

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI CAO SU CỦA CÂY DẦU MÈ *JATROPHA CURCAS* L.

Hồ Bích Liên⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài 28/12/2020; Ngày gửi phản biện 30/12/2020; Chấp nhận đăng 30/01/2021

Liên hệ email: lienhb@tdmu.edu.vn

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2021.01.163>

Tóm tắt

Hiện nay, việc giải quyết ô nhiễm môi trường đang được xem là vấn đề cần được quan tâm hàng đầu của toàn nhân loại. Trong đó, giải quyết ô nhiễm do nước thải cao su gây ra cần được ưu tiên giải quyết. Hiện tại có rất nhiều công nghệ xử lý nước thải cao su đã được thiết lập và vận hành. Tuy nhiên, nồng độ ô nhiễm trong nước thải sau quá trình xử lý còn cao so với tiêu chuẩn (QCVN 40:2011/BTNMT). Nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp phytoremediation để xử lý nước thải cao su. Đây là công nghệ sử dụng các loài thực vật khác nhau để phân hủy chất ô nhiễm từ đất và nước, đang được xem là một phương pháp đơn giản, chi phí thấp, thân thiện với môi trường và đang được ứng dụng nhiều trên thế giới. Nghiên cứu của chúng tôi đã sử dụng cây dầu mè *Jatropha curcas* L. trồng trên mô hình đất ngập nước có tưới nước thải cao su. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy: nhiệt độ có sự biến động không nhiều, trong khoảng 28 – 32.5°C; pH tăng từ 4.3 lên 7.1; hiệu suất xử lý COD, BOD, N-NH₃ và SS theo thứ tự là 46.5%; 46.1%; 66.3%; 61.09%.

Từ khóa: cây dầu mè, công nghệ xử lý nước thải, phương pháp sử dụng thực vật

Abstract

ASSESSMENT THE FACULTY OF *JATROPHA CURCAS* L. ON WASTEWATER TREATMENT OF NATURAL RUBBER

Environmental pollution treatment is nowadays one of the most interested subjects in many countries and the treatment of wastewater of natural rubber has to be taken in priority. At the moment, there are many available technologies set up and operated for treatment wastewater of natural rubber. However, the effluent quality is still poor and the concentration of pollutants is higher than the required national technical regulation on the effluent of the natural rubber processing industry (QCVN 24:2009/BTNMT). Thus, this research used the phytoremediation method for wastewater treatment of natural rubber. The phytoremediation is an emerging technology that uses various plants to degrade contaminants from soil and water. The phytoremediation is simple, lowly costs and friendly with the environment. It is currently used in many countries over the world. Our research

cultivated Jatropha curcas in wetland with natural rubber wastewater. The results indicated that temperature were not significantly different among treatments. The temperature varied form 28 – 32.5°C; the pH from 4,3 – 7,1. The treatment efficiencies of COD, BOD, N-NH₃ and SS were 46.5%; 46.1%; 66.3%; 61.09%.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, cùng với nhiều ngành công nghiệp đang phát triển khác, ngành công nghiệp chế biến mủ cao su đang được xem là một trong những ngành phát triển khá mạnh ở nước ta. Với sự ra đời của nhiều nhà máy chế biến mủ cao su đã tạo việc làm cho hàng ngàn người lao động, đóng góp đáng kể cho ngân sách nhà nước và đang phát triển nhanh theo đà tăng trưởng kinh tế, góp phần không nhỏ cho GDP của đất nước (Đặng Văn Vinh, 2000). Bên cạnh những lợi ích mà cây cao su đem lại, nước thải cao su trong quá trình thu gom và chế biến phát sinh ra cũng là một vấn đề đáng lo ngại. Hằng năm, ngành chế biến mủ cao su thải ra khoảng 5 triệu m³ nước thải mà chưa được xử lý hoàn toàn đã tác hại đến môi trường và con người xung quanh, không những thế còn trực tiếp tác động không nhỏ đến nguồn nước ngầm gây phát sinh bệnh tật, giảm chất lượng cuộc sống... đó thật sự là một vấn đề nan giải, thu hút sự quan tâm sâu sắc của xã hội (Nguyễn Hà Phương Ngân, 2010). Để giải quyết về vấn đề ô nhiễm môi trường do nước thải cao su gây ra, các nhà quản lý môi trường đã sử dụng rất nhiều phương pháp để xử lý nước thải cao su như phương pháp vật lý, hóa học, sinh học,... nhằm loại bỏ các chất ô nhiễm hoặc chuyển chúng từ dạng độc sang dạng không độc thải ra môi trường. Nhưng hầu hết các phương pháp này xử lý không triệt để mức độ ô nhiễm do nước thải cao su và đòi hỏi chi phí đầu tư, vận hành lớn. Trước tình hình đó nhiều nước trên thế giới đang sử dụng phổ biến công nghệ phytoremediation, là công nghệ sử dụng thực vật có khả năng hấp thụ chất ô nhiễm trong môi trường nước hay đất để xử lý, cải tạo môi trường bị ô nhiễm (Nguyễn Thị Hồng Phượng, 2003). Phytoremediation ngày càng được ứng dụng rộng rãi trên toàn thế giới cũng như ở Việt Nam. Với ưu điểm là một phương pháp đơn giản, vốn đầu tư thấp, vật liệu dễ tìm mà lại thân thiện với môi trường.

Trong các loại thực vật ứng dụng công nghệ phytoremediation thì cây dầu mè (*Jatropha curcas* L.) đã được nghiên cứu rộng rãi trong xử lý nước thải, cây có ưu điểm là có khả năng chịu hạn cao, thích nghi với môi trường nước thải tốt và hơn hết là có tuổi thọ cao hơn các loài cây thủy sinh (Duke and James, 1983). Ngoài các tính năng đó, cây dầu mè còn cung cấp một nguồn lợi lớn, cũng như cung cấp một nguồn nguyên liệu sạch, diesel sinh học, giảm được việc khai thác dầu mỏ dưới lòng đất, hạn chế gây ô nhiễm cho môi trường. Tuy nhiên việc sử dụng cây dầu mè trong việc xử lý nước thải cao su còn chưa được nghiên cứu nhiều. Vì vậy chúng tôi đã thực hiện nghiên cứu đề tài: “Nghiên cứu xử lý nước thải cao su bằng cây dầu mè”.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

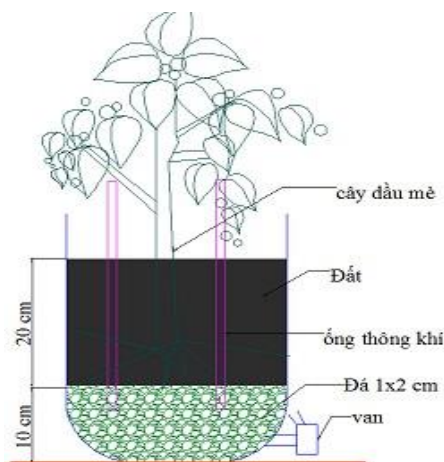
2.1 Vật liệu

– Nước thải cao su được thu tại hồ thu gom của nông trường cao su Hội Nghĩa, thị xã Tân Uyên, Bình Dương.

– Giống cây dầu mè một năm tuổi nhập từ Australia đã được ươm tại vườn ươm thuộc Trại Thực nghiệm Sinh Học của trường Đại học Nông Lâm TP.HCM. Chọn những cây có kích thước đồng đều, không bị sâu bệnh để làm thí nghiệm.

2.2. Xây dựng mô hình thí nghiệm và bố trí thí nghiệm

Xây dựng mô hình thí nghiệm: Dùng thùng nước khoáng nhựa có van xả đã được cắt bỏ nửa phần trên và chiều cao thùng sau khi cắt là 30 cm. Mỗi thùng nước khoáng nhựa là một mô hình thí nghiệm. Sắp xếp vật liệu xử lý theo thứ tự từ dưới lên là 1 lớp đá dăm dày 10 cm, kế đến là lớp đất 20cm. Mỗi mô hình thí nghiệm trồng một cây dầu mè có chiều cao từ 70 cm đến 120 cm. Đặt 2 ống nước dài khoảng 30 cm vào mô hình thí nghiệm có cây dầu mè, ống đặt thẳng vào hai bên chậu song song với vị trí trồng cây nhằm cung cấp oxy cho cây.



Hình 1. Mô hình thí nghiệm phác họa

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên gồm 4 nghiệm thức, 3 lần lặp lại.

Nghiệm thức 1 (NT1): Cây dầu mè + nước máy (đối chứng).

Nghiệm thức 2 (NT2): Cây dầu mè + nước thải cao su 25%.

Nghiệm thức 3 (NT3): Cây dầu mè + nước thải cao su 50%.

Nghiệm thức 4 (NT4): Cây dầu mè + nước thải cao su 75%.



Hình 2. Bố trí thí nghiệm

Thực hiện thí nghiệm và phân tích các chỉ tiêu: 1) Nước thải thu về, pha ra các nồng độ 25%, 50%, 75%, tưới cho các nghiệm thức (mô hình) có chỉ tiêu nước thải. Riêng nghiệm thức đối chứng chỉ tưới nước máy; 2) Liều lượng tưới: 2 lít/mô hình; Thời gian tưới: 3 ngày tưới 1 lần vào 5 giờ chiều; 3) Thời gian thí nghiệm là 30 ngày.

Bảng 1. Các chỉ tiêu theo dõi khả năng xử lý nước thải cao su của cây dầu mè ở 3 nồng độ 25%, 50%, 75%

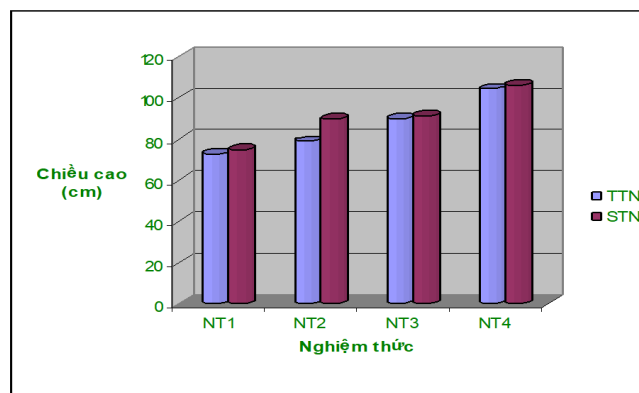
Stt	Chỉ tiêu theo dõi	Thời gian	Phương pháp
1	Chiều cao cây	Trước và sau thí nghiệm	Dùng thước dây đo từ mặt đất của cây đến chóp lá cao nhất.
2	Số lá	Trước và sau thí nghiệm	Đếm
3	COD	1 lần/10 ngày	Phương pháp hoàn lưu kín
4	BOD ₅	Trước và sau thí nghiệm	Phân tích tại Công ty TNHH bách việt Đồng Nai
5	N tổng	1 lần/10 ngày	Phương pháp Kjeldahl
6	Nhiệt độ	1 lần/ 10 ngày	Nhiệt kế
7	Màu	Trước và sau thí nghiệm	Cảm quan
8	Chất rắn lơ lửng	1 lần/ 10 ngày	Phương pháp lọc
9	pH	1 lần/ 10 ngày	Máy đo pH

Phân tích và xử lý số liệu: Tất cả số liệu chất lượng nước đầu vào và đầu ra được phân tích và tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn cho từng nghiệm thức bằng phần mềm Minitab. Sử dụng phần mềm MS excel vẽ đồ thị.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sự tăng trưởng chiều cao của cây dầu mè trong nước thải cao su ở 3 nồng độ nghiên cứu 25%, 50% và 75%

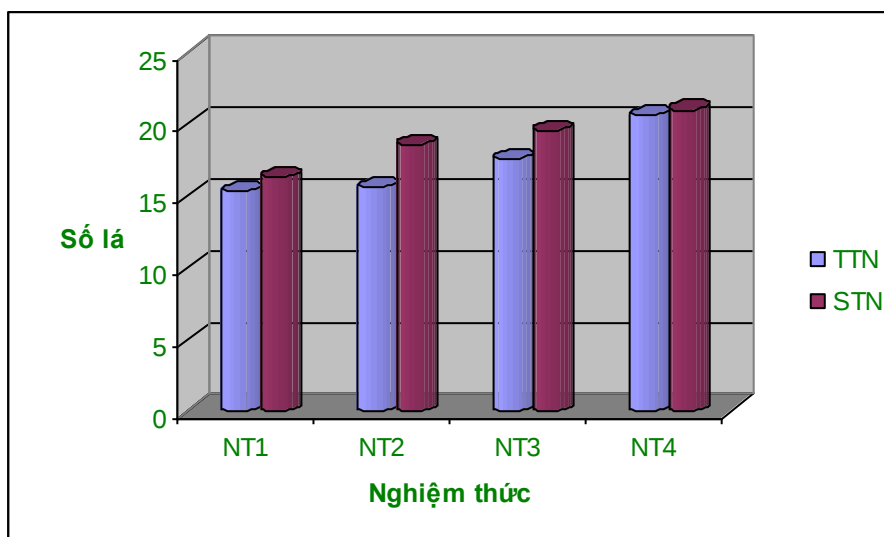
Kết quả sự tăng trưởng chiều cao cây dầu mè được trình bày ở hình 3.



Hình 3. Sự tăng trưởng chiều cao trung bình của cây dầu mè trong nước thải cao su ở 3 nồng độ 25%, 50%, 75% ở các nghiệm thức

Theo kết quả thu được ở hình 3 cho thấy, chiều cao trung bình của cây dầu mè ở các nghiệm thức sau thí nghiệm đều tăng. Trong các nghiệm thức khảo sát, nghiệm thức NT2 (cây dầu mè + nước thải cao su pha loãng 25%) có chiều cao cây tăng cao nhất (cao hơn so với nghiệm thức đối chứng NT1) trong 30 ngày thí nghiệm, với chiều cao tăng là 4,02 cm so với chiều cao ban đầu. Chiều cao của cây dầu mè cũng cho thấy tăng ở nghiệm thức NT3 và NT4 với chiều cao tăng theo thứ tự là 1,67 cm và 1cm so với chiều cao cây ban đầu. Điều này cho thấy, cây dầu mè có thể sinh trưởng ở các nồng độ nước thải cao su 25%, 50% và 75%. Nồng độ nước thải cao su thấp (25%) có thể là môi trường thích hợp kích thích sự phát triển của cây dầu mè. Nồng độ nước thải thấp thường kích thích sự phát triển của thực vật. Điều này đã được chứng minh bởi Lê Thị Ngọc Xuân (2011), cho biết nước rỉ rác nồng độ thấp kích thích sự tăng trưởng của cây dầu mè.

3.2. Sự phát triển số lá của cây dầu mè trong nước thải cao su ở 3 nồng độ 25%, 50% và 75% ở các nghiệm thức



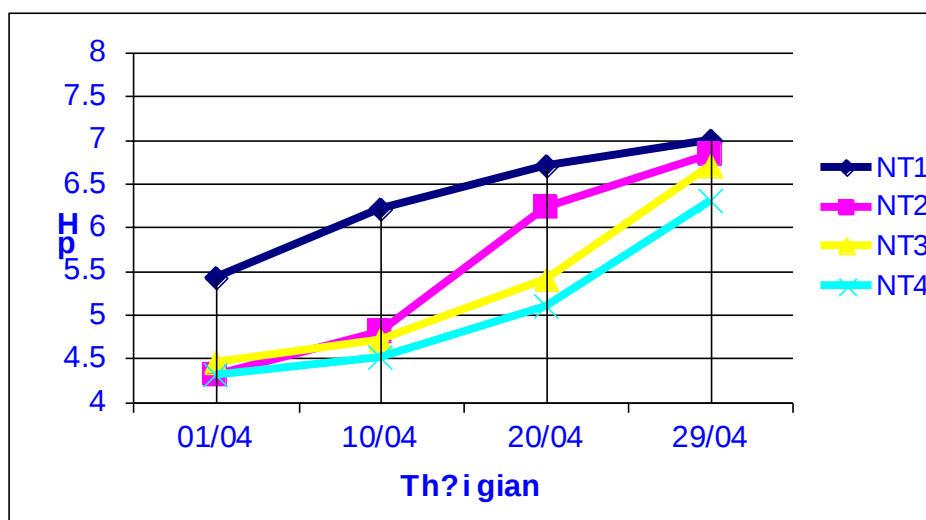
Hình 4. Sự phát triển số lá trung bình của cây dầu mè trong nước thải cao su ở 3 nồng độ 25%, 50% và 75%

Kết quả ở hình 4 cho thấy, tốc độ phát triển lá của cây dầu mè sau thí nghiệm ở các nghiệm thức đều tăng, trong đó NT2 có số lượng lá phát triển cao nhất so với 3 nghiệm thức còn lại, với số lá trung bình ban đầu là 15,6 lá và sau 30 ngày thí nghiệm số lá trung bình là 18,6 lá, tăng 3 lá. Nghiệm thức NT4 có số lượng lá phát triển thấp nhất so với 3 nghiệm thức còn lại với số lá ban đầu là 20,6 lá và sau 30 ngày thí nghiệm thì số lá trung bình là 21 lá. So với việc tưới nước máy, việc tưới nước thải với nồng độ thấp (25%) làm cho cây dầu mè tăng trưởng sinh dưỡng mạnh hơn.

Như vậy, có thể thấy cây dầu mè tưới nước thải cao su 25% có tiềm năng sinh trưởng tốt hơn cây dầu mè tưới nước máy do ở trong nước thải cao su chứa các chất ô nhiễm là chất dinh dưỡng thực vật chủ yếu là (N, chất hữu cơ...) và nước thải được pha loãng với nồng độ thấp làm cho cây dễ dàng hấp thu và chuyển hóa tốt hơn (Nguyễn

Thị Hồng Phương, 2003), trong khi nước máy là những loại nước đã qua xử lý thông qua một hệ thống nhà máy lọc nước với các phương pháp công nghiệp thì hầu như lượng các chất dinh dưỡng thực vật đều rất thấp. Tuy là ở 2 nồng độ nước thải cao su pha loãng 50%, 75% thì cây dầu mè sinh trưởng và phát triển giảm dần và kém hơn nước thải cao su 25% và nước máy, do nước thải cao su ở nồng độ cao dù đã pha loãng ở 50% và 75% nhưng nồng độ các chất ô nhiễm cũng rất cao nên cây hấp thu và chuyển hóa chậm các chất dinh dưỡng.

3.3. Kết quả xử lý pH



Hình 5. Sự thay đổi pH trong nước thải cao su ở các nghiệm thức theo thời gian

Kết quả về sự thay đổi giá trị pH ở hình 5 cho thấy, pH của nước thải cao su được cải thiện rất nhiều sau khi xử lý bằng cây dầu mè trong 30 ngày. Từ giá trị pH acid là 4,3 sau 30 ngày thí nghiệm tăng lên giá trị trung tính. pH ở các nghiệm thức sau xử lý biến động từ 6,3 – 7,0. Khoảng pH này thuận lợi cho quá trình sinh hóa diễn ra trong mô hình và nằm trong giới hạn cho phép ở cột A (pH từ 6-9) của QCVN 24-2011/BTNMT.

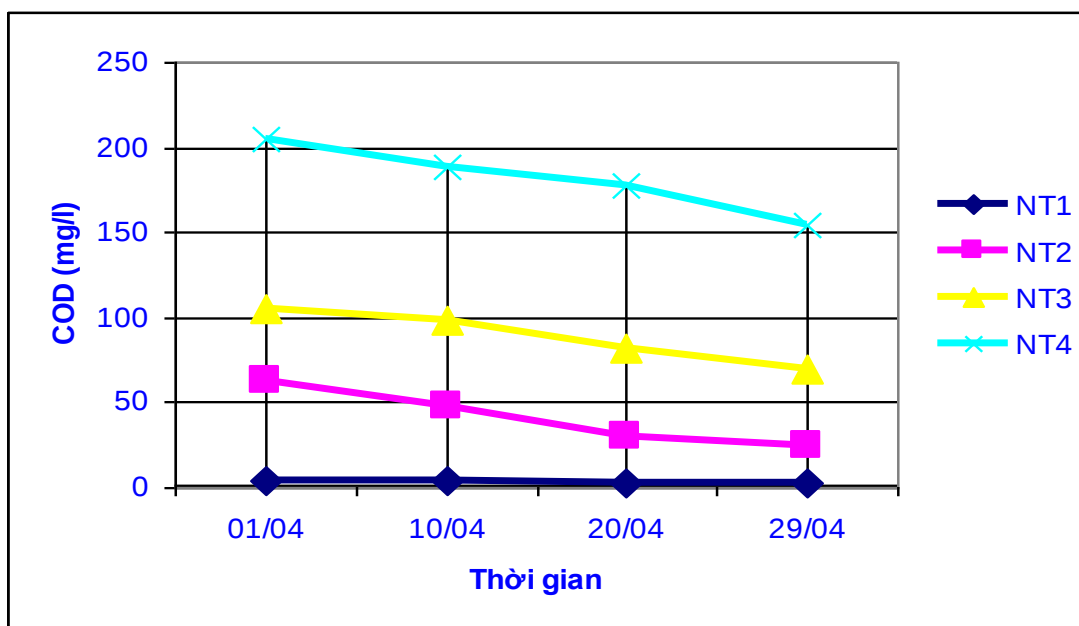
3.4. Kết quả xử lý BOD₅

Bảng 2. Hàm lượng BOD₅ (mgO₂/l) trung bình trong nước thải cao su ở 3 nồng độ 25%, 50%, 75%

Nghiệm thức	Hàm lượng BOD ₅ (mgO ₂ /l)		Hiệu suất (%)
	Trước thí nghiệm	Sau 30 ngày thí nghiệm	
NT1(ĐC)	2,23 ± 0,02	1,2 ± 0,05	46,1
NT2	34,7 ± 0,8	13,8 ± 0,3	60,2
NT3	58,1 ± 1,28	38,72 ± 0,47	33,35
NT4	114,1 ± 1,28	85,87 ± 1,18	24,74

Hàm lượng BOD₅ trong nước thải cao su sau 30 ngày xử lý ở các nghiệm thức đều giảm hơn so với trước xử lý. Nghiệm thức NT2 xử lý BOD₅ tốt nhất, kể đến là nghiệm thức NT3 và NT4. Nồng độ BOD₅ càng cao thì khả năng xử lý của cây dầu mè càng giảm. Cây dầu mè tưới nước thải cao su ở nồng độ cao 50% và 70% thì cây vẫn có khả năng xử lý được BOD₅ mặc dù hiệu suất thấp hơn so với cây dầu mè được tưới nước thải cao su 25%. Hiệu suất xử lý BOD của cây dầu mè ở các nghiệm thức NT2, NT3 và NT4 theo thứ tự là 60,2%; 33,35%; 24,74%. BOD là một thông số biểu thị cho ô nhiễm hữu cơ trong nước thải. Đối với phương pháp xử lý, chất hữu cơ là nguồn thức ăn cho sinh vật trong hệ thống xử lý tiêu thụ. Tuy nhiên khi hàm lượng chất hữu cơ quá cao cũng có thể gây độc cho sinh vật (Nguyễn Thị Hồng Phượng, 2003).

3.5. Kết quả xử lý COD

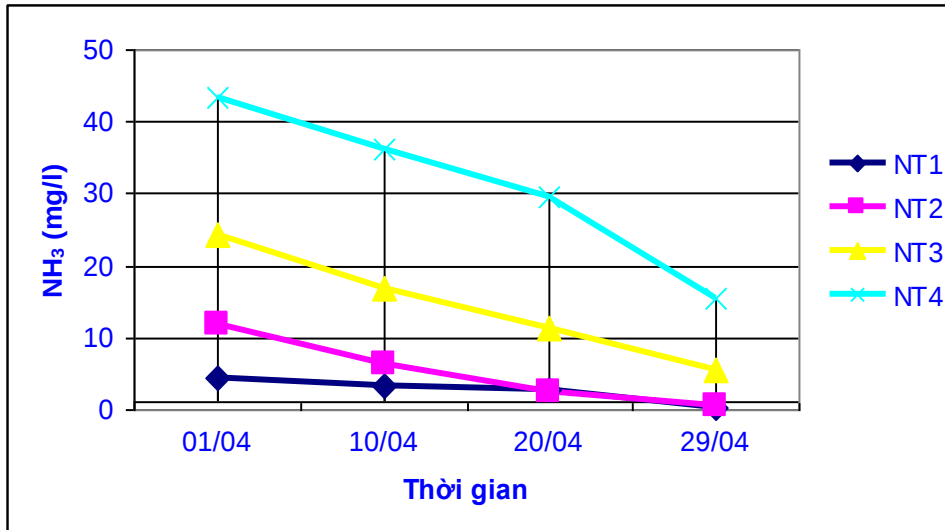


Hình 6. Sự thay đổi hàm lượng COD (mg/l) trung bình trong nước thải cao su giữa các nghiệm thức theo thời gian

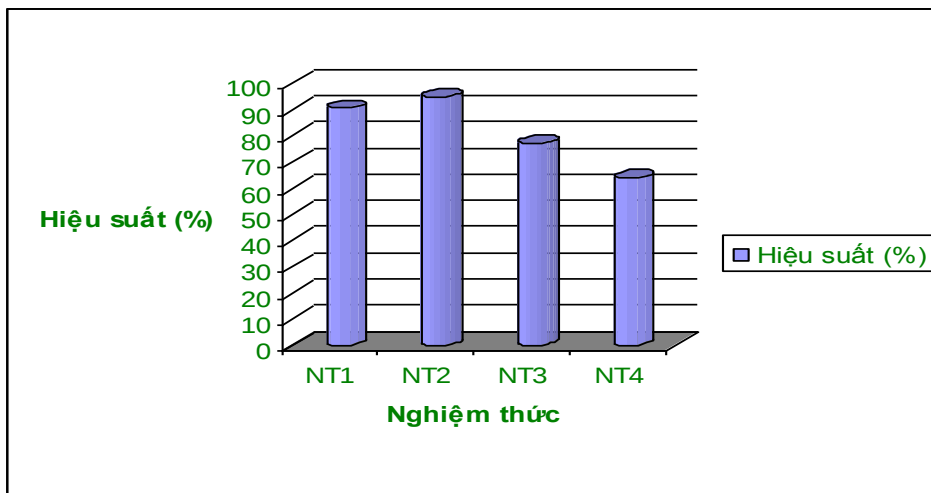
Kết quả hình 6 cho thấy hàm lượng COD sau thí nghiệm đều giảm. Cụ thể là NT2 có hàm lượng COD giảm mạnh nhất với hàm lượng ban đầu là 62,3 sau thí nghiệm là 24,9 (mg/l) đạt tiêu chuẩn loại A theo QCVN 24-2009/BTNMT (phụ lục 1), hiệu suất đạt 60%. Tiếp theo là NT1 có hàm lượng COD ban đầu là 4,02 sau thí nghiệm là 2,2 (mg/l) đạt tiêu chuẩn loại A theo QCVN 24-2009/BTNMT (phụ lục 1) với hiệu suất xử lý 45,2%, NT3 có hàm lượng COD ban đầu là 104,6 sau thí nghiệm là 69,9 (mg/l) đạt tiêu chuẩn loại B theo QCVN 24-2009/BTNMT (phụ lục 1) với hiệu suất xử lý là 33,4%, và cuối cùng là NT4 có hàm lượng COD giảm thấp nhất với hàm lượng ban đầu là 205 sau thí nghiệm là 154,5 (mg/l) đạt hiệu suất xử lý là 24,6%. Qua đó chúng tôi có thể thấy được cây dầu mè có thể làm giảm nồng độ COD trong nước thải cao su khi tưới

nước thải vào hơn nữa còn thể làm giảm lượng COD nhiều hơn cây tưới nước máy khi cây được tưới nước thải cao su ở nồng độ 25%.

3.6. Kết quả xử lý NH_3



Hình 7. Sự biến thiên hàm lượng NH_3 (mg/l) trung bình trong nước thải cao su giữa các nghiệm thức theo thời gian

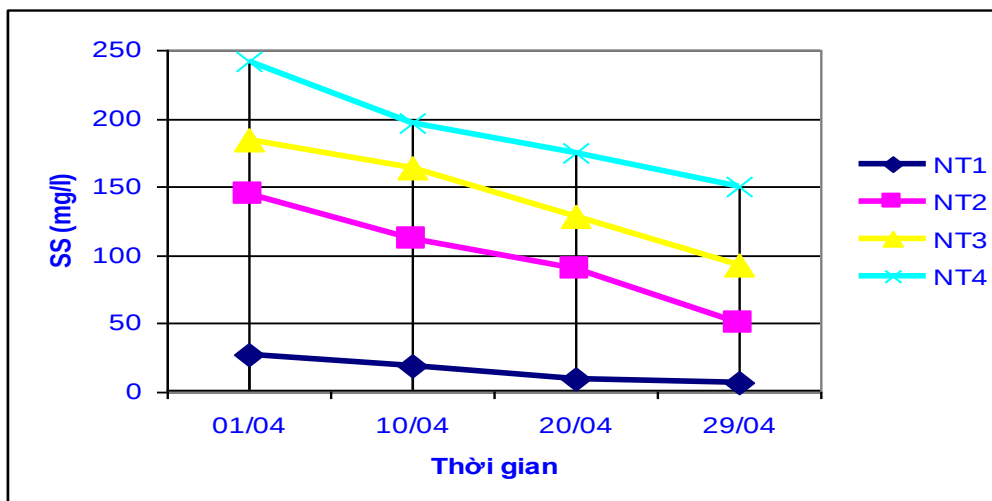


Hình 8. Hiệu suất xử lý NH_3 (%) giữa các nghiệm thức trong nước thải cao su

Qua kết quả hình 7 và hình 8 cho thấy, khả năng xử lý NH_3 cao nhất ở NT2, ban đầu là 12mg/l sau thí nghiệm là 0,6 đạt tiêu chuẩn loại A theo QCVN 24-2009/BTNMT (phụ lục 1) với hiệu suất xử lý 95%. Ở NT4 do cây dầu mè được tưới nước thải cao su ở nồng độ cao là 75% nên cho thấy khả năng xử lý NH_3 thấp nhất, ban đầu là 43,5% mg/l sau thí nghiệm là 15,6 mg/l đạt hiệu suất xử lý là 64%. Tiếp đó là NT1 cho kết quả xử lý cao thứ hai với hàm lượng NH_3 ban đầu là 4,3 mg/l sau thí nghiệm là 0,4 mg/l đạt tiêu chuẩn loại A theo QCVN 24-2009/BTNMT (phụ lục 1) với hiệu suất xử lý là 90,6%, ở NT3 cho thấy khả

năng xử lý NH_3 cao thứ ba với hàm lượng NH_3 ban đầu là 24,4 mg/l sau thí nghiệm là 5,6 mg/l, đạt tiêu chuẩn loại B theo QCVN 24-2009/BTNMT (phụ lục 1) với hiệu suất xử lý là 77%. Hiệu suất xử lý ở mô hình trồng cây dầu mè có tưới nước thải cao su 25% lớn hơn so với mô hình trồng cây dầu mè có tưới nước máy, điều này cho thấy cây dầu mè có tưới nước thải cao su 25% có khả năng hấp thụ và chuyển hóa tốt hơn so với cây dầu mè được tưới nước máy, ở mô hình cây tưới nước thải cao su ở nồng độ cao hơn cụ thể là 50% và 75% thì cây vẫn hấp thụ tốt dù không cao bằng cây được tưới bằng nước máy.

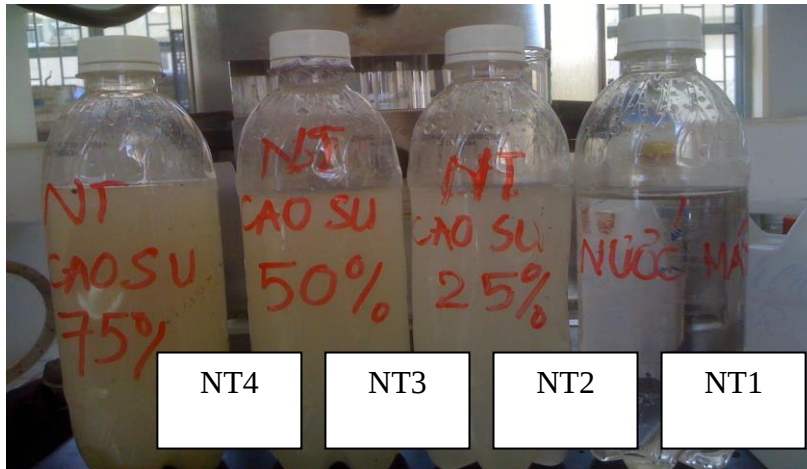
3.7. Kết quả xử lý SS



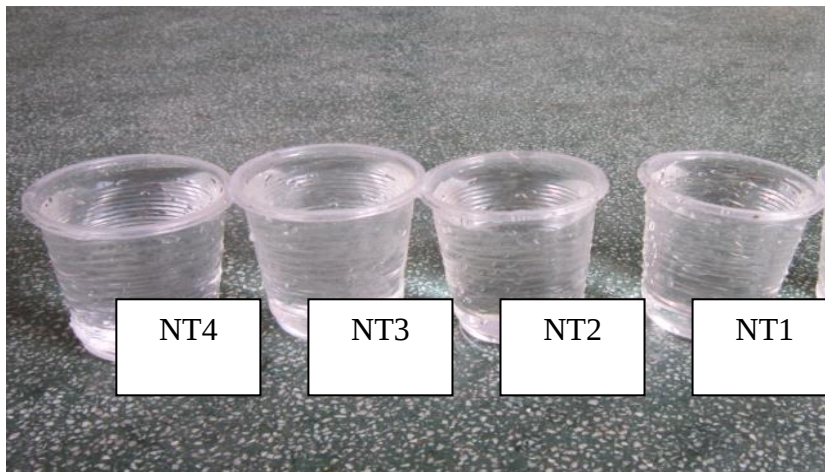
Hình 9. Hàm lượng SS (mg/l) trung bình trong nước thải cao su giữa các nghiệm thức theo thời gian

Kết quả hình 9 cho thấy SS trong nước thải cao su ở các nghiệm thức đều giảm: nghiệm thức NT2 có hàm lượng SS ban đầu là 145,4 mg/l, sau thí nghiệm là 51 mg/l đạt hiệu suất xử lý là 57,9% đạt tiêu chuẩn loại B theo QCVN 24-2009/BTNMT; NT3 hiệu suất là 49,7% đạt tiêu chuẩn loại B theo QCVN 24-2009/BTNM; NT4 với hiệu suất xử lý là 37,9%, khả năng xử lý thấp nhất trong các nghiệm thức. Điều này cho thấy khả năng xử lý SS của cây dầu mè giảm theo sự tăng nồng độ của nước thải cao su.

3.8. Kết quả xử lý màu



Hình 10. Mẫu nước thải cao su ban đầu chưa qua xử lý



Hình 11. Mẫu nước thải cao su sau xử lý

Kết quả xử lý màu từ hình 10 và hình 11 cho thấy, nước thải cao su ở các nồng độ 25%, 50%, 75% trước thí nghiệm thì có màu vàng nhạt, đục. Tuy nhiên sau xử lý bằng cây dầu mè, nước thải có màu trắng không khác biệt so với màu của nước máy (hình 11). Như vậy có thể nhận thấy cây dầu mè tưới nước thải cao su trên mô hình cánh đồng tưới thì làm giảm được các chất ô nhiễm, làm cho nước trong hơn (Nguyễn Hà Phương Ngân, 2010).

4. Kết luận

Cây dầu mè có khả năng chịu đựng và khả năng xử lý tốt trong nước thải cao su ở 3 nồng độ 25%, 50%, 75%. Mức độ sinh trưởng của cây dầu mè trong nước thải cao su ở nồng độ 25% cao hơn là ở nồng độ 50% và 75%. pH ở các nghiệm thức thí nghiệm tăng từ pH acid lên pH trung tính, dao động trong khoảng 6,3 đến 7,0 nằm trong giới hạn cho phép theo QCVN24-2009/BTNMT. Hiệu suất xử lý BOD₅, COD, NH₃, SS ở nghiệm thức cây dầu mè với nước thải cao su pha loãng 25% cao hơn nghiệm thức gồm cây dầu mè và nước thải cao su pha loãng 50% và nghiệm thức gồm cây dầu mè và

nước thải cao su pha loãng 75%. Hiệu suất xử lý BOD₅, COD, NH₃, SS ở nghiệm thức với nước thải cao su pha loãng 25% là 60,2%, 60%, 95%, 57,9%, hàm lượng BOD₅, COD, NH₃ của nước thải cao su 25% đầu ra đạt tiêu chuẩn loại A theo QCVN24-2009/BTNMT, hàm lượng SS của nước thải cao su 25% đầu ra đạt tiêu chuẩn loại B theo QCVN24-2009/BTNMT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Duke and James A. (1983). *Jatropha curcas L.* Handbook of Energy Crops, Unpublished.
- [2] Đặng Văn Vinh (2000). *1000 năm cây cao su ở Việt Nam*. NXB Nông Nghiệp.
- [3] Lê Quốc Huy, Ngô Thị Thanh Huệ, Nguyễn Thị Thu Hương (2007). *Kết quả bước đầu nghiên cứu gây trồng phát triển cây cọc rào (Jatropha curcas L.) cho sản xuất dầu diesel sinh học tại Việt Nam*, Trung tâm Công nghệ Sinh học Lâm nghiệp Việt Nam.
- [4] Lê Thị Ngọc Xuân (2011). *Đánh giá tiềm năng sinh trưởng, phát triển và khả năng xử lý của cây dầu mè (Jatropha curcas L.) trong nước rỉ rác* (Luận văn tốt nghiệp). Trường Đại học Bình Dương.
- [5] Nguyễn Hà Phương Ngân (2010). *Nghiên cứu xử lý nước thải chăn nuôi bằng cây dầu mè (Jatropha curcas L.) trên mô hình bãi lọc thực vật* (Đồ án tốt nghiệp). Trường Đại học Kỹ Thuật Công Nghệ Thành phố Hồ Chí Minh.
- [6] Nguyễn Thị Hồng Phượng (2003). *Báo cáo thực trạng ô nhiễm nước thải sản xuất cao su. Khảo sát đánh giá hệ thống xử lý nước thải nhà máy cao su Dầu Tiếng*. Trường Đại học Dân Lập Kỹ Thuật Công Nghệ.
- [7] Timothy Oppelt E. (2000). *Introduction to phytoremediation*. Nation risk management laboratoty office of research and development U.S environment protection Ageney Cincinnati, Ohio.