tăng độ bão hòa dung dịch, góp phần hình thành và phát triển mầm tinh thể struvite. Mặt khác, ở môi trường pH cao sẽ hạn chế được sự hòa tan struvite, từ đó nâng cao hiệu quả kết tủa, nhưng nếu cao quá N sẽ chuyển thành dạng  $NH_3$ , nên không kết tinh được. Nhiều nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng khoảng pH từ 9 - 9,5 là thuận lợi cho quá trình kết tủa struvite và sản phẩm thu hồi có độ tinh khiết cao [9].



▲ Hình 1 Ảnh hưởng của pH đến hiệu suất thu hồi amoni và phosphat

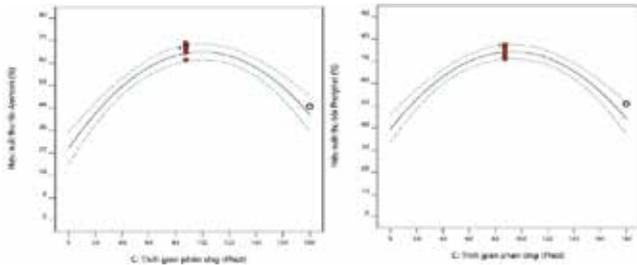
Kết quả khảo sát với các tỉ lệ mol  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$  (B) thay đổi từ 1,15 - 1,6 cho thấy, tỉ lệ mol chỉ ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi amoni, không ảnh hưởng đến hiệu suất thu hồi phosphat. Khi tỉ lệ  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$  tăng từ 1,15-1,45 thì hiệu suất thu hồi amoni tăng từ 61% đến 69% và độ chụm thí nghiệm cao. Đồng thời, kết quả cũng cho thấy việc tăng nồng độ  $Mg^{2+}$  làm gia tăng hiệu suất thu hồi amoni trong nước thải.



▲ Hình 2 Ảnh hưởng của tỉ lệ  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$  đến hiệu suất thu hồi amoni, phosphat

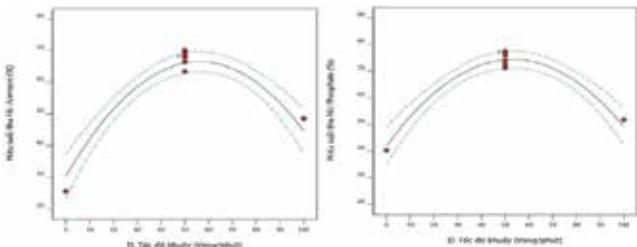


Thực hiện khảo sát sự hình thành kết tủa struvite theo thời gian cho thấy, hiệu suất thu hồi amoni và phosphat tăng trong khoảng thời gian từ 45 phút đến 90 phút với hiệu suất thu hồi amoni từ 53% lên 64% và phosphat từ 63% lên 72%. Khi thời gian phản ứng trên 90 phút thì hiệu suất thu hồi amoni và phosphat tăng không đáng kể và có xu hướng giảm khi thời gian phản ứng trên 110 phút. Do vậy, điều kiện tối ưu của phản ứng từ 90 - 110 phút.



▲ Hình 3. Ảnh hưởng của thời gian phản ứng đến hiệu suất thu hồi amoni và phosphat

Thực hiện khảo sát phản ứng ở tốc độ khuấy 25, 50,75, 100 vòng/phút (rpm). Kết quả cho thấy, phản ứng tối ưu ở tốc độ khuấy từ 50 rpm - 55 rpm, với hiệu suất thu hồi amoni đạt 63% và phosphat 71%; tốc độ khuấy ảnh hưởng đến hiệu suất của quá trình phản ứng, song không đáng kể. Kết quả còn cho thấy, khi tốc độ khuấy lớn hơn 55 rpm thì hiệu suất phản ứng giảm là do quá trình khuấy trộn nhanh làm đứt gãy các tinh thể struvite và ảnh hưởng đến tính ổn định của dung dịch. Các nghiên cứu khác cũng đã chỉ ra tốc độ khuấy gây ảnh hưởng đến kích thước của tinh thể struvite [6].



▲ Hình 4. Ảnh hưởng của tốc độ khuấy đến hiệu suất thu hồi amoni và phosphat

**Sự phù hợp của mô hình thực nghiệm**

Từ các khảo sát bên trên, hiệu suất thu hồi Amoni cao nhất đạt 73,3% tại pH = 9,08; tỉ lệ  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}=1,44:1:1$ , thời gian phản ứng 106,7 phút với tốc độ khuấy 53,73 rpm; Hiệu suất thu hồi phosphat cao nhất đạt 83,2% tại pH = 9,49; tỉ lệ  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}=1,41:1:1$ , thời gian phản ứng 98,29 phút với tốc độ khuấy 50,52 rpm;

Sự phù hợp và có ý nghĩa của mô hình thực nghiệm được đánh giá qua phân tích ANOVA và các chỉ số tương quan R2 của phương trình hồi quy tuyến tính. Kết quả phân tích sự phù hợp và có ý nghĩa của mô hình trong thí nghiệm thu hồi Amoni tối ưu tại Bảng 1 cho thấy, sự tương thích của mô hình với thực nghiệm qua giá trị F (F-value)

đạt 46,85 và mô hình hoàn toàn có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy trên 99% ( $p < 0,0001$ ). Thêm vào đó sự không tương thích được thể hiện qua giá trị  $F = 4,37$  và giá trị  $p = 0,0553$  ( $p > 0,05$ ). Đồng thời, sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm còn thể hiện qua hệ số tương quan R2 trong phương trình hồi quy tuyến tính đối với hàm mục tiêu thu hồi amoni (Y1).

$$Y1 = -722,08452 + 142,00980A + 35,95B + 0,82722C + 1,28626D - 7,55615A^2 - 0,004056C^2 - 0,011430D^2; R2 = 0,9371$$

**Bảng 1. Kết quả phân tích ANOVA về phản ứng thu hồi amoni tối ưu**

Yếu tố (Factor)	Tổng bình phương (Sum of Squares)	Bậc tự do (df)	Trung bình bình phương (Mean Square)	Giá trị F (F value)	Giá trị p (p-value)	
Mô hình (Model)	6652,93	7	950,42	<b>46,85</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	Tin cậy
A-pH	1756,51	1	1756,51	86,58	< 0,0001	
B-Tỷ lệ Mg:N:P	697,90	1	697,90	34,40	< 0,0001	
C-Thời gian phản ứng	458,15	1	458,15	22,58	< 0,0001	
D-Tốc độ khuấy	307,74	1	307,74	15,17	0,0008	
A <sup>2</sup>	937,11	1	937,11	46,19	< 0,0001	
C <sup>2</sup>	1889,12	1	1889,12	93,12	< 0,0001	
D <sup>2</sup>	1429,00	1	1429,00	70,44	< 0,0001	
Phần dư (Residual)	446,33	22	20,29			
Không tương thích (Lack of Fit)	418,17	17	24,60	4,37	0,0553	Không tin cậy

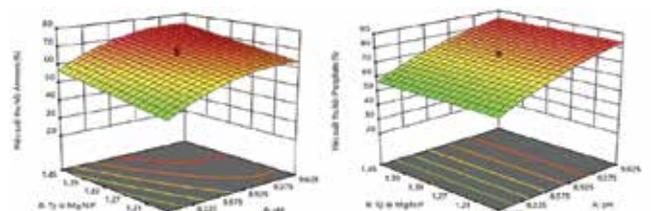
Kết quả phân tích sự phù hợp và có ý nghĩa của mô hình trong thí nghiệm thu hồi phosphat tối ưu tại Bảng 2 cho thấy, sự tương thích của mô hình với thực nghiệm qua giá trị F đạt 64,77 và mô hình hoàn toàn có ý nghĩa thống kê với độ tin cậy trên 99% ( $p < 0,0001$ ). Thêm vào đó, sự không tương thích được thể hiện qua giá trị  $F = 3,74$  và  $p = 0,0751$  ( $p > 0,05$ ). Đồng thời, sự phù hợp của mô hình với thực nghiệm còn được thể hiện qua hệ số tương quan R2 trong phương trình hồi quy tuyến tính đối với hàm mục tiêu thu hồi phosphat (Y2).

$$Y2 = -482,36347 + 95,52826A + 0,8113C + 1,2189D - 4,57546A^2 - 0,004244C^2 - 0,01145D^2; R2 = 0,9441.$$

**Bảng 2. Kết quả phân tích ANOVA về phản ứng thu hồi phosphat tối ưu**

Yếu tố (Factor)	Tổng bình phương (Sum of Squares)	Bậc tự do (df)	Trung bình bình phương (Mean Square)	Giá trị F (F value)	Giá trị p (p-value)	
Mô hình (Model)	7790,29	6	1298,38	<b>64,77</b>	<b>&lt; 0,0001</b>	Tin cậy
A-pH	4390,54	1	4390,54	219,01	< 0,0001	
C-Thời gian phản ứng	109,37	1	109,37	5,46	0,0286	
D-Tốc độ khuấy	82,04	1	82,04	4,09	0,0549	
A <sup>2</sup>	343,61	1	343,61	17,14	0,0004	
C <sup>2</sup>	2067,72	1	2067,72	103,14	< 0,0001	
D <sup>2</sup>	1433,81	1	1433,81	71,52	< 0,0001	
Phần dư (Residual)	461,08	23	20,05			
Không tương thích (Lack of Fit)	429,17	18	23,84	<b>3,74</b>	<b>0,0751</b>	Không tin cậy

Ngoài ra, mối tương quan giữa hiệu suất thu hồi amoni, phosphat với các yếu tố pH, tỷ lệ  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}$  được minh họa bằng các đồ thị bề mặt đáp ứng tại Hình 5.



▲ Hình 5. Bề mặt đáp ứng của mô hình về hiệu quả thu hồi amoni và phosphat

### 3.2. Đánh giá hiệu suất thu hồi struvite từ kết quả tối ưu hóa thực nghiệm

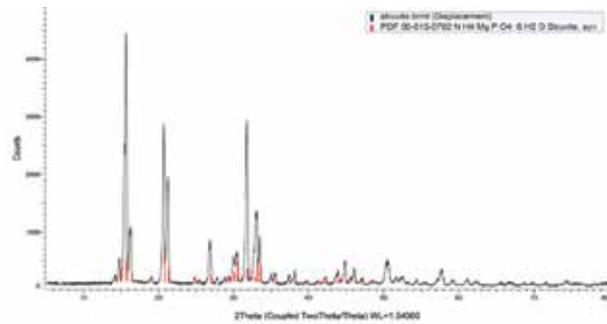
Theo kết quả tính toán tối ưu hóa, tiến hành thực nghiệm kiểm chứng với pH= 9,1; tỉ lệ  $Mg^{2+}:NH_4^+:PO_4^{3-}=1,4:1:1$ , thời gian phản ứng 100 phút, tốc độ khuấy 50 rpm.

Kết quả cho thấy hiệu suất thu hồi amoni đạt 68,2% và phosphat đạt 76,9%. Sản phẩm struvite thu được dạng tinh thể, màu xám nhạt có chiều dài từ 50 - 100  $\mu m$ . Cấu trúc của sản phẩm được quan sát và xác định qua kính hiển vi điện tử (SEM) và phép nhiễu xạ tia X (XRD) với các peak đặc trưng của mẫu chuẩn struvite.



▲ Hình 6. Sản phẩm struvite từ nước thải

▲ Hình 7. Ảnh chụp SEM của sản phẩm



▲ Hình 8. Giản đồ nhiễu xạ tia X của struvite thu được ở điều kiện tối ưu

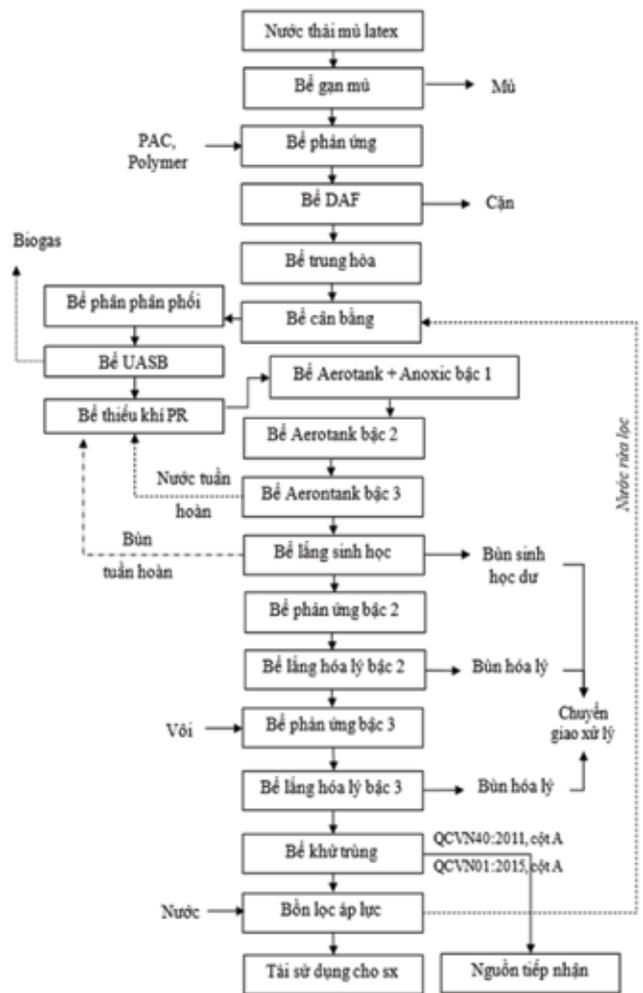
### 3.3. Đề xuất mô hình KTTH đối với hệ thống xử lý nước thải cao su

Với công nghệ xử lý nước thải hiện hữu tại Nhà máy chế biến mũ cao su Xuân Lập tại Hình 9, do hàm lượng nitơ, photpho trong nước thải cao, nên phải qua xử lý nhiều bậc để đáp ứng tiêu chuẩn xả thải, cụ thể, nước thải phải trải qua 2 bậc xử lý thiếu khí, 3 bậc xử lý hiếu khí và 3 lần xử lý hóa lý.

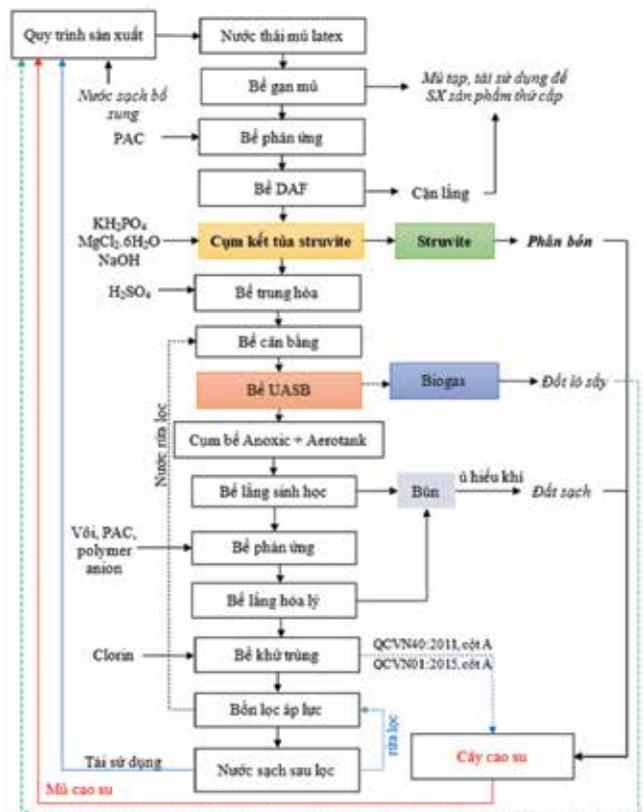
Dựa vào kết quả phân tích nước thải sau kết tủa struvite tại Bảng 3, quy trình công nghệ xử lý nước thải chế biến mũ cao su được đề xuất tại Hình 10.

**Bảng 3. Thành phần các chất ô nhiễm trong nước thải trước và sau kết tủa struvite**

STT	Thông số	Đơn vị	Nồng độ nước thải	
			Trước khi kết tủa struvite	Sau khi kết tủa struvite
1	pH	-	7,05	9,1
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	2095	1571
3	COD	mg/L	3604	2811
4	TSS	mg/L	15	10
5	Amoni (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/L	616	195
6	Photphat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	146	34



▲ Hình 9. Quy trình xử lý nước thải hiện hữu



▲ Hình 10. Quy trình xử lý nước thải đề xuất



▲ Hồ thu gom nước thải từ Nhà máy chế biến cao su

Hiệu quả của quy trình xử lý nước thải chế biến mù cao su để xuất được so sánh, đánh giá tại Bảng 4.

**Bảng 4 Hiệu quả quy trình xử lý nước thải chế biến mù cao su để xuất**

Công đoạn	Quy trình xử lý nước thải hiện hữu	Quy trình xử lý nước thải để xuất (tạo struvite)	Hiệu quả
Công đoạn sau tuyển nổi DAF	-	Kết tủa struvite; khử N, P Sản phẩm → phân bón → cây cao su	Tạo sản phẩm phân bón phục vụ cây trồng
Công đoạn xử lý kỵ khí tại bể UASB	Khí sinh học CH <sub>4</sub> → thải bỏ	Khí sinh học CH <sub>4</sub> → sản xuất (đốt lò sấy)/ nấu ăn	Tận dụng khí CH <sub>4</sub>
Cum bể Anoxic + Aerotank	2 công đoạn xử lý thiếu khí (2 bể Anoxic; 1 bể Aerotank)	1 công đoạn xử lý thiếu khí (1 bể Anoxic, 1 bể Aerotank)	Giảm 1 công đoạn xử lý thiếu khí
Bể lắng sinh học Bể lắng hóa lý	Bùn sinh học, bùn hóa lý → thu gom và chuyển giao xử lý	Bùn sinh học, bùn hóa lý → ủ hiệu khí → đất sạch → trồng cao su	Tận dụng bùn cho cây trồng
Bể phản ứng + bể lắng hóa lý	2 công đoạn xử lý hóa lý (2 bể phản ứng + 2 bể lắng hóa lý)	1 công đoạn xử lý hóa lý (1 bể phản ứng + 1 bể lắng hóa lý)	Giảm 1 công đoạn xử lý hóa lý
Sau bể khử trùng	Nước thải sau xử lý (Tái sử dụng cho sản xuất 44%; Xả thải 56%)	Nước thải sau xử lý (Tái sử dụng cho sản xuất, rửa lọc, tưới cây cao su)	Không xả nước thải ra sông Bùng

Trong quy trình xử lý nước thải chế biến mù cao su để xuất, việc thu hồi amoni, phosphat trong nước thải dưới dạng kết tủa struvite sẽ giúp giảm đáng kể hàm lượng amoni, phosphat trong nước thải trước khi vào công đoạn xử lý sinh học; qua đó, giảm bớt các công đoạn xử lý về sau dẫn đến giảm chi phí vận hành, điện năng tiêu thụ, lượng nước bổ sung cho sản xuất, góp phần tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên.

#### 4. KẾT LUẬN

Quy trình tối ưu để thu hồi đồng thời amoni, phosphat từ quá trình kết tủa struvite trong nước thải chế biến mù cao su latex được thực hiện trong điều kiện pH = 9,1; tỷ lệ Mg<sup>2+</sup>: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> = 1,4:1:1; thời gian phản ứng 100 phút với tốc độ khuấy 50 vòng/phút; hiệu quả thu hồi đồng thời amoni đạt 68,2% và phosphat đạt 76,9%.

Qua đó, đề xuất quy trình xử lý nước thải chế biến mù cao su với số công đoạn xử lý N giảm, dẫn đến chi phí vận hành và xử lý giảm (về năng lượng, hóa chất...), tận dụng nước thải phục vụ sản xuất, thu được sản phẩm hữu ích phục vụ cho nông nghiệp (phân bón) đáp ứng xu hướng phát triển sản xuất theo mô hình KTTH■

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Văn Phước (2010), *Xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp bằng phương pháp sinh học*, NXB Xây dựng
- Salleh, M. A. M., Razak, N. M. A., Rahman, M. M., & Rashid, S. A. (2016). *Recovery of nitrogen Produced Water by Struvite Precipitation*, *Chemical Engineering Journal*.
- Điều 142, Luật Bảo vệ Môi trường số 72/2020/QH14, ngày 17/11/2020.
- Darwish, Mohamad, et al. (2016), "Ammonium-nitrogen recovery from wastewater by struvite crystallization technology", *Separation & Purification Reviews*.45(4):261-274.
- Taddeo, Raffaele, et al. (2018), "Nutrient management via struvite precipitation and recovery from various agroindustrial wastewaters: Process feasibility and struvite quality", *Journal of environmental management*. 212, pp 433 - 439.
- Phạm Hương Quỳnh (2016), *Nghiên cứu xử lý nước rỉ rác theo hướng thu hồi nitơ và tiết kiệm năng lượng*, Đại học Bách Khoa Hà Nội, Hà Nội.
- Nguyễn Quang Long và cộng sự (2021), "Nghiên cứu thu hồi và đánh giá tính chất của kết tủa struvite từ nước thải", *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. 57 (6A), trang 90 - 97.
- Lê Văn Dũng và cộng sự (2014), "Nghiên cứu ảnh hưởng của canxi đến phản ứng tạo Magie Amoni Phosphat (MAP)", *Tạp chí phân tích Hóa, lý và Sinh học*. 19(3), trang 46-51.
- Hao, Xiaodi, et al. (2013), *Looking beyond struvite for P-recovery*, Editor^Editors, ACS Publications.