NGHIÊN CỨU PHỐI HỢP SỬ DỤNG BÈO TÂY VÀ SẬY ĐỂ XỬ LÝ COD, NITƠ VÀ PHÔTPHO TRONG NƯỚC THẢI CHĂN NUÔI LỢN SAU CÔNG NGHỆ BIOGAS

VŨ THỊ NGUYỆT, TRẦN VĂN TỰA, ĐẶNG ĐÌNH KIM,
NGUYỄN TRUNG KIÊN, BÙI THỊ KIM ANH
Viện Công nghệ môi trường,
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Chất lượng nước mặt và nước ngầm có thể bị suy giảm do chất dinh dưỡng dư thừa từ các hoạt động nông nghiệp nói chung và từ ngành chăn nuôi nói riêng. Việc kiểm soát và xử lý nước thải chăn nuôi là một nội dung cấp bách cần được các cấp quản lý, các nhà sản xuất và cộng đồng dân cư bắt buộc quan tâm để hạn chế ô nhiễm môi trường, bảo vệ sức khỏe của con người, cảnh quan khu dân cư.

Để giải quyết vấn đề này, việc kết hợp các phương pháp xử lý nước thải chăn nuôi với công nghệ sinh thái sử dụng thực vật thủy sinh (TVTS) đã được nhiều tác giả nghiên cứu, áp dụng và đã cho các kết quả khả quan. Mặc dù nước thải chăn nuôi lợn đã qua xử lý biogas nhưng nồng độ các chất hữu cơ, tổng nitơ (TN) và tổng phôtpho (TP) còn cao. Vì vậy nước thải chăn nuôi lợn sau xử lý biogas cần phải được xử lý tiếp trước khi thải ra môi trường.

Công nghệ sinh thái sử dụng TVTS như Bèo tấm, Bèo tây, Cỏ nến, Sậy, Cải xoong,… để xử lý nước thải chăn nuôi lợn có nhiều ưu điểm so với hệ thống xử lý nước thải thông thường, trong đó có vấn đề giảm COD, nitơ và phôtpho đến mức chấp nhận được về mặt môi trường. Phương pháp này rất thân thiện môi trường, rẻ tiền, dễ vận hành và phù hợp với điều kiện thực tế của Việt Nam [2, 8].

Bèo tây, Sậy là hai trong các loài TVTS được sử dụng cho xử lý nước thải ở nhiều nước trên thế giới như nước Pháp, ở Brazil (Mangabeira *et al*., 2004), Argentina, Ấn Độ, Ai Cập, Trung Quốc,… [6, 8, 9].

Việc thử nghiệm sử dụng phối hợp Bèo tây và Sậy để xử lý COD, TN, TP của nước thải chăn nuôi lợn sau công nghệ biogas lần đầu tiên được thực hiện tại Việt Nam để đánh giá hiệu quả của các thông số và tạo cơ sở khoa học ứng dụng TVTS này vào xử lý ô nhiễm quy mô pilôt.

I. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Thực vật nghiên cứu

Cây Bèo tây - *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, thuộc họ Lục bình (Pontederiaceae), là cây thủy sinh nổi trên mặt nước, thân rễ bò ngang, có đốt, trên đốt có rễ chùm. Lá mọc ở gốc, xếp kiểu tòa sen hoặc mọc cách; cuống lá phình to, xốp giúp cây bèo nổi trên mặt nước. Bèo tây phân bố rộng rãi ở Việt Nam. Bèo sống trong nước ngọt, ao hồ, mương rạch, ruộng, sông ngòi [1]. Bèo sử dụng cho thực nghiệm là cây bánh tẻ, sinh trưởng mạnh.

Cây Sậy - *Phragmites australis* (Cav), là một loài cây nhiều năm thuộc họ hòa thảo (Poaceae), phân bố ở những vùng đất lầy ở cả khu vực nhiệt đới và ôn đới của thế giới. Sậy được thu từ ven Sông Hồng về trồng trong Trại thực nghiệm Cổ Nhuế thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Cây dùng cho thí nghiệm là cây bánh tẻ, đang sinh trưởng mạnh.

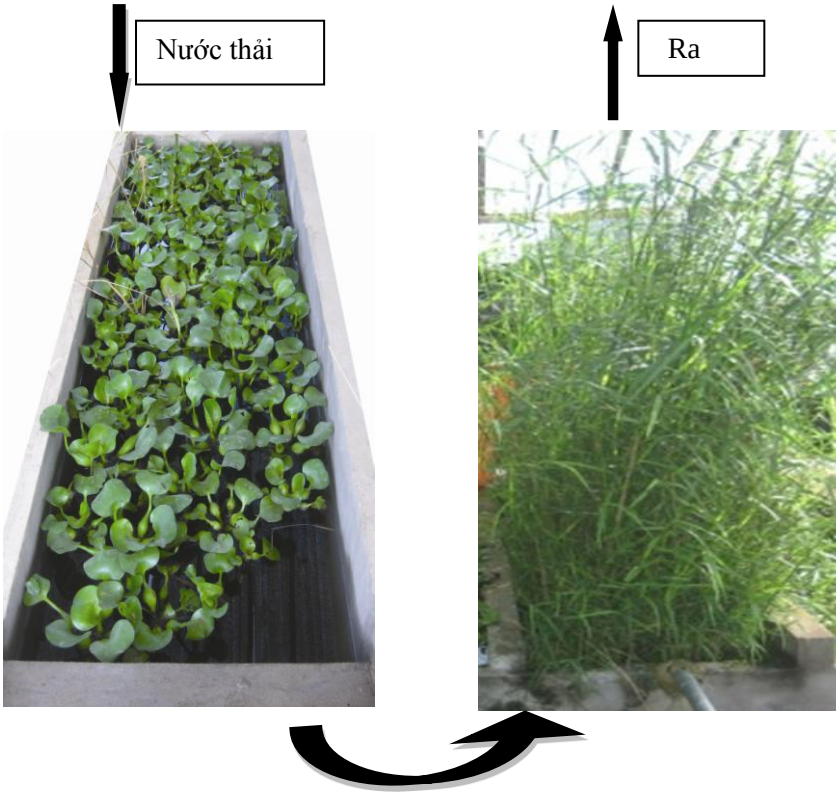
2. Nước thải chăn nuôi lợn

Nguồn nước thải sử dụng trong nghiên cứu này được lấy từ nước thải sau quá trình xử lý yếm khí ở hầm biogas tại Trung tâm nghiên cứu lợn Thụy Phương (Từ Liêm, Hà Nội), có các

thông số chính như sau: pH trong khoảng 7,83-8,2; TSS trong khoảng 5460-9450 mg/l; COD trong khoảng 775,53-1985,98 mg/l; TN trong khoảng 744,59-1114,24 mg/l; TP trong khoảng 50,04-115,24 mg/l. Trong các dạng N thì dạng NH_4^+ là chủ yếu (703,82-892,11mg/l) còn dạng NO_3^- là không đáng kể (0,65-1,68 mg/l). Để có được nước thải đưa vào hệ thống xử lý, chúng tôi đã tiến hành phân tích chất lượng nước thải đồng thời dựa vào khả năng chống chịu của thực vật nghiên cứu, hiệu quả xử lý và yêu cầu chất lượng nước đầu ra để điều chỉnh lượng N và P trong khoảng TP: 10-15mg/l; TN: 90-100mg/l. Các thành phần khác phụ thuộc vào TN và TP.

Các thí nghiệm được tiến hành trong năm 2013 tại Trại thực nghiệm Cổ Nhuế, thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Các số liệu được phân tích tại Phòng Thủy sinh học môi trường, Viện Công nghệ môi trường.

3. Bố trí thí nghiệm quy mô pilot



Hình 1: **Sơ đồ thực nghiệm phối hợp Bèo tây và Sậy tại pilot**

Hệ thống thí nghiệm gồm 2 bể, một trồng Bèo tây (hệ thống thực vật nổi), một trồng Sậy (hệ thống dòng mặt). Mỗi bể có kích thước:

C x D x R = 60 cm x 200 cm x 50 cm

Trong đó:

- Thể tích ngăn phân phối: C_p x D_p x R_p = 10 cm x 20 cm x 48 cm, ứng với 9,6 lít

- Thể tích ngăn trồng bèo Tây: H_s x D_s x R_s = 40 cm x 140 cm x 48 cm, ứng với 268,8 lít.

- Thể tích ngăn trồng sậy: H_s x D_s x R_s = 40 cm x 140 cm x 45 cm, ứng với 252 lít. Tại modun trồng Sậy cần đưa đất vào trồng với mức 20 cm nên thể tích nước còn lại chỉ là 126 lít.

Hoạt động của hệ thống: Nước thải đầu vào được bơm từ thùng chứa vào ngăn phân phối qua bơm định lượng chảy vào bể xử lý trồng Bèo tây rồi sang bể trồng Sậy. Nước sau xử lý sẽ chảy ra ngoài qua ống thoát theo cơ chế chảy tràn.

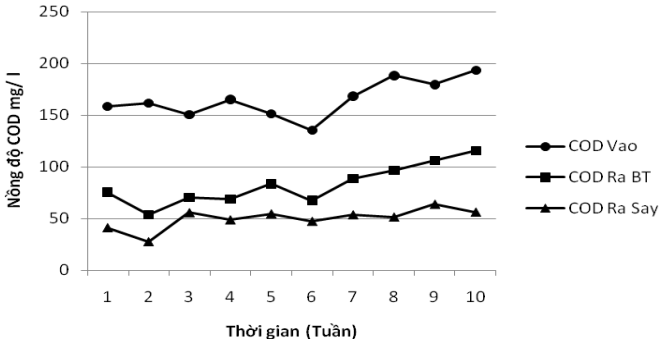
4. Phương pháp phân tích

Các chỉ tiêu: NH_4^+, NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , TP, TN và COD được xác định theo phương pháp chuẩn (APHA, 1995), so màu trên máy đo quang UV-Vis 2450, Shimadzu-Nhật Bản.

II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Hiệu quả xử lý COD

Hiệu quả xử lý COD từ nước thải chăn nuôi lợn của hệ thống phối hợp Bèo tây, Sậy ở tải lượng nước thải 50 l/m^2/ngày được trình bày ở hình 2.



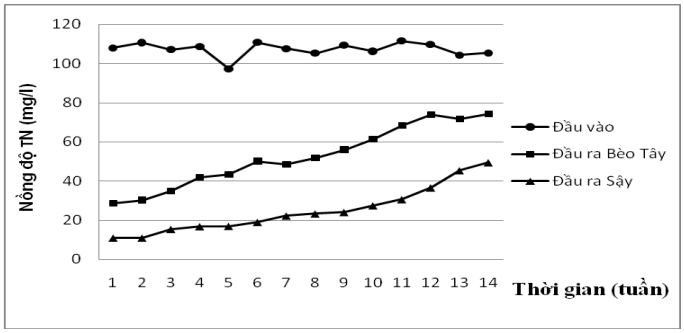
Hình 2: **Khả năng loại bỏ COD của hệ thống phối hợp với tải lượng nước thải 50l/m^2/ngày**

Nồng độ COD trung bình đưa vào hệ thống xử lý là 155,86 mg/l (dao động trong khoảng 135.66 mg/l đến 168,40 mg/l), khi ra khỏi bể Bèo tây lượng COD còn trung bình là 72,42 mg/lit (dao động từ 53,66 đến 88,46 mg/l). Tính ra hiệu suất xử lý COD của bể Bèo tây đạt 53,54 %. Khi ra khỏi bể Sậy lượng COD trung bình còn 47,10 mg/l (dao động từ 27,68 đến 55,84 mg/l). Như vậy riêng bể Sậy loại tiếp được 34,96 % COD và tính chung cả hệ thống phối hợp đã loại được 69,78 % lượng COD. Như vậy lượng COD đầu ra đạt và vượt TC thải loại A của QCVN 40:2011/BTNMT.

Các kết quả nghiên cứu của chúng tôi phù hợp với các kết quả nghiên cứu của các tác giả trong và ngoài nước. Đặng Xuyến Như và cs (2005) đã nghiên cứu xử lý nước thải chăn nuôi lợn quy mô pilôt bằng hệ thống UASB kết hợp máng TVTS (Bèo tây) đã làm giảm lượng COD 80% khi đầu vào có hàm lượng khoảng 3000 mg COD/l [4]. Trương Thị Nga và cs (2009), sử dụng cây Sậy (*Phragmites* spp) để xử lý nước thải chăn nuôi, cho thấy hiệu suất xử lý COD là 36,39%. Ở Iron Bridge (Florida, Mỹ), kết quả thu được từ hệ thống xử lý dùng Bèo tây cho thấy hiệu quả loại bỏ BOD là 60% [10].

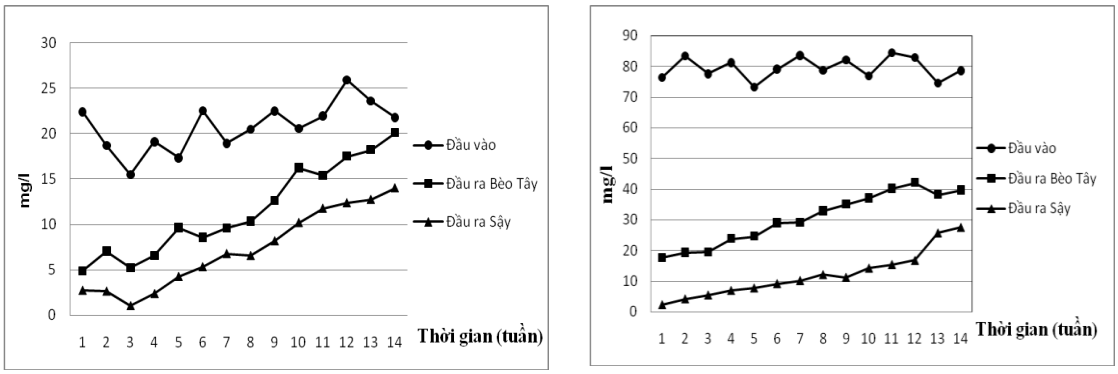
2. Hiệu quả xử lý nitơ

Hiệu quả xử lý nitơ từ nước thải chăn nuôi lợn của hệ thống phối hợp Bèo tây, Sậy ở tải lượng nước thải 50 l/m^2/ngày được trình bày ở hình 3. Với TN đầu vào trung bình là 107,38 mg/l (dao động từ 97,32 mg/l đến 111,62 mg/l), khi ra khỏi bể Bèo tây lượng TN còn 52,45 mg/l (dao động từ 28,52 mg/l đến 74,25 mg/l), ứng với hiệu suất xử lý TN đạt 51,15%. Khi chảy quả bể Sậy và ra ngoài, lượng TN còn trung bình 24,87 mg/l và hiệu suất xử lý đạt 52,58 %. Tính chung toàn bộ hệ thống phối hợp đạt 76,84 % TN bị loại.



Hình 3: **Hiệu quả xử lý TN của hệ thống phối hợp ở tải lượng nước thải 50l/m^2/ngày**

Với N dạng Nitrat và amôn, lượng đầu vào trung bình là 79,54 mg/l và 20,81 mg/l, tương ứng. Ở đầu ra của cả hệ thống phối hợp (ra bể Sậy), lượng NO_3^- trung bình còn 12,17 mg/l và lượng NH_4^+ còn 7,22 mg/l. Tính ra có 84,7 % nitrat và 65,31 % lượng NH_4^+ được loại bỏ (hình 4). Tính trên đơn vị diện tích, tải lượng TN đưa vào hệ thống là 5,369 g/m^2/ ngày và lượng loại bỏ theo hiệu suất 76,84 % ứng với 4,12 g TN/m^2/ngày. Có thể thấy rằng, mặc dù tải lượng đầu vào của TN là khá cao, hệ thống đã loại bỏ hiệu quả cả TN, nitơ dạng nitrat và amôn. Nước thải đầu ra còn 24,87mg TN/l, đạt tiêu chuẩn thải loại B (40 mg TN/l) cho nước thải công nghiệp (QCVN 40/2011-BTNMT) xét theo nồng độ nitơ.



A B

Hình 4: **Hiệu quả loại bỏ NH_4^+ của hệ thống phối hợp ở tải lượng 50 l/m^2/ngày (A), Hiệu quả loại bỏ NO_3^- của hệ thống phối hợp ở tải lượng 50 l/m^2/ngày (B)**

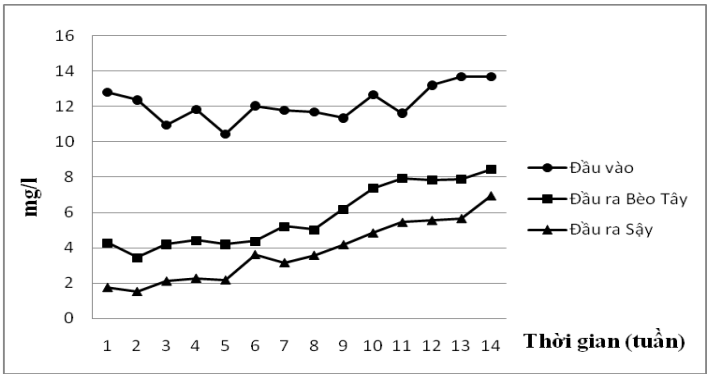
Kết quả nghiên cứu của chúng tôi khá gần với công bố của R.D. Sooknah và cs (2004) khi nuôi Bèo tây trong thí nghiệm theo mẻ 31 ngày với nước thải phân chuồng nuôi bò sữa đã qua phân hủy yếm khí. Với nước pha loãng 2 lần có TKN 164 mg/l, Bèo tây đã loại bỏ TKN 91,7%, amoni 99,6%, TP 98,5% [6]. Trương Thị Nga và cs (2009) sử dụng cây Sậy (*Phragmites* spp.) để xử lý nước thải chăn nuôi, cho thấy hiệu suất xử lý amonium là 64,08%, TP là 93,78% [3]. Trương Thị Nga và cs (2010) đã nghiên cứu xử lý nước thải chăn nuôi bằng rau Ngổ và Bèo tây tại Hậu Giang. Kết quả cho thấy rau Ngổ xử lý được 53,60% TN, 33,56% TP, trong khi Bèo tây giảm được 64,36% TN, 42,54% TP [4].

3. Hiệu quả xử lý phôtpho

Hiệu quả xử lý TP từ nước thải chăn nuôi lợn của hệ thống phối hợp Bèo tây, Sậy ở tải lượng nước thải 50 l/m^2.ngày được trình bày ở hình 5. Hàm lượng TP trong nước vào hệ thống là 12,14 mg/l và đầu ra còn lại là 3,79 mg/l, hiệu quả xử lý TP là 68,78 %. Nước thải sau xử lý đạt tiêu chuẩn thải loại A về TP cho nước thải công nghiệp (QCVN 40/2011-BTNMT- 6 mg/l).

Tính trên đơn vị diện tích, tải lượng TP đưa vào hệ thống là 607 mg/m^2.ngày và lượng loại bỏ theo hiệu suất 68,78 % ứng với 417,49 mg/m^2/ngày.

Nhìn chung, sự phối hợp giữa hệ thống thực vật nổi (Bèo Tây) và hệ thống dòng mặt (Sậy) hoạt động với hiệu quả khá tốt. Nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn thải loại B của QCVN 40-2011/ BTNMT về cả TN và TP. Về chi tiết, các dạng nitơ như NH_4^+, NO_3^- cũng được xử lý hay chuyển hóa tốt. Các chỉ tiêu chất lượng nước khác như pH, DO cũng nằm trong khoảng cho phép.



Hình 5: **Hiệu quả xử lý TP của hệ thống phối hợp**

Hiện nay ở nước ta, xử lý nước thải chăn nuôi lợn trang trại chủ yếu mới là xử lý kỵ khí (bể biogas, hồ kỵ khí phủ bạt) và hồ sinh học. Nước sau xử lý chưa đáp ứng yêu cầu xả thải, nhất là đối với nitơ và phôtpho. Việc xử lý chất ô nhiễm N và P hầu như chưa được quan tâm trong khi đây là yếu tố chính gây phú dưỡng môi trường nước các thuỷ vực tiếp nhận dẫn đến "nở hoa nước" do vi tảo bao gồm vi khuẩn lam (VKL) độc phát triển mạnh, làm mất cân bằng sinh thái và suy giảm chất lượng nước, ảnh hưởng xấu đến môi trường sống và sức khỏe cộng đồng.

Kết quả nghiên cứu sử dụng hệ thống phối hợp thực vật nổi với cây Bèo tây và Sậy để xử lý nước thải chăn nuôi lợn sau biogas cho hiệu quả xử lý COD, nitơ và phôtpho cao. Công nghệ này nếu được hoàn thiện sẽ góp phần tích cực vào phát triển hệ thống nông nghiệp bền vững trong đó chăn nuôi là một bộ phận cấu thành quan trọng trong hệ thống.

III. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu ứng dụng hệ thống Bèo tây và Sậy để xử lý COD, N và P trong nước thải chăn nuôi lợn sau công đoạn biogas cho thấy:

Hệ thống phối hợp Bèo Tây và Sậy đã xử lý hiệu quả COD, N và P. Ở tải lượng 50 l/m^{2}ngày, hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm COD, TN, NO_3^-, NH_4^+ và TP lần lượt là 69,78%; 76,84%; 84,70%, 65,31% và 68,78%. Tính ra, tải lượng TN và TP đưa vào hệ thống là 5369 mgN/m^2 /ngày và 607,0 mgP/m^2/ngày và lượng được loại bỏ tương ứng là 4125,5 mgN/m^2/ngày và 417,49 mgP/m^2/ngày.

Khả năng sử dụng hệ thống phối hợp Bèo tây và Sậy để xử lý COD, N và P trong nước thải chăn nuôi lợn là khả thi và có triển vọng áp dụng hệ thống này trong điều kiện thực tế.

Lời cảm ơn: *Công trình được thực hiện trong khuôn khổ Đề tài cấp Nhà nước KC08.04/11-15.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Tiến Bân, Nguyễn Khắc Khôi, Vũ Xuân Phương,** 2005. Danh lục các loài thực vật Việt Nam, Nxb. Nông nghiệp, Tập 3: 478.

2. **Brix, H.,** 1994. Functions of macrophytes in constructed wetlands. Wat. Sci. Tech., 29: 71-78.

3. **Trương Thị Nga, Hồ Liên Huê,** 2009, Hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi bằng sậy (*Phragmites* spp). Tạp chí Khoa học 2009: 1225-32.

4. **Trương Thị Nga, Võ Thị Kim Hằng,** 2010. Xử lý nước thải bằng rau Ngổ và Lục bình. http://www.thiennhien.net/2010/11/10/xu-ly-nuoc-thai-bang-rau-ngo-va-luc-binh/.

5. **Đặng Xuyến Như, Phạm Hương Sơn, Nguyễn Phú Cường, Dương Hồng Dinh,** 2005. Tạp chí Sinh học, 27(1): 27-32.

6. **Sooknah, R. D., A. C. Wilkie,** 2004. Ecological Engineering, 22: 27-42.

7. **Sim C. H.,** 2003: The use of constructed wetlands for wastewater treatment. Water International – Malaysia Office, 24.

8. **Lâm Ngọc Thụ, Đào Văn Bảy,** 2005. Nghiên cứu xử lý ion dinh dưỡng trong nước thải bằng phương pháp sinh học. TC Phân tích Hóa, Lý và Sinh học, T10, số 2: 35-39.

9. **U. S. EPA,** 1988. Design Manual-Constructed Wetlands and Aquatic Systems for Municipal Wastewater Treatment. U.S. Environmental Protection Agency. Report no. EPA/625/1-88/022. Office of Research and Development, Cincinnati, OH, 83.

10. **Zhang, T., D. Xu, F. Hea, Y. Zhang,** 2012. Engineering 47: 189– 197.

COMBINED UTILIZATION OF *Eichhornia crassipes* and *Phragmites australis* FOR REMOVING COD, N AND P IN PIG LIVESTOCK WASTEWATER AFTER ANAEROBIC (BIOGAS) TREATMENT

VU THI NGUYET, TRAN VAN TUA, DANG DINH KIM, NGUYEN TRUNG KIEN, BUI THI KIM ANH

SUMMARY

Livestock is one of fields releasing big polluted wastewater quantity into the environment. The main reason is that the treatment system of almost all farms is inefficient. Therefore, the quality of waterwater after treament system does not meet the national standard. This paper presents some research results on the removing COD, nitrogen and phosphorus in pig wastewater after anaerobic (biogas) process at pilot scale by the combined using *Eichhornia crassipes and Phragmites australis*. The experimental results showed that the wastewater loading rate 50 lits/m^2.day with initial concentrations of 155.86 mg COD/l, 107.38 mgTN/l and 12.14 mgTP/l gave removal efficiency of 69.78%, 76.84% and 68.78%, respectively. Thus, at the loading rate 50 lits/m^2.day, the removed quantity of TN and TP was of 4125.5 mg TN/m^2.day và 417.49 mg TP/m^2.day. The obtained results indicated that the surface flow wetland system, using *Eichhornia crassipes and Phragmites australis* has a rather high TN and TP removal efficiency with simple operation so that it could be feasible if applied for treating pig wastewater. However the system should be functioned longer for taking data and for evaluating it's stability.