

# ỨNG DỤNG VI KHUẨN ĐÔNG TỤ VÀO XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHĂN HEO SAU BIOGAS Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG: QUY MÔ TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM VÀ TRẠI CHĂN NUÔI HEO

Hồ Thanh Tâm<sup>1</sup>, Trần Hoài Phong<sup>2</sup>, Cao Ngọc Diệp<sup>2</sup>

## TÓM TẮT

Kết quả ứng dụng 4 chủng vi khuẩn đông tụ (*Bacillus cereus* KG05, *Bacillus megaterium* VL01, *Bacillus* sp. VL05, *Bacillus aryabhatai* ST02) vào xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas quy mô 08 lít trong phòng thí nghiệm cho thấy, sau 2 chu kỳ xử lý (31 giờ) hiệu suất đông tụ đạt 84 – 86%, chỉ số TSS (tổng chất rắn lơ lửng) giảm 40,5 lần so với đối chứng, hàm lượng BOD<sub>5</sub> (độ oxy hóa sinh học) giảm 144,4 lần so với đối chứng, hàm lượng lân tổng (TP) <2 mg/l, hàm lượng amôni (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) <3 mg/l, hàm lượng orthophosphat (P-PO<sub>4</sub>) <0,5 mg/l, các chỉ tiêu nghiên cứu đều đạt tiêu chuẩn loại A hoặc loại B theo QCVN40:2011/BTNMT. Cặp vi khuẩn *Bacillus cereus* KG05 + *Bacillus megaterium* VL01 được chọn ứng dụng vào xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas quy mô 80 và 800 lít tại trại chăn nuôi heo. Kết quả cho thấy hiệu suất đông tụ cao nhất ở chu kỳ 2 đạt 90,4% (quy mô 80 lít) và 82,6% (quy mô 800 lít), chỉ số pH, TSS, TP, đạt loại A hoặc loại B theo QCVN40:2011/BTNMT; hàm lượng BOD<sub>5</sub>, TN, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, P-PO<sub>4</sub> giảm hơn 50% so với nghiệm thức đối chứng. Từ khóa: Nhu cầu oxy hóa sinh học, nước thải chăn nuôi heo, tổng chất rắn lơ lửng, sự đông tụ, vi khuẩn đông tụ.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, có rất nhiều phương pháp được dùng để xử lý nước thải, bao gồm: cơ học, hóa lý, sinh học,... Phương pháp sinh học đang được xem là phương pháp hữu hiệu nhất trong lĩnh vực xử lý nước thải, vì những ưu điểm của phương pháp này là: đơn giản, rẻ tiền, hiệu quả cao hơn các biện pháp cơ học, hóa lý,... đặc biệt là rất thân thiện với môi trường. Đông tụ là sự kết dính giữa các tế bào vi khuẩn với nhau (cell to cell), dính với các hạt vô cơ, hữu cơ lơ lửng và các vi khuẩn khác trong môi trường tạo thành khối nhầy, bên ngoài là tế bào vi khuẩn, bên trong là các vật chất lơ lửng. Các hạt lơ lửng hữu cơ cũng là nguồn dinh dưỡng giúp cho vi khuẩn phát triển và tăng sinh khối, cuối cùng khối nhầy lớn dần rồi lắng xuống đáy. Kết quả nước sáng màu, giảm lượng ô nhiễm, các huyền phù lắng xuống, nước được làm sạch. Sự đông tụ góp phần tạo thành bùn hoạt tính hay giữ vai trò quan trọng trong quá trình hình thành màng sinh học trong ứng dụng xử lý nước thải (Malik *et al.*, 2005; Kimchhayarasy *et al.*, 2009). Mặc dù vậy, hiện tại có rất ít công trình nghiên cứu đặc điểm cũng như vai trò ứng dụng các

dòng vi khuẩn đông tụ vào xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas.

Mục tiêu của nghiên cứu này là: ứng dụng bốn chủng vi khuẩn đông tụ vào xử lý nước thải trại chăn nuôi heo sau biogas với quy mô 08 lít trong phòng thí nghiệm, chọn cặp chủng vi khuẩn đông tụ tối ưu nhất để ứng dụng với quy mô lớn hơn (80 và 800 lít) ở trại chăn nuôi heo để kiểm chứng hiệu suất đông tụ của các chủng vi khuẩn này trong nước thải; xác định được hiệu quả đông tụ và chất lượng nước sau xử lý của vi khuẩn đông tụ dựa trên các chỉ tiêu pH, BOD<sub>5</sub>, TSS, TN, TP, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, P-PO<sub>4</sub> so với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường QCVN 40:2011/BTNMT.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 2.1. Vật liệu

Bốn chủng vi khuẩn đông tụ được phân lập và tuyển chọn trong nước thải trại chăn nuôi heo sau biogas ở 13 tỉnh đồng bằng sông Cửu Long (*Bacillus cereus* KG05, *Bacillus megaterium* VL01, *Bacillus* sp. VL05, *Bacillus aryabhatai* ST02), được tuyển chọn làm chủng vi khuẩn giữ vai trò chính để tạo sự đông tụ trong xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas ở đồng bằng sông Cửu Long (Hồ Thanh Tâm và Cao Ngọc Diệp, 2013), bảo quản trong ống giữ giống có

<sup>1</sup> NCS. Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup> Viện NC và PT công nghệ sinh học, Đại học Cần Thơ

chứa môi trường lỏng polypepton x glycerin và được lưu giữ ở tủ lạnh âm sâu (- 20°C) tại Phòng Thí nghiệm Vi sinh môi trường, Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ sinh học- Trường Đại học Cần Thơ.

Nước thải chăn nuôi heo sau biogas lấy tại hầm số 2 trại heo (2000 con heo thịt) của hộ Lê Hoàng

Minh, ấp Đông Hưng 2, xã Đông Thành, huyện Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long được phân tích các chỉ tiêu (Bảng 1). Thí nghiệm được tiến hành tại Phòng Thí nghiệm Vi sinh môi trường và Vi sinh vật đất của Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ sinh học- Trường Đại học Cần Thơ.

**Bảng 1: Thành phần nước thải chăn nuôi heo (sau biogas)**

ở trại chăn nuôi heo hộ Lê Hoàng Minh ấp Đông Hưng 2, xã Đông Thành, huyện Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long

Chỉ tiêu	pH	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	TN (mg/l)	TSS (mg/l)	TP (mg/l)	N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	P-PO <sub>4</sub> (mg/l)
Nước thải chăn nuôi heo sau biogas	8,2	3.900	532	973	29,27	1.140	13,9

Nguồn phân tích: Trung tâm Kỹ thuật và Ứng dụng Công nghệ Cần Thơ (Aptech ISO/IEC 17025)

**2.2. Phương pháp**

*Thí nghiệm 1 được thực hiện trong phòng thí nghiệm quy mô 08 lít:* Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 6 nghiệm thức (Bảng 2), lặp lại 3 lần, mỗi đơn vị thí nghiệm 08 lít, thực hiện trong bình nhựa 10 lít. Thí nghiệm được tiến hành trong 3 chu kỳ.

- Chu kỳ 1: các nghiệm thức được bổ sung vi khuẩn và PAC (Bảng 2), sục khí liên tục 6 giờ (công

suất 0,9 m<sup>3</sup>/phút), sau đó để yên 18 giờ, tiến hành lấy 50% nước trong ở phần trên bình ra (4 lít), thêm lượng nước thải mới vào đáy bình (bằng với lượng nước lấy ra).

- Chu kỳ 2: Các nghiệm thức sục khí liên tục 1 giờ, để yên 6 giờ, tiến hành lấy 50% nước trong ở phần trên bình ra (4 lít), thêm vào bình lượng nước thải mới bằng với lượng nước lấy ra.

- Chu kỳ 3: thực hiện tương tự như chu kỳ 2.

**Bảng 2: Bố trí thí nghiệm 1**

Nghiệm thức	PAC (0,05%)	Cặp chủng vi khuẩn (500 µl/lit), mật số >10 <sup>9</sup> tế bào/ml	Ký hiệu
NT1	-	-	ĐC
NT2	+	-	PAC
NT3	+	<i>B. cereus</i> KG05 + <i>B. sp.</i> VL05	PAC+VK <sub>KG05-VL05</sub>
NT4	+	<i>B. cereus</i> KG05 + <i>B. megaterium</i> VL01	PAC+VK <sub>KG05-VL01</sub>
NT5	+	<i>B. cereus</i> KG05 + <i>B. aryabhatai</i> ST02	PAC+VK <sub>KG05-ST02</sub>
NT6	+	<i>B. megaterium</i> VL01+ <i>B. sp.</i> VL05	PAC+VK <sub>VL01-VL05</sub>

Các chủng vi khuẩn đồng tự được nhân nuôi sinh khối trước khi bố trí thí nghiệm 24 giờ và bổ sung theo tỉ lệ 1:1 trong các nghiệm thức có bổ sung

vi khuẩn. Tại thời điểm cuối của mỗi chu kỳ xử lý đều được lấy mẫu ngẫu nhiên để phân tích các chỉ tiêu (Bảng 3).

**Bảng 3: Các chỉ tiêu và phương pháp phân tích mẫu**

Chỉ tiêu phân tích (mg/l)	Phương pháp	So sánh kết quả
pH	Đo pH bằng máy đo pH meter	Cuối mỗi chu kỳ
BOD <sub>5</sub> ở 20°C	SMEWW 5210 D: 2012	QCVN 40:2011/BTNMT
Hàm lượng nitơ tổng (TN)	TCVN 6638: 2000	QCVN 40:2011/BTNMT
Hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	SMEWW 2540 D: 2012	QCVN 40:2011/BTNMT
Hàm lượng phốt pho tổng (TP)	SMEWW 4500 E: 2012	QCVN 40:2011/BTNMT
Hàm lượng amôni (N-NH <sub>4</sub> )	Phương pháp Kjeldahl	QCVN 40:2011/BTNMT
Hàm lượng PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (P-PO <sub>4</sub> )	Watanabe and Olsen	QCVN 40:2011/BTNMT
Hiệu suất đồng tự (%)	Kimchhayarasy <i>et al</i> , 2009	So sánh kết quả cuối mỗi chu kỳ với ban đầu

Thí nghiệm 2 được thực hiện tại trại chăn nuôi quy mô 80 lít: Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 4 nghiệm thức, quy mô 80 lít/đơn vị nghiệm thức, thực hiện trong thùng nhựa 100 lít (Bảng 4) được lặp lại 3 lần. Thí nghiệm được

tiến hành tại hộ Lê Hoàng Minh, ấp Đông Hưng 2, xã Đông Thành, huyện Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long (Hình 1B), mỗi nghiệm thức được tiến hành 3 chu kỳ giống như thí nghiệm 1.

Bảng 4: Bố trí thí nghiệm 2

Nghiệm thức	Sục khí	PAC (0,05%)	Cặp chủng vi khuẩn (500 µl/lít), mật số >10 <sup>9</sup> tế bào/ml	Ký hiệu
NT1	Có	Không	Không	ĐC
NT2	Có	Không	Tối ưu ở TN1	VK
NT3	Có	Không	Không	PAC
NT4	Có	Có	Tối ưu ở TN1	VK+PAC

Thí nghiệm 3 thực hiện tại trại chăn nuôi quy mô 800 lít. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên 2 nghiệm thức quy mô 800 lít/đơn vị nghiệm thức, thực hiện trong thùng nhựa 1000 lít (Bảng 5) được lặp lại 3 lần thực hiện 3 chu kỳ tương tự như thí nghiệm 1.

Bảng 5 : Bố trí thí nghiệm 3

Nghiệm thức	Sục khí	PAC (0,05%)	Cặp chủng vi khuẩn (500 µl/lít), mật số >10 <sup>9</sup> tế bào/ml	Ký hiệu
NT 1	Có	Không	Không	ĐC
NT 2	Có	Có	Tối ưu ở TN1	VK+PAC

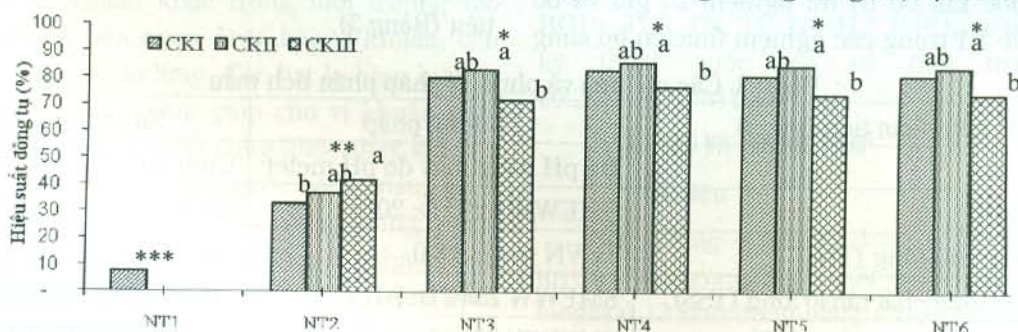
2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được thí nghiệm xử lý bằng phần mềm thống kê SPSS.16, so sánh sự khác biệt có ý nghĩa thống kê bằng phép thử DUNCAN và LSD ở độ tin cậy 99%, sử dụng Microsoft Excel để vẽ đồ thị.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiệu suất đồng tụ của các cặp chủng vi khuẩn trong xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas quy mô 08 lít thực hiện ở phòng thí nghiệm

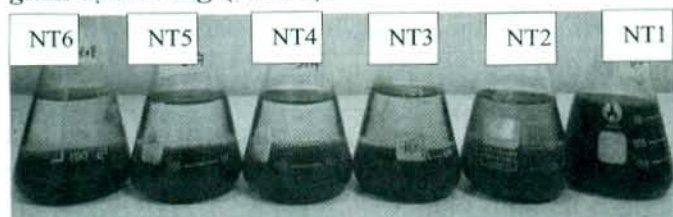
Hiệu suất đồng tụ trong 3 chu kỳ xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas ở các nghiệm thức 2, 3, 4, 5, 6 đều cao hơn nghiệm thức 1 (ĐC) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Trong đó NT2 (chỉ bổ sung 0,05% PAC) đạt 33%, còn NT3, NT4, NT5, NT6 có bổ sung PAC (0,05%) và cặp vi khuẩn đồng tụ đạt hiệu suất 80 - 83% và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với NT1 và NT2. Kết thúc chu kỳ 1, thời gian hoạt động của vi khuẩn trong môi trường là 24 giờ. Đến cuối chu kỳ 2 thì hiệu suất đồng tụ lại tiếp tục tăng lên đều ở 5 nghiệm thức, trong đó NT2 đạt được 37%, còn NT3, NT4, NT5, NT6 đạt hiệu suất 84 - 86%. Đến cuối chu kỳ 3 thì ở 4 nghiệm thức chủng vi khuẩn đồng tụ đều giảm xuống còn 74 - 77%, thấp hơn so với chu kỳ 1 và chu kỳ 2, trong khi ở NT2 vẫn tăng lên nhưng không đáng kể, đạt 42% (Hình 1).



Hình 1: Hiệu suất đồng tụ của vi khuẩn trong 3 chu kỳ xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas

Ghi chú: Trên mỗi nghiệm thức có cùng số lượng dấu (\*) là các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê mức 1%; Các chữ trên các cột của mỗi nghiệm thức khác nhau là khác biệt có ý nghĩa thống kê mức 1%; NT1: đối chứng, NT2: PAC, NT3: PAC+VK<sub>KG05+VL05</sub>, NT4: PAC+VK<sub>KG05+VL01</sub>, NT5: PAC+VK<sub>KG05+ST02</sub>, NT6: PAC+VK<sub>VL01+VL05</sub>

Kết quả ở hình 1 cho thấy, hiệu quả hoạt động tối ưu của vi khuẩn đông tụ trong xử lý nước thải chăn nuôi heo cho hiệu suất đông tụ cao nhất ở chu kỳ 2, có thời gian hoạt động của vi khuẩn 24 – 36 giờ. Điều đáng quan tâm là trong nước thải chăn nuôi heo, thành phần chất lơ lửng hữu cơ rất cao và khó lắng do đó việc bổ sung 0,05% PAC vào mỗi nghiệm thức (trừ nghiệm thức đối chứng) là rất cần thiết để bước đầu thực hiện trợ lắng được tốt hơn. Kết quả cho thấy vai trò của vi khuẩn đông tụ trong quá trình xử lý nước thải chăn nuôi heo rất rõ khi NT2 chỉ bổ sung 0,05% PAC thì sau 3 chu kỳ cho hiệu suất đông tụ 33 - 42%, trong khi các NT3, NT4, NT5, NT6 có bổ sung từng cặp chủng vi khuẩn đông tụ vào môi trường để tạo sự đông tụ cùng với 0,05% PAC thì hiệu suất đông tụ tăng lên rất cao, đạt 84 - 86% và khác biệt có nghĩa thống kê ở mức 1% so với nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức 2 (chỉ có PAC). Điều này cho thấy, vai trò của các cặp chủng vi khuẩn đông tụ trong xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas cho hiệu suất tương đương 50%. Trong 3 chu kỳ xử lý, tại chu kỳ 2 của NT4 cho hiệu suất đông tụ cao nhất (86%), nghiệm thức này được bổ sung cặp chủng vi khuẩn *B. cereus* KG05 + *B. megaterium* VL01, thời gian hoạt động của vi khuẩn đến cuối chu kỳ 2 là 31 giờ. Kết quả này phù hợp với kết quả kiểm tra sinh hóa khả năng tự đông tụ ở thí nghiệm trước cho thấy, pha log của vi khuẩn đông tụ ở thời gian 24 - 36 giờ (Hồ Thanh Tâm và Cao Ngọc Diệp, 2013). Khi so sánh hiệu quả hoạt động của từng cặp chủng vi khuẩn đông tụ ở từng nghiệm thức nhận thấy kết quả khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức 1% (Hình 2). Quá trình kết dính của các tế bào vi khuẩn qua các chu kỳ xử lý nước thải có thể thấy rằng khi vi khuẩn được bổ sung vào môi trường, các nghiệm thức được sục khí 6 giờ, vi khuẩn được phân phối đều trong môi trường giai đoạn này nguồn dinh dưỡng trong môi trường rất dồi dào, vi khuẩn thực hiện tăng sinh khối, khi để yên 18 giờ đây cũng là thời gian tăng sinh tối ưu của vi khuẩn đông tụ, lúc này các tế bào vi khuẩn sẽ kết dính nhau làm tăng hiệu suất đông tụ, kết quả nước được sáng màu và giảm cặn lơ lửng (Hình 2).



Hình 2: Hiệu suất đông tụ (%) của các nghiệm thức ở cuối chu kỳ 2 (sau 6 giờ lắng)

Đến chu kỳ 2, mặc dù được thay đổi 50% nước trong và thêm 50% lượng nước thải mới vào chu kỳ xử lý, nhưng kết quả ở cuối chu kỳ 2 vẫn ổn định và tăng hiệu suất đông tụ, bởi vì trong thời gian hoạt động ở chu kỳ 2 vẫn là thời gian tăng trưởng tối ưu của vi khuẩn đông tụ, hơn nữa việc bổ sung lượng nước thải mới vào, đây cũng là bổ sung thêm nguồn dinh dưỡng cho vi khuẩn đông tụ hoạt động đạt được mật số tối ưu nhất, từ đó làm tăng thêm sự kết dính của các tế bào vi khuẩn với nhau tạo được hiệu suất cao nhất (Hình 1). Đến cuối chu kỳ 3 (thời gian hoạt động của vi khuẩn >36 giờ) lúc này vi khuẩn đông tụ đã chuyển sang giai đoạn già và sự tăng trưởng của vi khuẩn lúc này bước sang giai đoạn yếu, thêm vào đó trong môi trường lúc này các sản phẩm thải của vi khuẩn ngày càng tăng, nguồn dinh dưỡng dần cạn kiệt, làm cho vi khuẩn giảm khả năng tăng sinh, mất dần cơ chế kết dính tế bào. Từ đó các cầu nối giữa bề mặt các tế bào dần dần bị vô hiệu, kết quả là hiệu suất đông tụ giảm đáng kể (Hình 1).

### 3.2. Ảnh hưởng của các cặp chủng vi khuẩn đông tụ trong xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas quy mô 08 lít thực hiện ở phòng thí nghiệm đến các chỉ tiêu pH, BOD<sub>5</sub>, TSS, TN, TP, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> trong môi trường

Kết quả ở hình 1 cho thấy hiệu suất đông tụ 80 - 86% của các nghiệm thức có chủng vi khuẩn đông tụ đã đem lại hiệu quả cao ở cuối chu kỳ 1 và chu kỳ 2, từ đó tạo tiền đề cho các chỉ tiêu BOD<sub>5</sub>, TN, TSS, TP, N-NH<sub>4</sub>, P-PO<sub>4</sub> trong các nghiệm thức này giảm đáng kể so với NT1, NT2 và so với QCVN40:2011/BTNMT (Bảng 4).

Kết quả ở bảng 4 cho thấy cuối chu kỳ 1 chỉ số BOD<sub>5</sub> ở các nghiệm thức có chủng cặp vi khuẩn đông tụ đã giảm từ 65 đến 144 lần so với nghiệm thức đối chứng và thấp hơn NT2 (chỉ bổ sung PAC) 27,5 - 61 lần, trong khi ở NT2 chỉ giảm 2,3 lần so với nghiệm thức đối chứng. Đặc biệt ở nghiệm thức 3 và nghiệm thức 6 hàm lượng BOD<sub>5</sub> đã đạt tiêu chuẩn loại A của quy chuẩn QCVN40:2011/BTNMT về nước thải công nghiệp, còn nghiệm thức 4 và nghiệm thức 5 thì gần đạt được tiêu chuẩn loại B, trong khi ở NT2 thì hàm lượng BOD<sub>5</sub> còn cao hơn tiêu chuẩn loại B 33 lần (Bảng 4). Như vậy sự hiện diện của cặp chủng vi khuẩn đông tụ trong chu kỳ xử lý nước thải chăn nuôi heo đã đem lại hiệu quả đáng kể. Đặc biệt, cuối chu kỳ 1 cặp chủng vi khuẩn *B. cereus* KG05 + *B. megaterium* VL01 cùng với sự trợ lắng 0,05% PAC

đã làm giảm 98,8% hàm lượng BOD<sub>5</sub> trong nước thải và đạt loại A theo QCVN40:2011/BTNMT, nếu tính riêng hiệu quả của vi khuẩn đông tụ mang lại là 44,7%. Hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng (TSS) ở cuối chu kỳ 1 ở NT3, NT4, NT5, NT6 giảm 21,6 – 40,5 lần so với nghiệm thức đối chứng và thấp hơn 12 – 22,9 lần so với NT2; chỉ số TSS của NT2 chỉ giảm được 1,8 lần so với nghiệm thức đối chứng, đến chu kỳ 2 hàm lượng TSS của NT3, NT4, NT5, NT6 giảm 27 – 36 lần so với nghiệm thức đối chứng, thấp hơn NT2 4,2 - 5,6 lần. Điều đáng quan tâm là ở tất cả 4 nghiệm

thức (3, 4, 5, 6) ở cuối chu kỳ 1 và chu kỳ 2 hàm lượng TSS đều đạt tiêu chuẩn loại A của quy chuẩn QCVN40:2011/BTNMT về nước thải công nghiệp, trong khi đó hàm lượng TSS ở NT2 lại cao hơn tiêu chuẩn loại B 5,5 lần. Như vậy khả năng hoạt động của vi khuẩn đông tụ trong xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas có bổ sung 0,05% PAC đã giảm 97,5% hàm lượng TSS, trong đó hiệu quả do vi khuẩn đông tụ đem lại là 54,1% hàm lượng TSS trong quá trình xử lý nước thải.

**Bảng 4: Chất lượng nước thải chăn nuôi heo sau biogas, sau 3 chu kỳ xử lý quy mô 08 lít**

Sau xử lý	Tên mẫu	pH	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	TN (mg/l)	TSS (mg/l)	TP (mg/l)	N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	P-PO <sub>4</sub> (mg/l)
	QCVN40:2011/BTNMT mức A	6-9	30	20	50	4	5	-
	QCVN40:2011/BTNMT mức B	5,5-9	50	40	100	6	10	-
Chu kỳ 1	ĐC	8,2	3.900	532	973	29,27	1.140	13,9
	PAC (0,05%)	7,6	1.650	308	550	9,56	1.000	4,7
	PAC+VK <sub>KG05+VL05</sub>	7,6	60	199	43	5,02	530	1,0
	PAC+VK <sub>KG05+VL01</sub>	7,5	27	179	24	2,15	490	0,7
	PAC+VK <sub>KG05+ST02</sub>	7,5	58	185	45	9,66	490	1,1
	PAC+VK <sub>VL01+VL05</sub>	7,5	29	179	32	1,91	510	1,1
Chu kỳ 2	PAC (0,05%)	7,8	245	304	150	11,0	780	5,9
	PAC+VK <sub>KG05+VL05</sub>	7,8	84	147	36	3,68	380	0,7
	PAC+VK <sub>KG05+VL01</sub>	7,9	66	170	31	4,16	300	0,9
	PAC+VK <sub>KG05+ST02</sub>	7,9	76	135	27	4,23	310	0,4
	PAC+VK <sub>VL01+VL05</sub>	7,8	70	168	27	4,09	290	0,7
Chu kỳ 3	PAC (0,05%)	7,8	215	191	241	5,86	770	10,1
	PAC+VK <sub>KG05+VL05</sub>	7,7	190	163	202	3,71	410	5,4
	PAC+VK <sub>KG05+VL01</sub>	7,7	140	201	52,5	4,21	440	5,1
	PAC+VK <sub>KG05+ST02</sub>	7,8	170	187	155	4,73	400	4,7
	PAC+VK <sub>VL01+VL05</sub>	7,8	165	173	262	4,14	440	5,6

Trong nước thải chăn nuôi heo sau biogas giá trị pH ban đầu là 8,2 (NT1), khi môi trường được bổ sung 0,05% PAC thì giá trị pH có giảm xuống chỉ còn 7,6-7,8 (NT2), giá trị pH này rất phù hợp cho quá trình hoạt động tối ưu của vi khuẩn đông tụ (Hồ

Thanh Tâm và Cao Ngọc Diệp, 2014). Kết quả nghiên cứu cho thấy ở thời điểm cuối mỗi chu kỳ xử lý của nghiệm thức NT3, NT4, NT5, NT6 chỉ số pH dao động 7,5 – 7,9 (Bảng 4), đạt tiêu chí loại A của Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường

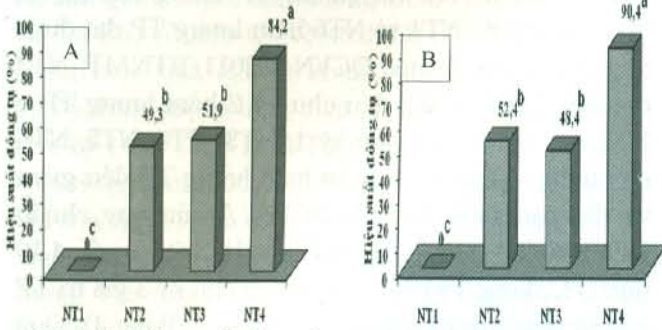
(QCVN40:2011/BTNMT). Vì vậy, có thể khẳng định rằng pH của môi trường có tác động rất lớn đến sự thích nghi và khả năng hoạt động của các chủng vi khuẩn đông tụ. Bởi vì pH có ảnh hưởng lớn đến việc cân bằng ion trong môi trường, là một trong những yếu tố quyết định đến hiệu quả kết dính của các tế bào vi khuẩn trong quá trình gom tụ các vật chất lơ lửng, từ đó có được hiệu suất đông tụ cao nhất. Ngoài ra, pH trong môi trường còn có ảnh hưởng đến điện tích trên bề mặt các protein ở màng ngoài của tế bào vi khuẩn, qua đó tác động đến sự kết dính giữa các tế bào vi khuẩn, làm thay đổi hiệu suất đông tụ, vì một trong các cơ chế tạo sự đông tụ đã được chứng minh là dựa vào liên kết giữa protein lectin của tế bào này với oligosacarit của tế bào kia (Malik *et al.*, 2003). Theo Ryan và Russell (2013) sự chênh lệch điện tích do pH sẽ làm ảnh hưởng đến sự tương tác định hướng của protein và oligosacarit không còn đặc hiệu.

Theo Nguyễn Thị Thu Hà (2008) hàm lượng chất hữu cơ trong nước thải chăn nuôi heo rất cao, do trong thức ăn dư thừa, phân, nước tiểu cùng các sản phẩm trao đổi chất khác của heo thải ra chưa được phân hủy. Chất thải hữu cơ này tồn tại ở dạng nitơ tổng (TN), amôni ( $N-NH_4^+$ ), nitrit ( $NO_2^-$ ), nitrat ( $NO_3^-$ ), trong nghiên cứu này chỉ phân tích hàm lượng TN và  $N-NH_4^+$  trong nước thải cuối mỗi chu kỳ xử lý. Kết quả từ bảng 4 cho thấy hàm lượng TN của mỗi nghiệm thức (trừ ĐC) đều giảm so với nghiệm thức đối chứng, nhưng so với QCVN40:2011/BTNMT thì chưa có nghiệm thức nào đạt được tiêu chuẩn loại B. Tuy nhiên, ở thời điểm cuối chu kỳ 1 và chu kỳ 2 hàm lượng nitơ tổng ở NT3, NT4, NT5, NT6 đều giảm hơn so với NT1 và NT2, khác biệt có ý nghĩa thống kê mức 1%. Hiệu quả nhất ở cuối chu kỳ 2 hàm lượng TN của NT3, NT4, NT5, NT6 giảm 68–74,6% so với NT1 và thấp hơn NT2 - 1,8–2,3 lần. Hàm lượng amôni của 4 nghiệm thức có chủng vi khuẩn ở cả 3 chu kỳ đều giảm 56,9–76,4% so với nghiệm thức đối chứng và thấp hơn NT2 lần lượt 1,9 – 2 lần ở chu kỳ 1, 2–2,7 lần ở chu kỳ 2 và 1,7–1,9 lần ở chu kỳ 3. Tuy nhiên cả 3 chu kỳ xử lý hàm lượng amôni trong 4 nghiệm thức có chủng vi khuẩn đông tụ đều không đạt được QCVN40:2011/BTNMT, ở NT2 hàm lượng amôni trong 3 chu kỳ xử lý chỉ giảm được 37,3% so với nghiệm thức đối chứng. Hàm lượng tổng P (TP) trong nước thải chăn nuôi heo sau biogas ở nghiên cứu này là 29,27 mg/l. Sau chu kỳ xử lý thứ nhất, NT3, NT4, NT6 giảm 82,8–93,5% và thấp hơn NT2

1,9–4,7 lần, ở NT5 thì giá trị TP tương đương với NT2. Trong đó NT4 và NT6 hàm lượng TP đạt được quy chuẩn loại A theo QCVN40:2011/BTNMT, NT3 đạt loại B, tuy nhiên đến chu kỳ 2 hàm lượng TP ở NT2 cao hơn so với chu kỳ 1, NT3, NT4, NT5, NT6 có chủng vi khuẩn đông tụ hàm lượng TP đều giảm và đạt cận mức tiêu chuẩn loại A của quy chuẩn QCVN40:2011/BTNMT lần lượt là 3,68 mg/l, 4,16 mg/l, 4,23 mg/l và 4,09 mg/l, đến chu kỳ 3 giá trị TP không thay đổi nhiều so với chu kỳ 2 (Bảng 4). Qua ba chu kỳ xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas hàm lượng TP ở bốn nghiệm thức có chủng vi khuẩn đông tụ đều cho giá trị thấp hơn so với NT2 và NT1, khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Đối với hàm lượng  $P-PO_4$  cuối chu kỳ 1 và chu kỳ 2 đều giảm, trong đó ở chu kỳ 2 hàm lượng  $P-PO_4$  giảm rất nhiều. Ở các nghiệm thức có bổ sung cấy vi khuẩn đông tụ giảm 93,5 – 97,7% so với nghiệm thức đối chứng và thấp hơn NT2 6,6 – 14,8 lần. Đến chu kỳ 3 thì hàm lượng  $P-PO_4$  ở tất cả nghiệm thức đều tăng. Vậy, vi khuẩn đông tụ trong xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas không những làm giảm đáng kể hàm lượng  $BOD_5$ , TSS, mà còn có khả năng xử lý phần lớn đạm và lân trong nước thải (>70%). Qua đó nước thải sau chu kỳ xử lý các chỉ tiêu  $BOD_5$ , TSS, TP,  $P-PO_4$ ,  $N-NH_4$  đều đạt tiêu chuẩn loại A hoặc loại B của QCVN40:2011/BTNMT, hiệu quả nhất ở cuối chu kỳ 2, tổng thời gian vận hành của 2 chu kỳ là 31 giờ đã xử lý được lượng nước thải bằng với tổng thể tích của một chu kỳ xử lý. Hàm lượng nitơ tổng ở cuối chu kỳ 1 và chu kỳ 2 vẫn giảm nhưng không đạt được tiêu chuẩn cho phép của QCVN40:2011/BTNMT. Kết quả trên cho thấy vi khuẩn đông tụ có thể xem là công nghệ vi sinh tiên xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas, cấy chủng vi khuẩn *Bacillus cereus* KG05 + *Bacillus megaterium* VL01 được chọn để thực hiện các thí nghiệm tiếp theo với quy mô 80 và 800 lít nước thải ở trại chăn nuôi heo.

**3.3. Hiệu suất đông tụ của cặp chủng vi khuẩn *Bacillus cereus* KG05 + *Bacillus megaterium* VL01 trong xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas quy mô 80 và 800 lít, thực hiện ở trại chăn nuôi heo**

Tương tự như thí nghiệm trên, cặp vi khuẩn *Bacillus cereus* KG05 + *Bacillus megaterium* VL01 được chọn để ứng dụng vào xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas với quy mô 80 lít tại trại chăn nuôi. Kết quả cho thấy hiệu suất đông tụ được ghi nhận ở hình 3A và 3B.



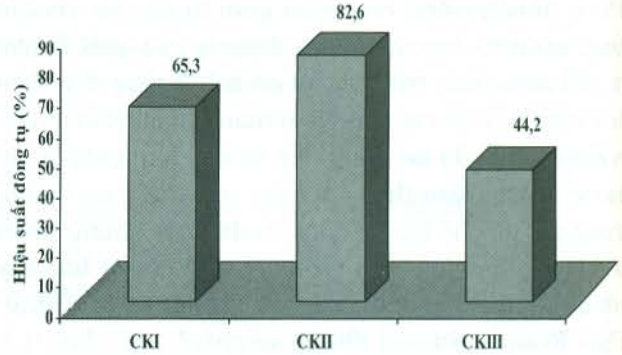
Hình 3. Hiệu suất đông tụ qua 2 chu kỳ xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas quy mô 80 lít - (A) chu kỳ 1; (B) chu kỳ 2

(Ghi chú: NT1: đối chứng; NT2: 500 µl/l cặp chủng KG.05+VL.01; NT3:PAC 0,05 %; NT4: kết hợp PAC 0,05 % và 500 µl/l cặp chủng KG.05+VL.01)

Hình 3 cho thấy ở cuối chu kỳ 1 và chu kỳ 2 hiệu suất đông tụ của nghiệm thức chỉ bổ sung cặp vi khuẩn *Bacillus cereus* KG05 + *Bacillus megaterium* VL01 (NT2) và nghiệm thức bổ sung PAC 0,05% (NT3) đạt 49,3 - 52,4%, khác biệt không có ý nghĩa thống kê, trong khi đó hiệu suất đông tụ của NT4 có phối hợp giữa cặp vi khuẩn đông tụ cùng với 0,05% PAC thì cho hiệu suất đông tụ luôn cao hơn các nghiệm thức còn lại và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức 1%. Vào cuối chu kỳ 1 NT2 đạt hiệu suất 49,3% và NT3 đạt 51,9%, còn NT4 đạt 84,2% (Hình 3A).

Khi kết thúc chu kỳ 1, hiệu suất đông tụ của nghiệm thức chỉ bổ sung vi khuẩn thấp hơn không đáng kể so với nghiệm thức chỉ bổ sung PAC. Đến cuối chu kỳ 2 thì hiệu suất ở các nghiệm thức có bổ sung vi khuẩn tăng lên, NT4 đạt 90,4%, ở NT2 đạt 52,4% cao hơn so với nghiệm thức 3 chỉ bổ sung PAC (48,4%), tuy nhiên NT2 và NT3 khác biệt không có ý nghĩa thống kê mức 1%. Ở cuối chu kỳ 3 ở cả 2 nghiệm thức bổ sung cặp chủng vi khuẩn đông tụ đồng loạt giảm, điều này cũng tương tự như ở thí nghiệm 1 (trong phòng thí nghiệm), tuy nhiên, hiệu suất cao nhất trong chu kỳ 3 vẫn ở nghiệm thức 4 (75,8%). Từ kết quả này có thể nhận định rằng hiệu quả hoạt động của cặp vi khuẩn đông tụ *Bacillus cereus* KG05 + *Bacillus megaterium* VL01 tương đương 50%, nếu như trong môi trường được bổ sung một lượng nhỏ (0,05%) chất trợ lắng thì hiệu suất sẽ tăng lên đáng kể (90,4%) và góp phần giải quyết lượng lớn chất ô nhiễm trong nước thải. Từ kết quả trên tiến hành thí nghiệm 3 ứng dụng cặp vi khuẩn đông tụ vào xử lý nước thải chăn nuôi heo với quy mô lớn

hơn (800 lít). Kết quả cho thấy hiệu suất đông tụ của NT2 (có bổ sung vi khuẩn) cao nhất vẫn ở chu kỳ 2 (82,6%), khác biệt có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng, thời gian hoạt động là 31 giờ, đến chu kỳ 3 hiệu suất bắt đầu giảm xuống chỉ còn 44,2% (Hình 4).



Hình 4. Hiệu suất đông tụ cặp chủng vi khuẩn *Bacillus cereus* KG05 + *Bacillus megaterium* VL01 qua 3 chu kỳ xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas quy mô 800 lít

Hình 4 cho thấy hiệu suất đông tụ ở thí nghiệm này diễn ra giống như thí nghiệm 1 và thí nghiệm 2, thời gian hoạt động tối ưu để cho hiệu suất đông tụ cao nhất 24 - 36 giờ, vì đây là thời gian tối ưu để vi khuẩn đông tụ tăng trưởng đạt mật số cao nhất, từ đó sự kết dính các tế bào vi khuẩn trở nên thuận lợi hơn nên hiệu suất đông tụ cũng tăng lên, đến khi thời gian tăng trưởng tối ưu vượt ngưỡng tăng trưởng của vi khuẩn này thì sự kết dính tế bào vi khuẩn dần mất hoạt tính do môi trường ngày càng cạn kiệt dinh dưỡng, chất độc tố do vi khuẩn thải ra càng tăng, tế bào vi khuẩn già dần và chết đi, từ đó làm cho cơ chế đông tụ bị ảnh hưởng, hiệu suất đông tụ giảm sút đáng kể (chỉ còn 44,2% ở chu kỳ 3). Tuy nhiên, nếu so sánh kết quả thì hiệu suất đông tụ ở thí nghiệm quy mô 800 lít có thấp hơn thí nghiệm quy mô 08 lít và 80 lít là do nguồn nước thải đầu vào và quy mô thí nghiệm của 3 thí nghiệm không đồng nhất. Nhưng hiệu suất đông tụ trung bình qua 3 chu kỳ của thí nghiệm quy mô 800 lít vẫn đạt hơn 64%.

### 3.4. Ảnh hưởng của cặp chủng vi khuẩn *Bacillus cereus* KG05 + *Bacillus megaterium* VL01 đến các chỉ tiêu pH, BOD<sub>5</sub>, TSS, TN, TP, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> trong môi trường

Kết quả phân tích các chỉ tiêu BOD<sub>5</sub>, TSS, TN, TP, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> và pH các nghiệm thức của thí nghiệm sau 3 chu kỳ được thể hiện ở bảng 5.

Kết quả ở bảng 5 cho thấy giá trị pH của nghiệm thức bổ sung vi khuẩn và nghiệm thức bổ sung PAC thấp hơn nghiệm thức đối chứng ở 3 chu kỳ, tuy nhiên chỉ có chu kỳ 1 là khác biệt có ý nghĩa ở mức 1%. Các giá trị này đều đạt tiêu chuẩn loại A theo QCVN 40:2011/BTNMT. Các chỉ tiêu BOD<sub>5</sub>, TSS, TN, TP, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ở chu kỳ 1 đều giảm so với đối chứng. Sang chu kỳ 2 của quá trình xử lý, ngoài giá trị PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> và NH<sub>4</sub><sup>+</sup> tăng nhẹ thì các giá trị khác vẫn tiếp tục giảm. Đặc biệt là chỉ số TSS chỉ còn 32,5 mg/l và TP còn 5,05 mg/l đạt tiêu chuẩn A và B. Nguyên

nhân là do chu kỳ 2 đạt được hiệu suất đồng tụ cao nhất nên các chỉ số trên được cải thiện nhiều. Sang chu kỳ 3 hầu hết các giá trị đều tăng lên. Kết quả trên cho thấy hiệu quả hoạt động của cặp chủng vi khuẩn *Bacillus cereus* KG05 + *Bacillus megaterium* VL01 trong xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas quy mô 80 lít ở cuối chu kỳ 2 đã làm giảm 73,26% hàm lượng TN, 62,6% hàm lượng amôni, 87,1% hàm lượng orthophốt phát, 71% hàm lượng BOD<sub>5</sub>, 84,2% hàm lượng TSS. Trong đó hàm lượng TSS đạt quy chuẩn loại A và TP đạt quy chuẩn loại B.

Bảng 5: Chất lượng nước thải chăn nuôi heo sau biogas sau 3 chu kỳ xử lý quy mô 80 lít

	Tên mẫu	pH	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	TN (mg/l)	TSS (mg/l)	TP (mg/l)	N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	P-PO <sub>4</sub> (mg/l)
Sau xử lý	<i>QCVN40:2011/BTNMT mức A</i>	6,9	30	20	50	4	5	-
	<i>QCVN40:2011/BTNMT mức B</i>	5,5-9	50	40	100	6	10	-
Chu kỳ 1	ĐC	7,7	490	490	206	12,24	1.191	8,44
	VK <sub>KG05+VL01</sub>	7,6	340	313	190	10,26	434	5,84
	PAC (0,05%)	7,6	480	504	190	13,18	908	6,71
	PAC+VK <sub>KG05+VL01</sub>	7,3	230	280	135	9,28	445	1,75
Chu kỳ 2	VK <sub>KG05+VL01</sub>	7,7	340	145	311	6,07	636	5,03
	PAC (0,05%)	7,6	280	444	410	12,77	1.288	6,28
	PAC+VK <sub>KG05+VL01</sub>	7,5	142	131	32,5	5,05	586	3,22
Chu kỳ 3	VK <sub>KG05+VL01</sub>	7,6	260	355	258	9,54	408	6,50
	PAC (0,05%)	7,5	360	453	398	12,94	776	6,80
	PAC+VK <sub>KG05+VL01</sub>	7,5	280	201	207	6,22	346	5,70

Bảng 6: Chất lượng nước thải chăn nuôi heo sau biogas sau 3 chu kỳ xử lý quy mô 800 lít

Tên mẫu	pH	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	TN (mg/l)	TSS (mg/l)	TP (mg/l)	N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	P-PO <sub>4</sub> (mg/l)
<i>QCVN40:2011/BTNMT mức A</i>	6,9	30	20	50	4	5	-
<i>QCVN40:2011/BTNMT mức B</i>	5,5-9	50	40	100	6	10	-
ĐC	7,50	720	705	394	25,9	1.277	16,2
PAC+VK <sub>KG05+VL01</sub> (CKI)	7,10	410	467	265	12,9	677	7,4
PAC+VK <sub>KG05+VL01</sub> (CKII)	7,25	168	107	30	3,5	850	7,4
PAC+VK <sub>KG05+VL01</sub> (CKIII)	7,29	180	327	197	8,7	908	8,0



Kết quả ở bảng 6 cho thấy giá trị pH ở nghiệm thức bổ sung vi khuẩn + PAC qua 3 chu kỳ xử lý đều giảm hơn so với đối chứng, trong đó chỉ có giá trị pH ở chu kỳ 1 thì khác biệt có ý nghĩa thống kê mức 1%, tuy nhiên cả 3 chu kỳ giá trị pH đều đạt quy chuẩn loại A. Các chỉ tiêu BOD<sub>5</sub>, TN, TSS, TP, N-NH<sub>4</sub>, P-PO<sub>4</sub> đều giảm lần lượt là 76,6%, 84,8%, 92,4%, 86,5%, 33,4%, 54,3% ở chu kỳ 2 so với đối chứng. Trong đó hàm lượng TSS và TP đạt được quy chuẩn loại A. Tất cả các chỉ tiêu đều bắt đầu giảm ở chu kỳ 1, đến chu kỳ 2 thì giảm nhiều hơn vì đây là thời gian hoạt động tối ưu của vi khuẩn đông tụ, tuy nhiên chỉ tiêu amôni thì ở chu kỳ 1 giảm được 46,9% đến chu kỳ 2 lại tăng lên chỉ còn giảm 33,4%, điều này có thể giải thích rằng khi hàm lượng tổng đạm (TN) trong nước thải giảm xuống thì lượng đạm tổng này được phân giải thành dạng nitrat, nitrit hoặc dạng amôni, do đó ở chu kỳ 2 TN giảm, N-NH<sub>4</sub> tăng là phù hợp. Từ kết quả trên có thể nhận định rằng vi khuẩn đông tụ trong xử lý nước thải sẽ làm giảm hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng (TSS) và tổng lượng lân (TP) trong nước thải đến mức cho phép của QCVN 40:2011/BTNMT, còn các chỉ tiêu khác thì vi khuẩn đông tụ có vai trò góp phần làm giảm hơn 50% hàm lượng chất nhiễm bẩn trong môi trường nước thải chăn nuôi heo sau biogas. Như vậy cần bổ sung vi khuẩn đông tụ cho chu kỳ thứ 3 để đạt hiệu quả hơn.

#### 4. KẾT LUẬN

Ứng dụng bốn chủng vi khuẩn đông tụ vào xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas, quy mô trong phòng thí nghiệm và cấp chủng *Bacillus cereus* KG05, *Bacillus megaterium* VL01 được chọn để ứng dụng xử lý nước thải ở trại chăn nuôi, hiệu suất đông tụ đạt rất cao (82,6–90,4%), chỉ số pH, BOD<sub>5</sub>, TSS, cũng như hàm lượng TP, N-NH<sub>4</sub>, P-PO<sub>4</sub> đạt loại A hoặc loại B của QCVN40:2011/BTNMT ở chu kỳ thứ 2. Đặc biệt hàm lượng TSS ở các nghiệm thức có chủng vi khuẩn đông tụ đều đạt loại A của QCVN40:2011/BTNMT. Hàm lượng TN cũng giảm 68 - 74,6% so với nghiệm thức đối chứng và thấp hơn nghiệm thức chỉ sử dụng PAC (0,05%) 1,8 - 2,3 lần. Với kết quả này, việc ứng dụng cấp chủng vi khuẩn đông tụ (chủng *Bacillus cereus* KG05, *Bacillus megaterium* VL01) vào xử lý nước thải chăn nuôi heo sau biogas được xem là một công nghệ sinh học tiên xử lý nước thải, hứa hẹn có những đóng góp thiết thực trong việc cải thiện hiệu quả chất lượng nước

thải chăn nuôi heo sau biogas ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cao Ngọc Diệp, Nguyễn Tân Bình và Nguyễn Thị Xuân Mỹ, 2012. Ứng dụng chế phẩm sinh học xử lý nước - bùn đáy ao cá tra nuôi công nghiệp. *Tạp chí Khoa học-Đại học Cần Thơ*, 23a 1-10.
2. Hồ Thanh Tâm và Cao Ngọc Diệp, 2013. Vi khuẩn đông tụ (aggregation) trong nước thải trại chăn nuôi heo ở đồng bằng sông Cửu Long. *Hội nghị khoa học công nghệ sinh học toàn quốc 2013*, quyển 2, trang 518-522.
3. Hồ Thanh Tâm và Cao Ngọc Diệp, 2014. Yếu tố môi trường ảnh hưởng đến hiệu suất đông tụ của vi khuẩn trong nước thải trại chăn nuôi heo sau biogas ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học - Đại học Cần Thơ*, số 31, kỳ tháng 7 năm 2014 (đã thẩm định xong, chờ biên tập).
4. Kimchhayarasy, P., K. Kakii and T. Nikata, 2009. Intergeneric coaggregation of non-flocculating *Acinetobacter* spp. isolates with other sludge-constituting bacteria. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 107 (4): 394-400.
5. Kinder, S. A. and S. C. Holt, 1993. Localization of the *Fusobacterium nucleatum* T18 adhesin activity mediating coaggregation with *Porphyromonas gingivalis* T22. *J. Bacteriol.* 175, 840-850.
6. Lu W.-Y. Zhang T., Zhang D.-Y., Li C.-H., Wang J.-P., Du L. X., 2005. A novel bioflocculant produced by *Enterobacter aerogenes* and its use in defecating the trona suspension. *Biochemical Engineering J.* 27: 1-7.
7. Malik, A., M. Sakamoto, S. Hanazaki, M. Osawa, T. Suzuki, M. Tochigi, and K. Kakii, 2003. Coaggregation among nonflocculating bacteria isolated from activated sludge. *Appl. Environ. Microbiol.* 69, 6056-6063.
8. Malik, A., P. Kimchhayarasy, and K. Kakii, 2005. Effect of Surfactants on Stability of *Acinetobacter Johnsonii* S35 and *Oligotropha Carboxidovorans* S23 Coaggregates. *Fems Microbiology Ecology*. 51 (3): 313-321.
9. Nguyễn Thị Thu Hà, 2008. *Xử lý nước thải chăn nuôi heo*. Luận văn thạc sĩ. Trường Đại học Bách khoa TP Hồ Chí Minh.

10. Ryan J. P. and Russell T. H., 2013. Rapid aggregation of biofuel-producing algae by the bacterium *Bacillus* sp. Strain RP1137. *Appl. Environ. Microbiol.* 79 (19): 6093-6101.

**APPLICATION OF AGGREGATION BACTERIA IN PIGGERY WASTEWATER AFTER BIOGAS SYSTEM IN THE MEKONG DELTA IN THE LABORATORY AND PIG FARM**

Ho Thanh Tam, Tran Hoai Phong, Cao Ngoc Diep

**Summary**

Application of 4 strains aggregation bacteria (*Bacillus cereus* KG05, *Bacillus megaterium* VL01, *Bacillus.sp* VL05, *Bacillus aryabhattai* ST02) in treatment process of piggery wastewater after biogas system at the 8 liter scale (in the laboratory), the results showed that aggregation efficiency was 84-86%, and TSS and BOD<sub>5</sub> reduced 40.5 times and 144.4 times compared with controls, respectively; while total phosphorus concentrations (TP) <2 mg/l, concentration of ammonium (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)<3 mg/l, orthophosphate levels (P-PO<sub>4</sub>)<0.5 mg/l, and research criteria reached to standard A or B of QCVN40:2011/BTNMT after 2 treatment cycles (31 hours). Pair of *Bacillus cereus* KG05 and *Bacillus megaterium* VL01 was selected to apply in piggery wastewater after biogas treatment in the containers: 80 and 800-liter at the pig farm. The results showed that the highest aggregation efficiency was in the second cycle with 90.4% (container 80-liter) and 82.6% (container 800-liter), and pH, TSS, and TP reached to standard A or B of QCVN40:2011/BTNMT; while concentration of BOD<sub>5</sub>, TN, N-NH<sub>4</sub>, P-PO<sub>4</sub> decreased over 50% compared to the control.

**Keywords:** *Aggregation, aggregation bacteria, biochemical oxygen demand, orthophosphate, piggery wastewater, total suspended solids.*

**Người phản biện:** PGS.TS. Cù Hữu Phú

**Ngày nhận bài:** 30/5/2014

**Ngày thông qua phản biện:** 30/6/2014

**Ngày duyệt đăng:** 7/7/2014