

NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHẾ BIẾN TIÊU SỌ

Nguyễn Văn Nghĩa⁽¹⁾, Nguyễn Văn Phước⁽²⁾

(1) Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(2) Viện Môi trường & Tài nguyên, ĐHQG-HCM

1. GIỚI THIỆU

Sản xuất tiêu sọ là loại hình chế biến nông sản phát triển mạnh do nhu cầu xuất khẩu, việc sản xuất tiêu sọ được ủng hộ phát triển vì đem lại lợi ích cho người dân và ngoại tệ do xuất khẩu, tuy nhiên chưa có nghiên cứu công nghệ xử lý nước thải của quá trình này. Để đảm bảo phát triển bền vững thì nhất thiết phải có công nghệ xử lý nước thải.

Thành phần và tính chất ô nhiễm của nước thải đã được nhóm nghiên cứu khảo sát, đo đạc tại các cơ sở sản xuất tiêu sọ thuộc huyện Đắk Rlấp:

Bảng 1. Thành phần và tính chất nước thải tiêu sọ

Chỉ tiêu ô nhiễm	Đơn vị	Kết quả đo đạc		TCVN 5945:2005 (cột B)
		Nước thải ngâm tiêu	Nước thải chà vỏ tiêu	
pH	-	5,45 – 5,95	5,45 – 5,95	5,5 – 9,0
COD	mgO ₂ /l	2.000-10.000	10.000-30.000	80
BOD ₅	mgO ₂ /l	400 - 2.000	2000 - 6000	50
SS	mg/l	600 – 5.000	20.000-35.000	100
Tổng N	mg/l	50 – 100	50 – 100	30
Tổng P	mg/l	0,5 – 4,2	0,5 – 4,2	6
Độ màu	Pt-Co	2000 – 4000	1000 – 2000	50



Hình 1. Nước thải tiêu sọ

Nước thải tiêu sọ có hàm lượng COD, BOD, SS và độ màu rất cao với lưu lượng khoảng 15 m³/tấn tiêu sọ. Thành phần nước thải chủ yếu là cellulose, chất béo, chất khoáng, chất đạm, piperine, lignin, tinh dầu...[3]

Nước thải có mức độ ô nhiễm cao, trong khi đó chi phí đầu tư và trình độ vận hành còn hạn chế, vì vậy cần tìm kiếm công nghệ phù hợp với điều kiện của địa phương.

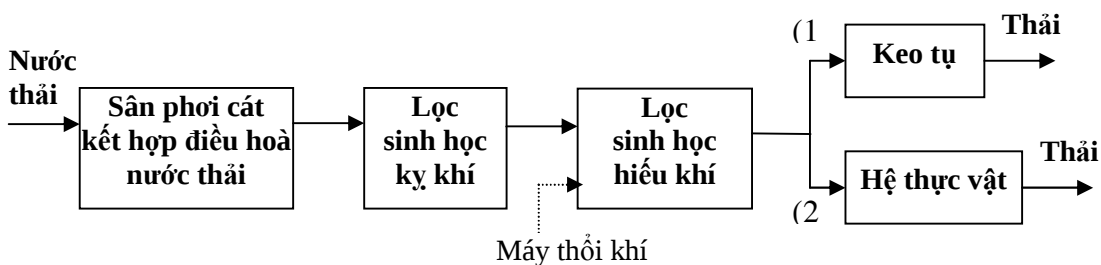
Đặc thù nước thải có SS cao nên trong công nghệ xử lý nhất thiết phải được tách ra, trong số các phương pháp lọc (lọc nhanh, lọc chậm, lọc vách ngăn, lọc áp lực...) nhóm nghiên cứu đề xuất Sân phơi cát vì phù hợp với lao động thủ công và đặc thù nước thải có SS cao.

Do nước thải có COD cao và tỷ lệ BOD_5/COD thấp (xấp xỉ 0,2) nên phải lựa chọn công nghệ kỵ khí, có nhiều công trình kỵ khí: UASB, lọc sinh học, bể lên men, tiếp xúc kỵ khí... nhưng nhóm nghiên cứu đề xuất công nghệ lọc sinh học kỵ khí với giá thể xơ dừa vì chi phí đầu tư thấp và hiệu quả cao do mật độ vi sinh lớn.

Nước thải sau kỵ khí chưa khử triệt để COD nên được tiếp tục xử lý bằng công nghệ hiếu khí, trong số các công trình hiếu khí (aerotank, sục khí cưỡng bức, lọc hiếu khí, cấp khí từng mẻ...[4,5]) thì công nghệ lọc hiếu khí với giá thể xơ dừa được lựa chọn do công nghệ đơn giản, hiệu quả, ổn định và ít sinh bùn.

Đặc thù tính chất nước tiêu sọ chứa lignin, humic, hợp chất màu... khó phân huỷ sinh học nên cần phải tiếp tục xử lý để khử triệt để COD và màu. Có nhiều phương pháp xử lý (oxy hoá, keo tụ-tạo bông, hấp phụ...[4,5]) nhưng để phù hợp với điều kiện địa phương, nhóm nghiên cứu đề xuất 2 phương án: sử dụng hệ thực vật tự nhiên và hệ keo tụ – tạo bông.

Vì vậy nhóm nghiên cứu đề xuất công nghệ xử lý nước thải tiêu sọ như sau:



Hình 2. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải tiêu sọ

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Mô hình sân phơi cát

Mô hình: thùng nhựa 50 lít, có kích thước như hình 3.

Vật liệu: cát xây dựng đã được qua sàng loại bỏ hạt mịn và rửa sạch. Đá xanh 2x4cm được ngâm và rửa. Thứ tự bố trí vật liệu như hình vẽ.

Tiến trình thí nghiệm: cho nước thải vào mô hình và tiến hành đo thể tích lọc được theo thời gian. Thí nghiệm được tiến hành nhiều lần và lấy kết quả trung bình.

2.2. Mô hình lọc sinh học kỵ khí

Mô hình: Bình nhựa hình trụ 10 lít, kích thước như hình 4, bên trong có bố trí vật liệu lọc và bơm tuần hoàn. Đối tượng nghiên cứu là nước thải sau lọc cát.

Vật liệu: - Bùn kỵ khí 2000g

- Xơ dừa thay đổi: 0g/l, 15 g/l, 20g/l, 25g/l, 30g/l

- Bơm tuần hoàn lưu lượng 200l/h

Tiến trình thí nghiệm: thời gian thích nghi từ 2-3 tuần, sau đó chạy tải COD tăng dần từ 750 ÷ 3000mg/l; Kiểm tra COD, pH theo hàm lượng xơ dừa khác nhau, sau đó theo dõi sự biến đổi COD cần nghiên cứu theo thời gian tương ứng với lượng xơ dừa tối ưu.

Thí nghiệm lặp lại 3 lần và lấy kết quả trung bình.

2.3. Mô hình lọc sinh học hiếu khí

Mô hình: Bình nhựa trụ 10 lít, kích thước như hình 5, bên trong có bố trí vật liệu lọc, máy thổi khí và bơm tuần hoàn. Đối tượng nghiên cứu là nước thải sau kỵ khí.

Vật liệu: - Bùn hoạt tính 2200ml nồng độ 7980mg/l,

- Xơ dừa: 0g/l, 10g/l, 15g/l, 20g/l, 25g/l

- Bơm tuần hoàn 200l/h và máy sục khí

Tiến trình thí nghiệm: thời gian thích nghi 2 tuần, sau đó chạy tải COD tăng dần từ 200÷1250mg/l; Kiểm tra COD, pH theo hàm lượng xơ dừa khác nhau, sau đó theo dõi sự biến đổi COD theo thời gian tương ứng với lượng xơ dừa tối ưu.

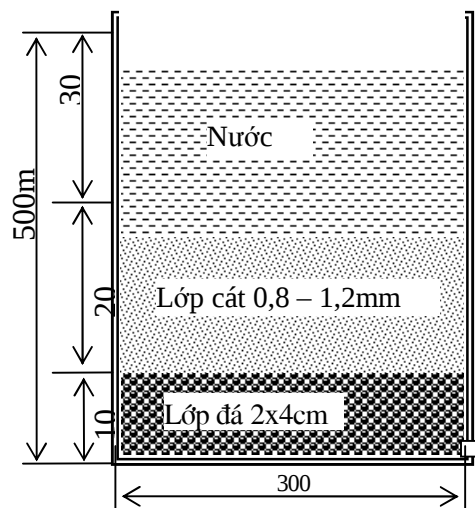
Thí nghiệm lặp lại 3 lần và lấy kết quả trung bình.

2.4. Mô hình liên tục

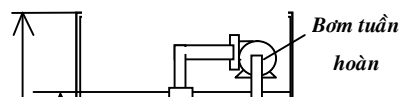
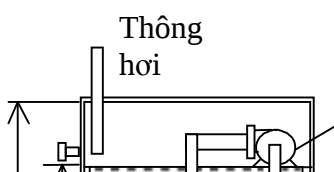
Để kiểm chứng lại hiệu quả xử lý từ mô hình tĩnh, nhóm nghiên cứu đã tiến hành xây dựng mô hình liên tục.

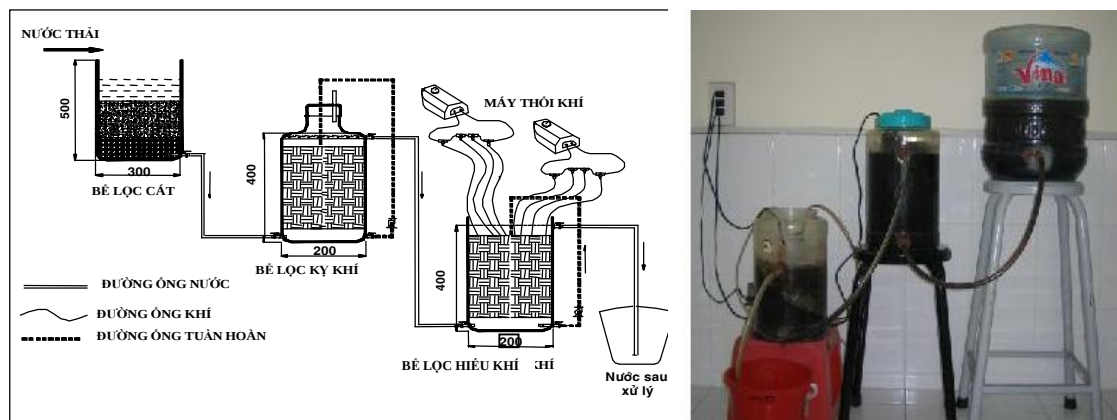
Mô hình liên tục bao gồm 3 mô hình tĩnh đã trình bày ở trên, nhưng nước thải được cấp vào liên tục với sự biến động của tải COD.

Kiểm tra COD, pH và độ màu hàng ngày.



Hình 3. Mô hình sân phơi cát

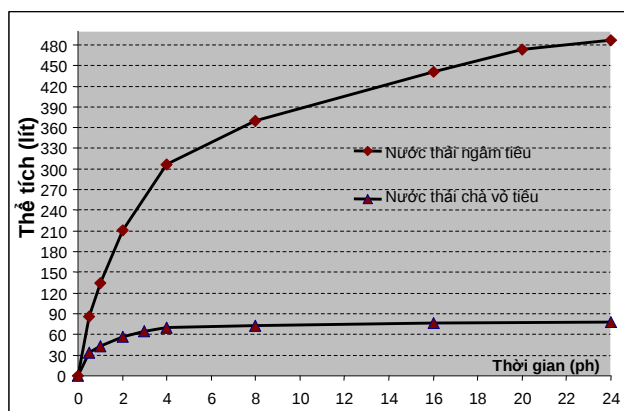




Hình 6. Mô hình liên tục



Hình 7. Mô hình thí nghiệm Jartest



Hình 8. Khả năng lọc của Sân phơi cát

2.5. Mô hình jartest và hệ thực vật

Mô hình Jartest: Thí nghiệm được tiến hành bằng nhiều loại phèn khác nhau (FeCl_3 , FeCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ và phèn BK) trên đối tượng nước thải sau xử lý sinh học.

Thực nghiệm hệ thực vật tự nhiên: Các hợp chất màu, lignin, hucmic,... trong nước thải không gây hại cho cây trồng cho nên được xử lý qua cơ chế lọc và hấp phụ. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thực nghiệm bãi cỏ voi tại cơ sở sản xuất tiêu sọ thuộc huyện Đắk Rlấp, Đắk Nông.

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

3.1. Kết quả mô hình sân phơi cát (Hình 8)

Đối với nước ngâm, SS không lớn nhưng COD và độ màu cao nên tốc độ lọc giảm nhẹ theo thời gian và chu kỳ lọc có thể kéo dài đến 1 ngày. Tốc độ lọc trung bình trong 1 chu kỳ là $0,225 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$. Hiệu quả khử SS là 58,3% và COD là 18,1%.

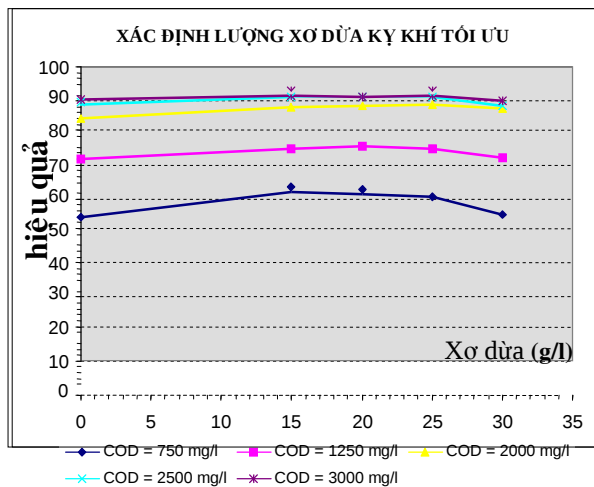
Đối với nước chà bóc vỏ, vì SS rất cao nên tốc độ lọc giảm nhanh và chu kỳ lọc chỉ 4h. Tốc độ lọc trung bình trong 1 chu kỳ là $0,194 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$. Hiệu quả khử SS là 99% và COD là 88,7%.

3.2. Kết quả mô hình lọc sinh học kỵ khí

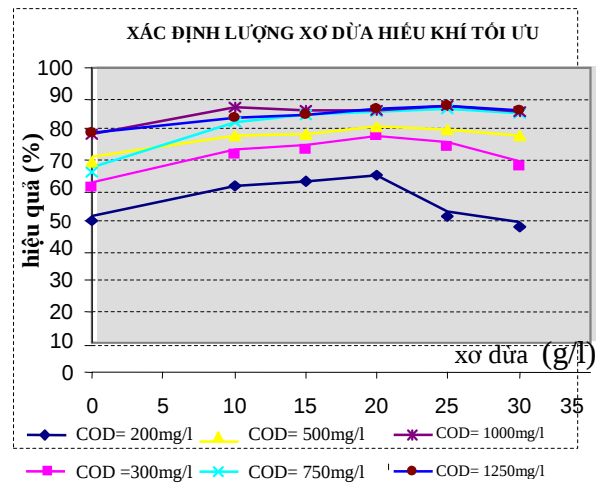
Kết quả xác định hàm lượng giá thể xơ dừa

Đối với mô hình lọc sinh học kỵ khí (hình 9): khi COD từ 750mg/l ÷ 1250mg/l thì lượng xơ dừa tối ưu 20 g/l và hiệu quả khử COD đạt 53,7 ÷ 76,2%. Khi COD tăng 2000 ÷ 3000mg/l thì lượng xơ dừa tối ưu 25 g/l và hiệu quả đạt 84% ÷ 91,8% tương ứng thời gian lưu nước 1 ngày.

Đối với mô hình lọc sinh học hiếu khí (hình 10): khi COD từ 200mg/l ÷ 500mg/l thì lượng xơ dừa tối ưu 20 g/l và hiệu quả khử COD đạt 50 ÷ 80,6%. Khi COD 750 ÷ 1250mg/l thì lượng xơ dừa tối ưu 25 g/l và hiệu quả đạt 65,7% ÷ 88,2% tương ứng thời gian lưu nước 1 ngày.



Hình 9. Kết quả mô hình lọc sinh học kỵ khí



Hình 10. Kết quả mô hình lọc sinh học hiếu khí

Kết quả nghiên cứu sự biến đổi COD theo thời gian:

Kết quả nghiên cứu trên mô hình lọc kỵ khí COD sau lọc cát 3000mg/l và lượng xơ dừa 25g/l như bảng 2.

Bảng 2. Kết quả nghiên cứu trên mô hình tĩnh (COD = 3000mg/l và xơ dừa là 25g/l)

Thời gian (h) Thông số	0h	4h	8h	12h	16h	20h	24h
COD (mg/l)	3000	1100	834	612	419	330	293
pH	6,50	7.18	7.22	7.30	7.36	7.41	7.52
Ln(-DC/Dt)	-	6.16	5.60	5.29	5.08	4.89	4.73
Ln C	-	7.00	6.73	6.42	6.04	5.80	5.68

Kết quả nghiên cứu trên mô hình tĩnh tương ứng với COD sau lọc kỵ khí là 400mg/l được trình bày trên bảng 3.

Bảng 3. Kết quả nghiên cứu trên mô hình tĩnh (COD sau lọc kỵ khí là 400mg/l)

Thời gian (h) Thông số	0h	4h	8h	12h	16h	20h	24h
COD (mg/l)	400	254	146	134	105	100	94
pH	7.40	7.95	8.25	8.34	8.42	8.50	8.58
Ln(-DC/Dt)	-	3.60	3.46	3.10	2.91	2.71	2.55
Ln C	-	5.54	4.98	4.90	4.65	4.61	4.54

Xác định phương trình động học biến đổi cơ chất

Động học quá trình sinh học được mô tả theo phương trình sau:

$$\frac{VdC}{Gdt} = -K_1 C^a \quad (1)$$

Trong đó: a là bậc phản ứng; K_1 là hằng số tốc độ phản ứng

V là thể tích nước thải; G là khối lượng xơ dừa

Tuyến tính hoá về dạng: $Y = K + \alpha X$

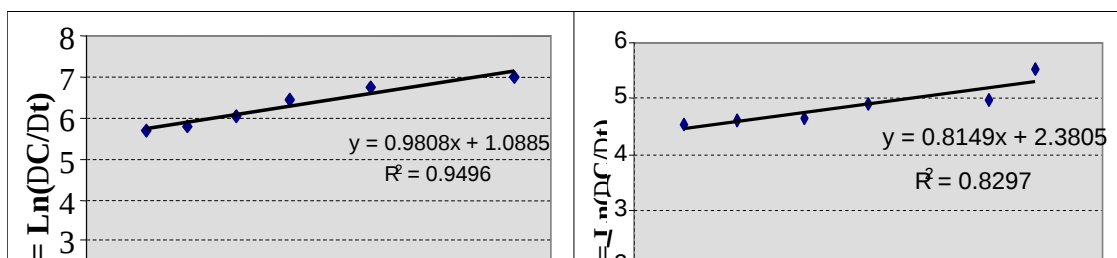
với $Y = \ln(-\Delta C / \Delta t)$, $X = \ln(C)$ và $K = \ln(K_1 * G / V)$

Từ dữ liệu thực nghiệm ta lập được đồ thị $\ln(-\Delta C / \Delta t) = f(C)$

Kết quả động học quá trình kỵ khí được biểu diễn trên hình 11 và quá trình hiếu khí được biểu diễn trên hình 12.

Từ đó ta xác định được các thông số động học:

- Đối với quá trình kỵ khí : $\alpha = 0,9808$ và $K_1 = 0,07425$
- Đối với quá trình hiếu khí: $\alpha = 0,8149$ và $K_2 = 0,2162$



3.3.Mô hình liên tục

Mô hình liên tục dễ vận hành, hiệu quả khá cao và tương đối ổn định ($94,6 \div 96,6\%$) mặc dù nước thải đầu vào biến động mạnh do tính chất khác biệt giữa nước ngầm và nước chà. Nước ngầm khó xử lý sinh học hơn nước chà do nồng độ đậm đặc hơn và có chứa các hợp chất mạch vòng khó phân huỷ, điều này thể hiện qua khả năng thích nghi và hiệu quả xử lý.

3.4.Kết quả mô hình jartest

Bảng 4. Kết quả thí nghiệm xử lý nước thải sau sinh học bằng các loại phèn khác nhau

Loại phèn Thông số	FeCl ₃ 700 (mg/l)	FeSO ₄ 750 (mg/l)	Al ₂ (SO ₄) ₃ 2000 (mg/l)	Phèn BK 1500 (mg/l)	Nước thải sau lọc hiệu khí
pH	5,57	8,95	5.48	5.56	8,80
COD (mg/l)	46	77	46	38	93
Độ màu (Pt-Co)	52	98	55	56	559

Xét trên 2 tiêu chí: hiệu quả xử lý và hiệu quả kinh tế thì phèn Bách khoa được lựa chọn.

Việc sử dụng hệ keo tụ đạt hiệu quả xử lý cao nhưng phải tốn chi phí hóa chất và phát sinh cặn sắt (là chất thải nguy hại), đồng thời phải có trình độ vận hành phù hợp.

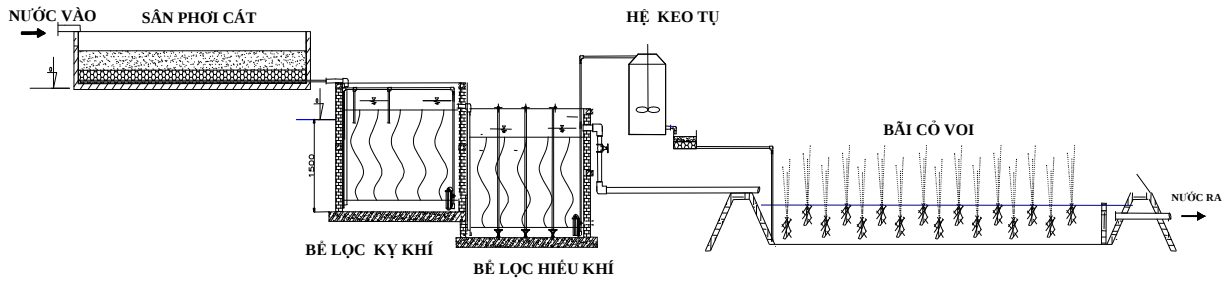
3.5.Kết quả thử nghiệm hệ sinh thái cỏ voi

Cỏ voi sinh trưởng và phát triển tốt. Nước thải sau bãi cỏ voi có COD = $50 \div 90$ mg/l. hiệu quả xử lý không cao bằng sử dụng hệ keo tụ nhưng không phải tốn kém chi phí hoá chất, không phát sinh cặn sắt, ngoài ra có thể khai thác cỏ voi để làm thức ăn cho bò.

4. KẾT QUẢ TRIỂN KHAI ÁP DỤNG THỰC TẾ

Công nghệ nghiên cứu đã được triển khai áp dụng thực tế tại cơ sở Đặng Nhân Tài, xã Đạo Nghĩa, huyện Đắk Rlấp, Đắk Nông với công suất thiết kế $10\text{m}^3/\text{ngày}$.

Quy trình công nghệ như sau:



Hình 13. Sơ đồ qui trình công nghệ xử lý nước thải tiêu sọ

Kết quả triển khai thực tế: (hình 14). Chất lượng nước thải sau xử lý: kết quả triển khai thực tế cho thấy, nước thải đầu ra ổn định và đạt tiêu chuẩn loại B.

Bảng 5. Chất lượng nước thải sau xử lý

TT	Thông số	Đơn vị	Nước thải sau bãi cỏ voi	Nước thải sau keo tụ	TCVN5945 :2005 (cột B)
1	pH	-	6,7 ÷ 7,4	5,8 ÷ 6,5	5,5 ÷ 9
2	COD	mgO ₂ /l	47 ÷ 90	60 ÷ 90	80
3	BOD ₅	mgO ₂ /l	21 ÷ 40	41 ÷ 67	50
4	SS	mg/l	28 ÷ 76	68 ÷ 80	100
5	Tổng N	mg/l	2 ÷ 7	2,2÷3,5	30
6	Tổng P	mg/l	1 ÷ 2	0,6 ÷ 1	6
7	Độ màu	Pt-Co	180÷300	120÷250	50



Hình 14. HTXL nước thải



Hình 15. Ủ bã tiêu làm phân



Hình 16. Bãi cỏ voi

Ngoài ra còn có thể khai thác các sản phẩm phụ:

- Phân bón cho cây trồng (hình 15): Bã tiêu sau khi tách bỏ khỏi sân phơi cát được đem ủ theo phương pháp ủ đống truyền thống với thời gian ủ 2 tháng.
- Cỏ voi (hình 16) có thể khai thác làm thức ăn cho trâu bò.

5. KẾT LUẬN

Mặc dù nước thải tiêu sọ có hàm lượng chất ô nhiễm COD, BOD, SS, độ màu rất cao nhưng với công nghệ nghiên cứu sẽ giải quyết được hiện trạng ô nhiễm môi trường do các cơ sở sản xuất gây ra. Đây là công nghệ hoàn toàn mới, được nghiên cứu dựa theo yêu cầu thực tế của địa phương.

Công nghệ nghiên cứu có hiệu quả xử lý cao, giải quyết được vấn đề ô nhiễm môi trường do nước thải từ các cơ sở sản xuất tiêu sọ gây ra, đồng thời phù hợp với điều kiện cụ thể của địa phương và trình độ lao động tại các cơ sở tiêu sọ. Công nghệ đã được triển khai áp dụng thực tế

tại cơ sở Đặng Nhân Tài và đã được Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Đắk Nông nghiệm thu, công nghệ sẽ được triển khai nhân rộng cho một số địa phương trên địa bàn huyện Đắk Rlấp.

Với công nghệ này chi phí đầu tư thấp, chi phí xử lý nước thải chỉ 2.300 đ/m³ nếu sử dụng hệ sinh thái và 4.000 đ/m³ khi phải sử dụng hệ keo tụ. Ngoài ra, còn có thể khai thác các sản phẩm phụ từ hệ thống xử lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ajit P. Annachhatre and Prasanna L. Amatya. *UASB treatment of Tapioca starch wastewater*. Journal of environmental engineering, (2000).
- [2] *Waste water Engineering. Treatment-Disposal – Reuse*. Metcalf & Eddy, Inc. McGraw-Hill, Inc, (1991).
- [3] Bùi Thanh Hà. *Cây gia vị, đặc điểm và kỹ thuật gieo trồng* - Nhà xuất bản Thanh Hóa (2004)
- [4] Trần Văn Nhân, Ngô thị Nga. *Giáo trình công nghệ xử lý nước thải*. NXB Khoa học kỹ thuật, (1999).
- [5] Nguyễn Văn Phước. *Kỹ thuật xử lý chất thải công nghiệp*. Trường Đại Học Kỹ Thuật TP Hồ Chí Minh, tập 13.
- [6] Trần Đình Toại, Nguyễn Thị Vân Hải. *Động học các quá trình xúc tác sinh học*. Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật 2005.