



ỨNG DỤNG VI KHUẨN CHUYỂN HÓA NITƠ *Pseudomonas stutzeri* VÀ VI KHUẨN TÍCH LŨY POLYPHOSPHATE *Bacillus subtilis* ĐỂ LOẠI BỎ ĐẠM, LÂN TRONG QUY TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI LÒ GIẾT MỔ GIA CẦM

Cao Ngọc Diệp¹, Trần Thị Thưa² và Hà Thanh Toàn¹

¹ Viện Nghiên cứu & Phát triển Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 10/06/2014

Ngày chấp nhận: 27/04/2015

Title:

Application of heterotrophic nitrogen removal

Pseudomonas stutzeri and polyphosphate-accumulating *Bacillus subtilis* for N and P removal in poultry slaughterhouse wastewater treatment process

Từ khóa:

Ammonium, glucose, nước thải lò giết mổ gia cầm, orthophosphate, vi khuẩn tích lũy polyphosphate *Bacillus subtilis*, vi khuẩn chuyển hóa nitơ *Pseudomonas stutzeri*

Keywords:

Ammonium, glucose, nitrogen removal *Pseudomonas stutzeri*, orthophosphate, polyphosphate-accumulating *Bacillus subtilis*, poultry slaughterhouse wastewater

ABSTRACT

The wastewater discharged by poultry slaughterhouse industries is characterized mainly by complex mixture of fats, proteins, carbohydrates from meat, blood, and feather, resulting in much higher biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) and total suspended solids (TSS). In this study, using nitrogen removal *Pseudomonas stutzeri* strain D3b and polyphosphate-accumulating *Bacillus subtilis* strain DTT001L to remove nitrogen and phosphorus, especially ammonium (NH_4^+) and dissolved phosphate (orthophosphate- PO_4^{3-}) in the treatment of poultry slaughterhouse wastewater was performed. The results showed that the bacterial population varied from 6.68-7.14 $\log_{10}\text{cfu/mL}$ in aerobic conditions in 10-liter containers when wastewater was supplemented with glucose (2.5g/L) and biological fixed contact material (MFCM), subsequently the removal efficiency of NH_4^+ was from 98.9% to 100% and PO_4^{3-} was 90.6%-100%, pH value of wastewater from 7 to 9 after 1 day but the values of COD, TSS, TN were higher than the standard of QCVN40:2011/BTNMT. Application of this model in two experiments with higher volume (100-L containers), the results showed that concentrations of NH_4^+ , PO_4^{3-} , TN, TP, COD, TSS, N-NO_2^- , N-NO_3^- in poultry slaughterhouse wastewater met the requirements of the Vietnamese standard (A level of QCVN40: 2011/BTNMT) after 24 hours in experimental 100-L container model.

TÓM TẮT

Các chất ô nhiễm đặc trưng của nước thải lò giết mổ gia cầm công nghiệp là phức hợp các chất béo, protein, carbohydrate từ thịt, máu, da và lông, kết quả làm cho nhu cầu oxy sinh học (BOD), nhu cầu oxy hóa học (COD), tổng chất rắn (TSS) trong nước thải rất cao. Vi khuẩn chuyển hóa nitơ *Pseudomonas stutzeri* dòng D3b và vi khuẩn tích lũy polyphosphate *Bacillus subtilis* dòng DTT.001L có khả năng loại bỏ nitơ và chuyển hoá phospho, đặc biệt là hàm lượng ammonium (NH_4^+) và lân hoà tan (orthophosphate- PO_4^{3-}) trong qui trình xử lý nước thải từ lò giết mổ gia cầm. Kết quả ghi nhận ở mô hình phòng thí nghiệm (thể tích 10-lít), bổ sung glucose (2,5 g/L), kết hợp với giá bám và sục khí, mật số vi khuẩn dao động trong khoảng 6,68-7,14 $\log_{10}\text{ cfu/mL}$, hiệu suất loại bỏ NH_4^+ từ 98,9%-100% và hiệu suất xử lý PO_4^{3-} từ 90,6%-100%, pH trung bình 7-9 sau 1 ngày xử lý nhưng hàm lượng COD, TSS, TN còn cao, vượt ngưỡng cho phép của QCVN40:2011/BTNMT. Ứng dụng vào mô hình có thể tích lớn hơn (100-lít); kết quả đạt được là: hàm lượng NH_4^+ , PO_4^{3-} , TN, TP, COD, TSS, N-NO_2^- , N-NO_3^- trong nước thải lò mổ gia cầm đạt loại A theo QCVN40:2011/BTNMT sau 24 giờ ở mô hình 100-L.

1 MỞ ĐẦU

Nước thải ra từ cơ sở giết mổ gia cầm có chứa chủ yếu là các chất dinh dưỡng và các chất hữu cơ (chất béo, protein, cellulose...), các chất rắn lơ lửng, các chất keo tụ. Trong đó, hợp chất của nitơ, photpho được gọi là thành phần dinh dưỡng và là đối tượng gây ô nhiễm nghiêm trọng đến nguồn nước được thải ra thông qua các quá trình sản xuất trong lĩnh vực nông nghiệp, công nghiệp. Khi xả thải nước có chứa hàm lượng nitơ, photpho vượt mức cho phép vào nguồn tiếp nhận thường xảy ra các hiện tượng phú dưỡng hóa (*eutrophication*). Đó là nguyên nhân góp phần làm cho hệ sinh thái bị phá hủy, sự biến mất các vùng ngập nước, hệ sinh thái nước, chất lượng nước bị xấu đi rất nhanh ảnh hưởng các thủy vực nuôi trồng thủy sản, bệnh tật, nhất là những cơ sở giết mổ như cơ sở giết mổ gia cầm ở tỉnh Tiền Giang hàng đêm xả thải ra số lượng thải với nhiều độc chất. Dựa vào thành phần và tính chất của nước thải lò giết mổ gia cầm và để mang lại hiệu quả cao trong xử lý thì cần ứng dụng dây chuyền công nghệ kết hợp các quá trình cơ học, hóa-lý và sinh học. Trong đó, xử lý sinh học là giai đoạn chính để loại các chất ô nhiễm hữu cơ và các chất dinh dưỡng chứa nitơ và phospho. Hiện nay, các dòng vi sinh vật đã được phân lập và

tuyển chọn như vi khuẩn *Pseudomonas stutzeri* dòng D3b và *Bacillus subtilis* dòng DTT.001L đã thể hiện tính ưu việt trong quá trình loại bỏ đạm, chuyển hoá lân hòa tan đối với nhiều loại nước thải như nước thải trại chăn nuôi heo, ao nuôi cá tra, nước rỉ rác... xuất phát từ vấn đề trên, việc “**Ứng dụng vi khuẩn chuyển hoá đạm và vi khuẩn tích lũy polyphosphate để loại bỏ N và P trong qui trình xử lý nước thải lò giết mổ gia cầm**” là cần thiết với mục tiêu loại bỏ ammonium, nitrit, nitrat và orthophosphate trong nước thải lò mổ gia cầm trong nỗ lực cố gắng đạt phần nào QCVN40:2011/BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu

Nước thải lò mổ gia cầm thủy cầm Hoàng Anh, tại Ấp An Thị, xã Mỹ Tịnh An, huyện Chợ Gạo, tỉnh Tiền Giang có thành phần lý, hóa tính trình bày trong Bảng 1; Từ thành phần lý hóa tính trong nước thải lò mổ gia cầm cho thấy mức độ nhiễm bẩn rất nhiều của loại nước thải này vì thế cần loại bỏ các chất độc hại nhất là N và P trước khi thải ra môi trường.

Bảng 1: Thành phần nước thải từ lò giết mổ gia cầm trước khi xử lý

| TT | Chỉ tiêu | Đơn vị | Kết quả | Phương pháp phân tích |
|----|-------------------------|--------|---------|------------------------------------|
| 1 | pH | - | 5,62 | TCVN 6492:2011 |
| 2 | COD | mg/L | 1450 | SMEWW 5210C:2005 |
| 3 | BOD ₅ (20°C) | mg/L | 718 | TCVN 6001-1:2008 (ISO 58151:2003) |
| 4 | Chất rắn lơ lửng (SS) | mg/L | 456 | TCVN 6625:2000 (ISO 11923:1997) |
| 5 | Tổng Nitơ | mg/L | 63,9 | Ref. SMEWW 4500-NH ₃ -F |
| 6 | Tổng dầu mỡ khoáng | mg/L | 1,53 | Ref. SMEWW 5520B |
| 7 | Tổng Phospho | mg/L | 14,7 | Ref. SMEWW 4500-P |

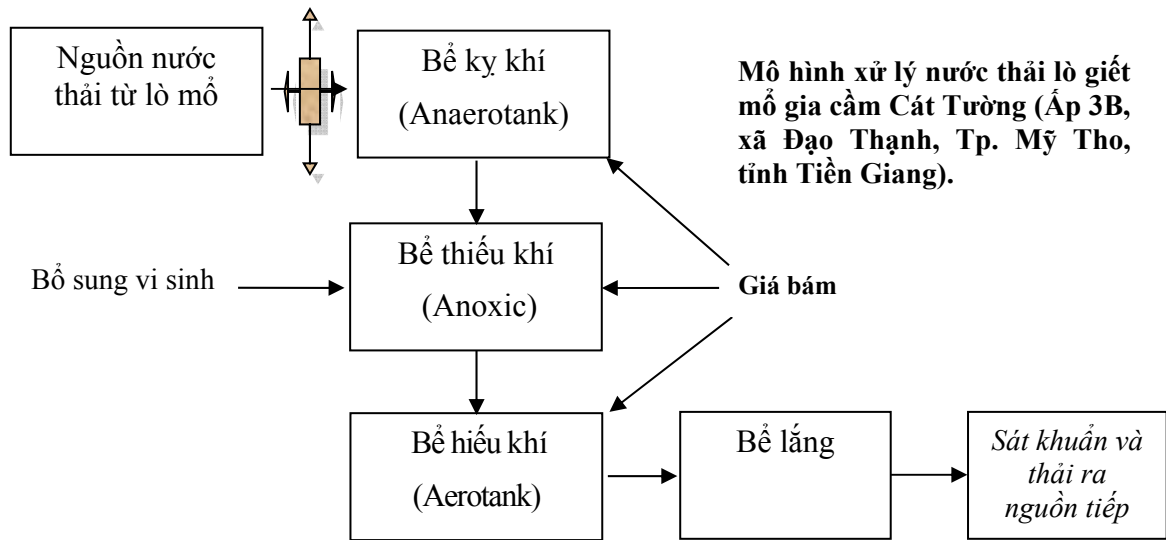
Nước thải từ lò giết mổ gia cầm, thủy cầm Hoàng Anh, tại Ấp An Thị, xã Mỹ Tịnh An, huyện Chợ Gạo, tỉnh Tiền Giang. Kết quả phân tích ngày 30/11/2012

– Vi khuẩn chuyển hóa nitơ *Pseudomonas stutzeri* dòng D3b có nguồn gốc từ Viện NC&PT Công nghệ sinh học, Đại học đã báo cáo hiệu quả xử lý loại bỏ N trong nước ao cá tra (Cao Ngọc Diệp *et al.*, 2009) được nhân nuôi trong môi trường BM và BM/NO₃ (Su *et al.*, 2001) đạt mật số >10⁹ tế bào/ml, vi khuẩn tích lũy polyphosphate *Bacillus subtilis* dòng DTT.001L được Lê Quang Khôi và Cao Ngọc Diệp (2013) phân lập, tuyển chọn và sử dụng để chuyển hóa lân hòa tan thành lân khó tan, được nhân nuôi trong môi trường chuyên biệt

(Sidat *et al.*, 1999) đạt mật số >10⁹ tế bào/ml.

2.2 Phương pháp

Giai đoạn 1: Thí nghiệm được bố trí trong điều kiện phòng thí nghiệm ở bình có thể tích 10-lít nhằm khảo sát, đánh giá các điều kiện để các dòng vi khuẩn đưa vào nghiên cứu về khả năng loại bỏ đạm, lân. Nguồn nước thải được lấy từ bể thiếu khí của hệ thống xử lý nước thải của lò giết mổ và chế biến thịt gia cầm Cát Tường (Ấp 3B, xã Đạo Thạnh, Tp. Mỹ Tho, tỉnh Tiền Giang).



Giai đoạn 2: Khảo sát sự biến đổi các chỉ tiêu, đánh giá mức độ ô nhiễm của nước thải đối với các điều kiện đã được chọn trong giai đoạn 1, ứng dụng vào thùng có thể tích 100-lít.

Giai đoạn 1

2.2.1 Đánh giá sự ảnh hưởng của glucose và giá bám đến mật số vi khuẩn loại bỏ nitơ và tích lũy polyphosphate trong mô hình 10 lít

Thí nghiệm được bố trí trong bình nhựa có thể tích 10 lít với 4 nghiệm thức, 3 lần lặp lại. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, gồm các nghiệm thức NT1: [Đối chứng] (không bổ sung vi khuẩn, không bổ sung glucose, không giá thể bám và không sục khí), NT2: không bổ sung vi khuẩn, không bổ sung glucose, có giá thể bám, có sục khí, NT3: Vi Khuẩn (5%) + Glucose (5g/L) + sục khí + giá bám, NT4: Vi khuẩn (5%) + Glucose (5g/L) + sục khí + không có giá bám. Nguồn nước thải được lấy từ bể thiếu khí, tức sau bể kỵ khí từ hệ thống xử lý nước thải của lò giết mổ và chế biến thịt gia cầm Cát Tường (xem mô hình). Tất cả được phân bổ vào 12 cái bình nhựa có thể tích 10 lít, mỗi bình chứa 6 lít nước thải đều nhau. Trên nắp các bình nhựa được khoan 2 lỗ, một lỗ dùng để gắn ống từ máy sục khí và một lỗ để thông khí, giá bám sử dụng là cọ rửa dụng cụ thủy tinh trong phòng thí nghiệm loại kích thước lớn, mỗi nghiệm thức được bố trí 5 cọ sao cho lòng cọ ngang bằng mặt nước trong bình nhựa (chiếm 1/5 thể tích bình nhựa). Nước thải sau khi đưa về được khuấy trộn đều trước khi bố trí vào các nghiệm thức, sau 1 giờ bố trí thí nghiệm chờ ổn định thì tiến hành lấy mẫu xác định các chỉ tiêu đầu vào: pH, PO₄³⁻, NH₄⁺, cứ

sau mỗi 24 giờ lấy mẫu 1 lần kiểm tra các chỉ tiêu: pH, PO₄³⁻, NH₄⁺, cứ tiếp tục như vậy đến khi nào giá trị và nồng độ các chỉ tiêu: pH ổn định, PO₄³⁻, NH₄⁺ dưới ngưỡng cho phép và ổn định thì tiến hành thu mẫu từ 3 lít nước được lấy trong từng bình nhựa ra để lắng và phân tích các chỉ tiêu: COD, TSS, nitơ tổng số (TN), phospho tổng (TP), N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, sau mỗi lần thu mẫu bổ sung một lượng nước thải mới (từ thùng trữ nước thải ở đầu vào để cho nước thải tương tự như lúc đầu) vừa đủ với lượng nước thải đã lấy ra từ mỗi bình nhựa sao cho vừa đủ 6 lít như ban đầu và thực hiện như vậy đến khi nào giá trị và nồng độ các chỉ tiêu: pH ổn định, PO₄³⁻, NH₄⁺ dưới ngưỡng cho phép và ổn định liên tiếp trong 3 ngày dừng lại và thu mẫu để phân tích các chỉ tiêu tương tự như trên. Đồng thời tiến hành thực hiện phương pháp đếm mật số các nghiệm thức ngoại trừ nghiệm thức ĐC, nhằm xác định được số tế bào sống của vi khuẩn cần sử dụng.

Sau khi lựa chọn được nghiệm thức có điều kiện phù hợp nhất như (vi khuẩn, glucose, sục khí và giá bám) từ thí nghiệm trên, nghiệm thức này lấy làm cơ sở để tiến hành thí nghiệm tiếp theo.

2.2.2 Khảo sát nồng độ glucose ảnh hưởng đến mật số vi khuẩn

Thí nghiệm được bố trí trong bình nhựa có thể tích 10 lít với 4 nghiệm thức, 3 lần lặp lại. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên gồm các nghiệm thức gồm NT1: Đối chứng (không bổ sung vi khuẩn, không bổ sung glucose, không giá thể bám và không sục khí), NT2: không bổ sung vi khuẩn, không bổ sung glucose, có giá bám, có sục khí, NT3: Vi khuẩn (5%) + Glucose (5g/L) + sục khí + Giá bám, NT4: Vi khuẩn (5%) + Glucose (2,5g/L)

+ sục khí + Giá bám. Nguồn nước thải, cách bố trí thí nghiệm này và thời gian để theo dõi các chỉ tiêu cũng tương tự như đã tiến hành ở thí nghiệm 1 (đánh giá sự ảnh hưởng của glucose, giá bám đến mật số vi khuẩn).

Sau khi kết thúc thí nghiệm hay tại thời điểm thu mẫu phân tích các chỉ tiêu: COD, TSS, nito tổng số (TN), phospho tổng (TP), N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, tiến hành đếm mật số vi khuẩn đối với các nghiệm thức (phương pháp đếm sống nhỏ giọt), ngoại trừ nghiệm thức ĐC.

Nghiệm thức tốt nhất sẽ được chọn từ thí nghiệm trên để tiến hành cho thí nghiệm tiếp theo.

2.2.3 Đánh giá khả năng loại bỏ nito, chuyển hoá phospho của hai dòng vi khuẩn trong điều kiện có hoặc không có oxy

Thí nghiệm được bố trí tương tự như thí nghiệm trên với 4 nghiệm thức, 3 lần lặp lại; Thí nghiệm được bố trí thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên, gồm các nghiệm thức NT1: Đối chứng (không bổ sung vi khuẩn, không bổ sung glucose, không giá bám và không sục khí), NT2: không bổ sung vi khuẩn, không bổ sung glucose, có giá bám, có sục khí, NT3: Vi khuẩn (5%) + Glucose (2,5g/L) + sục khí + Giá bám, NT4: Vi khuẩn (5%) + Glucose (2,5g/L) + Giá bám. Cách bố trí thí nghiệm, thể tích hoạt động và thực hiện như trong 2 thí nghiệm trên.

Tại thời điểm thu mẫu phân tích các chỉ tiêu: COD, TSS, TN, TP, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, tiến hành đếm mật số vi khuẩn ở các nghiệm thức, ngoại trừ nghiệm thức ĐC.

Từ các nghiệm thức phù hợp nhất đã được xác định trong giai đoạn 1, khảo sát trên mô hình có thể tích 100 lít, kế đến ứng dụng vào mô hình USBF có thể tích 252 lít, là mô hình của hệ thống xử lý nước thải từ lò giết mổ và chế biến thịt gia cầm Cát Tường có công suất 10 m³/ngày đêm.

Giai đoạn 2

2.2.4 Đánh giá hiệu quả loại bỏ nito, chuyển hoá phospho của hai dòng vi khuẩn ở thể tích nước thải 80 lít trong bồn 100 lít

Nghiệm thức tốt nhất đã được lựa chọn từ các thí nghiệm trong giai đoạn 1, tiếp tục đánh giá hiệu quả việc loại bỏ đạm, lân của hai dòng vi khuẩn trong thí nghiệm ở bồn 100-lít (chỉ chứa 80 lít nước thải); cùng với nghiệm thức đối chứng (không bổ sung vi khuẩn). Thí nghiệm bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 nghiệm thức và 3 lần lặp lại,

gồm các nghiệm thức: NT1: Đối chứng, NT2: Vi khuẩn + sục khí + Giá bám, NT3: bổ sung bùn hoạt tính, không glucose + sục khí + giá bám.

Trong giai đoạn này, cần có một lượng vi khuẩn đủ lớn khoảng 5% tổng thể tích bể để bổ sung vào hệ thống nên trước khi vận hành hệ thống tiến hành nhân sinh khối hai dòng vi khuẩn trên, môi trường nuôi cấy chính là môi trường nước thải cần được xử lý (nhân giống cấp III). Điều kiện nhân sinh khối hay điều kiện để nuôi bùn hoạt tính ở giai đoạn này chính là điều kiện tối ưu được chọn từ các thí nghiệm mô hình phòng thí nghiệm (thể tích 10 lít). Nguồn nước thải, cách bố trí thí nghiệm và thời gian để theo dõi các chỉ tiêu cũng tương tự như đã tiến hành ở các thí nghiệm trong giai đoạn 1. Nước thải sau khi đưa về được khuấy trộn đều trước khi bố trí vào các nghiệm thức, sau 1 giờ bố trí thí nghiệm chờ ổn định thì tiến hành lấy mẫu xác định các chỉ tiêu đầu vào: pH, PO₄³⁻, NH₄⁺ cứ sau mỗi 24 giờ lấy mẫu 1 lần kiểm tra các chỉ tiêu: pH, PO₄³⁻, NH₄⁺ cứ tiếp tục như vậy đến khi nào giá trị và nồng độ các chỉ tiêu: pH ổn định, PO₄³⁻, NH₄⁺ dưới ngưỡng cho phép và ổn định thì tiến hành thu mẫu từ 25% lít nước được lấy trong thùng nhựa ra để lắng và phân tích các chỉ tiêu: COD, TSS, nito tổng số (TN), phospho tổng (TP), N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, sau mỗi lần thu mẫu bổ sung một lượng nước thải vừa đủ với lượng nước thải đã lấy ra từ mỗi thùng nhựa sao cho vừa đủ 80 lít như ban đầu và thực hiện như vậy đến khi nào giá trị và nồng độ các chỉ tiêu: pH ổn định, PO₄³⁻, NH₄⁺ dưới ngưỡng cho phép và ổn định liên tiếp trong 3 ngày dừng lại và thu mẫu để phân tích các chỉ tiêu tương tự như trên. Mật số vi khuẩn ở NT2 và NT3 được đếm bằng phương pháp đếm sống nhỏ giọt (Hoben và Somasegaran, 1982). Hàm lượng NH₄⁺ được đo dựa trên phương pháp Indophenol Blue theo mô tả của Cao Ngọc Diệp và ctv. (2009) và xác định hàm lượng PO₄³⁻ theo phương pháp của Watanabe và Olsen (1965), hàm lượng P₂O₅ được quy đổi về hàm lượng PO₄³⁻, COD theo phương pháp 8000 DR/2800 Spectrophotometer, TSS theo phương pháp SMEWW 2540 D:2012, Nitrite theo phương pháp SMEWW 4500-NO₂-B:2012, Nitrate theo phương pháp SMEWW 4500-NO₃-E:2012 (do Trung tâm Kỹ thuật và Ứng dụng Công nghệ Cần Thơ thực hiện).

Phương pháp xử lý số liệu

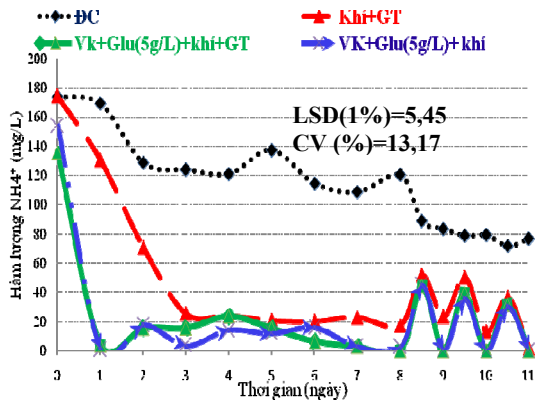
Sử dụng phương pháp thống kê ANOVA để phân tích các số liệu trên phần mềm Minitab; Giá trị các thông số ô nhiễm được so sánh với QCVN 40:2011/BTNMT về nước thải công nghiệp:

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Tác động của glucose và giá bám đến mật số vi khuẩn (mô hình 10 lít)

Tác động của hai dòng vi khuẩn loại bỏ nitơ và vi khuẩn tích lũy phosphate, giá bám và glucose đến hàm lượng ammonium (NH₄⁺)

Hàm lượng NH₄⁺ vào ngày 0 dao động trong khoảng từ 135,4 đến 174,1 mg/L, tương ứng với mật số vi khuẩn là 6,12 đến 6,74 log₁₀ cfu/mL; sau 1 ngày xử lý thì hàm lượng NH₄⁺ của nghiệm thức 3 (NT3) (V_k+glu(5g/L)+suckhí+giábám) giảm đáng kể chỉ còn 3,66 mg/L, hiệu suất xử lý đạt 97,3% và nghiệm thức 4 (NT4) (V_k+glu(5g/L)+suckhí) là 0,98 mg/L, đạt 99,4%; mật số vi khuẩn vào thời điểm này trong khoảng 7,13 - 7,18 log₁₀ cfu/mL. Như vậy với điều kiện thí nghiệm như trên, mật số vi khuẩn loại bỏ nitơ của nghiệm thức có bổ sung vi khuẩn tăng trong khoảng lớn hơn 7,00 log₁₀ cfu/mL, sau 1 ngày xử lý giá trị pH nằm trong khoảng 7_9 và có sự khác biệt với mức ý nghĩa 1% so với nghiệm thức không



Hình 1: Tác động của hai dòng vi khuẩn, giá bám và glucose đến hàm lượng NH₄⁺

NT1: đối chứng (ĐC); NT2: sục khí+giá bám (Khí+GT); NT3: vi khuẩn+glucose+sục khí+giá bám (V_k+Glu(5g/L)+khí+GT); NT4: vi khuẩn+glucose+sục khí (V_k+Glu(5g/L)+khí)

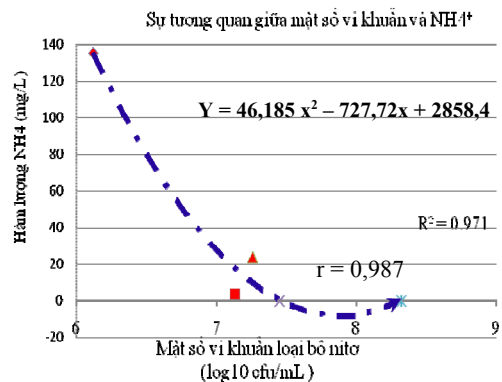
Sau 1 ngày xử lý giá trị pH trong khoảng 7 - 9, hàm lượng PO₄³⁻ ở nghiệm thức 3 (NT3) (V_k+glu(5g/L)+khí+GT) từ 27,1 mg/L giảm xuống 1,56 mg/L, đạt 94,2%, mật số vi khuẩn tương ứng là 7,14 log₁₀ cfu/mL; thể hiện sự tương quan chặt giữa mật số vi khuẩn và hàm lượng PO₄³⁻; hàm lượng PO₄³⁻ ở NT4(V_k+glu(5g/L)+khí) từ 30,3 mg/L xuống còn 1,22 mg/L, đạt 96%, mật số vi khuẩn là 7,28 log₁₀ cfu/mL; so với NT2 (khí+GT) có PO₄³⁻ còn là 4,38 mg/L, đạt 50,3%, mật số vi khuẩn là 1,78 log₁₀ cfu/mL (Hình 2).

Hình 1 và 2 cho thấy các nghiệm thức có bổ sung vi khuẩn, hàm lượng NH₄⁺, PO₄³⁻ trong ngưỡng cho phép của QCVN 40:2011/BTNMT chỉ

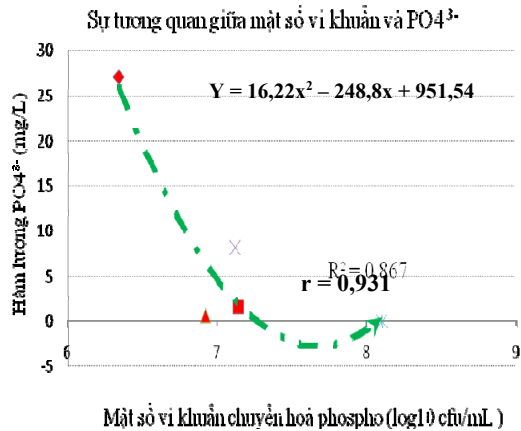
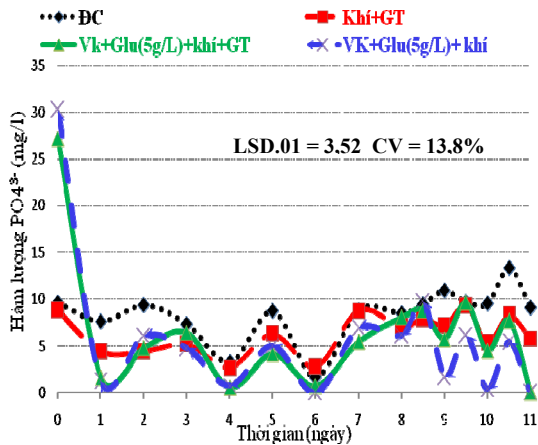
bổ sung vi khuẩn NT2 (khí+GT) là 2,53 log₁₀ cfu/mL (Hình 1), đồng thời hàm lượng NH₄⁺ còn lại trong hai nghiệm thức có bổ sung vi khuẩn và glucose trong chuẩn loại A theo QCVN 40:2011/BTNMT (<5 mg/L), kết quả cũng cho thấy vai trò của Giá bám và NT3 (V_k+glu(5g/L)+khí+GT) được sử dụng cho thí nghiệm sau.

Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn, giá bám và glucose đến hàm lượng PO₄³⁻

Không có sự khác biệt về hàm lượng PO₄³⁻ ở mức ý nghĩa 1% giữa 2 nghiệm thức có bổ sung vi khuẩn và nghiệm thức 2 (khí+GT) trong cả quá trình thí nghiệm, nhưng có sự khác biệt về hàm lượng orthophosphate vào ngày 0, ngày 1, ngày 11 dẫn đến có sự biến động rất lớn giữa các nghiệm thức như trên theo thời gian dài bởi vì trong môi trường nuôi tăng sinh giàu lân nên ở nghiệm thức được bổ sung vi khuẩn thì có hàm lượng PO₄³⁻ khá cao so với các nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn trong ngày 0.

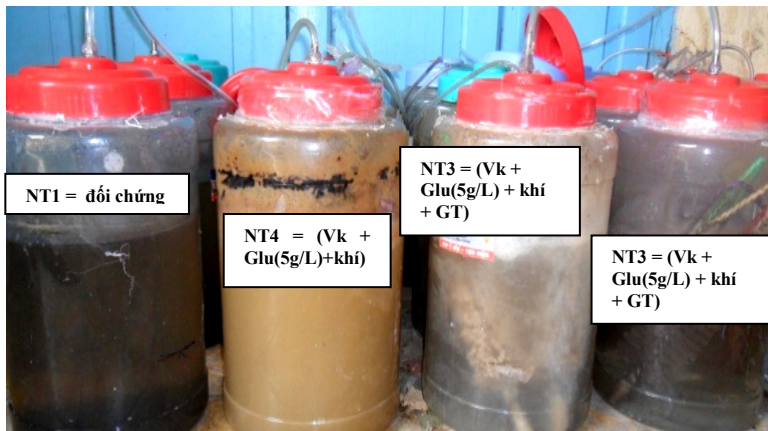


qua 1 ngày xử lý nhưng các chỉ tiêu COD, TSS, TN vượt rất nhiều lần so với quy chuẩn do hàm lượng glucose (5 g/L) cao làm tăng mức độ ô nhiễm nguồn nước nếu thải trực tiếp ra môi trường. Vấn đề này có thể giải quyết được bằng cách chọn nghiệm thức xem là tối ưu NT4 (V_k+glu(5g/L)+khí+GT) để tiến hành thí nghiệm tiếp theo, nhưng cần khảo sát nồng độ glucose cần cung cấp là bao nhiêu thì thích hợp để vi khuẩn tăng sinh nhanh, kết hợp với các điều kiện thí nghiệm vừa có thể chuyển hoá tốt các hợp chất hữu cơ, vừa chuyển hoá hàm lượng nitơ, phospho, nhưng không làm tăng các chỉ tiêu COD, TSS trong thời gian xử lý là ngắn nhất.



Hình 2: Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn, giá bám và glucose đến hàm lượng PO_4^{3-}

NT1: đối chứng (ĐC); NT2: sục khí+giá bám (Khí+GT); NT3: vi khuẩn+glucose+sục khí+giá bám (Vk+Glu(5g/L)+khí+GT); NT4: vi khuẩn+glucose+sục khí (Vk+Glu(5g/L)+khí)



Hình 3: Hiệu quả của glucose và giá bám ảnh hưởng đến mật số vi khuẩn loại bỏ nitơ và vi khuẩn tích lũy poly-P trong mô hình 10-lít

NT1: đối chứng (ĐC); NT2: sục khí + giá bám (Khí + GT) ; NT3: vi khuẩn + glucose + sục khí + giá bám (Vk+Glu(5g/L) +khí + GT); NT4: vi khuẩn + glucose + sục khí (Vk+Glu(5g/L)+khí)

3.2 Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn, giá bám và nồng độ glucose đến giá trị: COD, TSS, TN, TP, $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$

Kết quả ở Bảng 2 cho thấy: sau 1 ngày xử lý thì các giá trị COD, TSS trong các nghiệm thức có bổ sung vi khuẩn như NT4 (Vk+glu(2,5g/L)+khí+GT) và NT3 (Vk+glu(5g/L)+khí+GT) đã vượt ngưỡng cho phép (>100 mg/L) là do quá trình tăng sinh vi khuẩn và nồng độ glucose cao đã được bổ sung vào nghiệm thức. Trong đó, giá trị trung bình của các chỉ tiêu COD, TSS, TN, TP, $N-NO_2^-$, $N-NO_3^-$ giữa

nghiệm thức có nồng độ glucose là 2,5 g/L như ở NT4 đều thấp hơn so với NT3 (có nồng độ glucose là 5 g/L). Đồng thời, hàm lượng $N-NO_2^-$ và $N-NO_3^-$ trong 2 nghiệm thức có bổ sung vi khuẩn có hiệu suất xử lý cao hơn rất nhiều so với nghiệm thức không bổ sung vi khuẩn (NT2) (khí+GT) vào ngày 1. Cụ thể ở nghiệm thức 4 có hiệu suất loại bỏ $N-NO_2^-$ đạt 99,3% và 98,6% đối với $N-NO_3^-$ trong khi đó, hiệu suất xử lý $N-NO_2^-$ đạt 89,4% và $N-NO_3^-$ là 98,3% NT3; tổng phospho (TP) của NT4 sau xử lý là 11,7 mg/L; cao hơn so với ở NT2 là 9,4 mg/L (Hình 4).

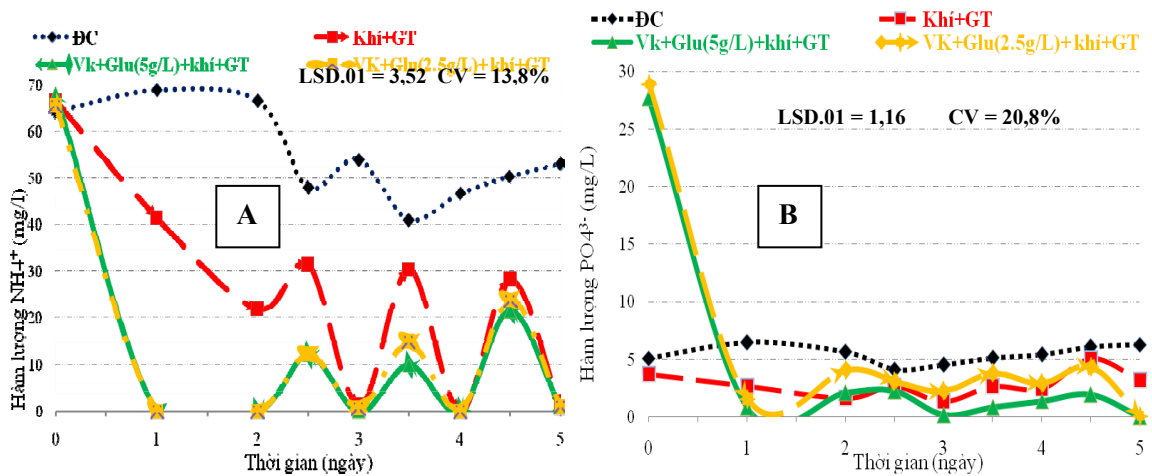
Bảng 2: Ảnh hưởng của vi khuẩn loại bỏ nitơ, chuyển hoá phospho; giá bám và nồng độ glucose đến các chỉ tiêu: COD, TSS, TN, TP, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻

| Tên chỉ tiêu | Giá trị trung bình của các nghiệm thức | | | | QCVN 40: 2011/BTNMT | |
|---------------------------------------|--|------|------|------|---------------------|-----|
| | NT1 | NT2 | NT3 | NT4 | A | B |
| COD, mg/L | 59 | 43 | 320 | 240 | 75 | 150 |
| TSS, mg/L | 143 | 22 | 639 | 107 | 50 | 100 |
| TN, mg/L | 51,0 | 10,4 | 25,2 | 21,5 | 20 | 40 |
| TP, mg/L | 15 | 9,4 | 19,5 | 11,7 | 4 | 6 |
| N-NO ₂ ⁻ , mg/L | 0,01 | 4,13 | 0,44 | 0,03 | - | - |
| N-NO ₃ ⁻ , mg/L | 0,06 | 4,83 | 0,08 | 0,07 | - | - |

NT1: đối chứng; NT2: Khí+GT: sục khí+giá bám, NT3: Vk+glu(5g/L)+khí+GT: vi khuẩn 5%+glucose(5g/L)+sục khí+giá bám; NT4: Vk+glu(2,5g/L)+khí+GT: vi khuẩn 5%+glucose(2,5g/L)+ sục khí+giá bám

Nguyên nhân của quá trình này có thể là do lượng lân ban đầu cao và bổ sung glucose tạo điều kiện cho mật số vi khuẩn cao nên tích lũy polyphosphate càng nhiều và khi lấy mẫu không qua lắng. Vì vậy khi đồng hoá để phân tích mẫu làm cho giá trị COD, TSS, TP cao. Qua kết quả phân tích của hai thí nghiệm cho thấy rằng sự tương tác của hai dòng vi khuẩn và nồng độ glucose thích hợp (2,5 g/L) làm tăng mật số vi khuẩn và tăng khả năng xử lý đối với nước thải từ lò giết mổ gia cầm. Sự tương quan giữa mật số vi khuẩn loại bỏ nitơ với hàm lượng NH₄⁺ ở NT3 (y =

68,711x² - 1013x + 3729,9, r = 0,999**) và NT4 (y = 152x² - 2111,3x + 7321,3, r = 0,998**) thể hiện mối tương quan nghịch và rất chặt chẽ. Sự tương quan giữa mật số vi khuẩn chuyển hoá phospho và hàm lượng PO₄³⁻ ở NT3 (y = 25,758x² - 381,54x + 1411,8, r = 1**) và NT4 (y = 25,758x² - 381,54x + 1411,8, r = 1**) thể hiện mối tương quan nghịch và rất chặt chẽ đồng thời cả 2 NT3 và NT4 tương tự nhau, điều này cho thấy bổ sung 2,5 g/l glucose hay 5,0 g/l glucose cũng không ảnh hưởng sự chuyển hóa phospho.



Hình 4: Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn, giá bám và nồng độ glucose đến hàm lượng NH₄⁺ (A) và PO₄³⁻ (B)

NT1: đối chứng; NT2: Khí+GT: sục khí+giá bám, NT3: Vk(5%)+glu(5g/L)+khí+GT, NT4: Vk(5%)+glu(2,5g/L)+khí+GT

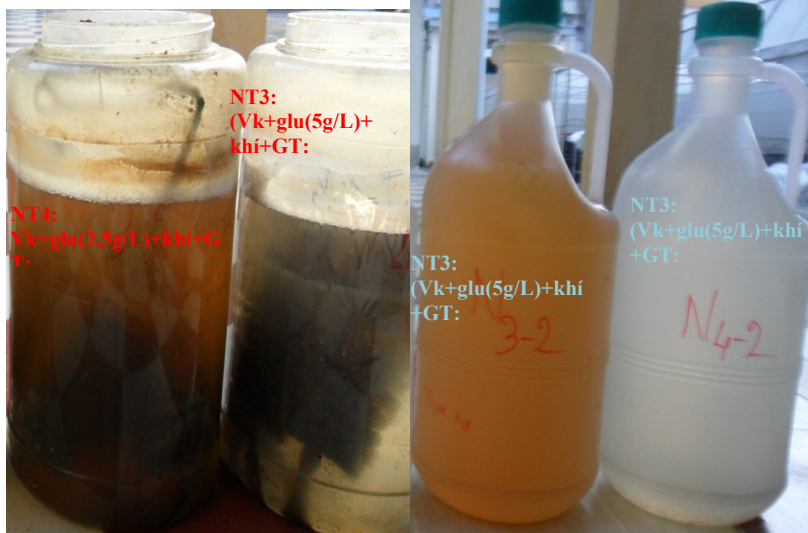
Nước thải ở NT4 trong hơn nước thải ở NT3 do hàm lượng TSS thấp hơn (Hình 5) tuy nhiên, còn một số tác động làm tăng nồng độ COD và TSS của nguồn nước thải ra. Từ đây nghiệm thức sử dụng 2,5 g/l glucose được sử dụng như đối tượng nghiên cứu cho các thí nghiệm sau.

3.3 Đánh giá hiệu quả loại bỏ nitơ và chuyển hoá phospho của hai dòng vi khuẩn trong điều kiện có hoặc không có oxy

Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn, giá bám và glucose (2,5 g/L) đến giá trị pH trong điều kiện có hoặc không có oxy

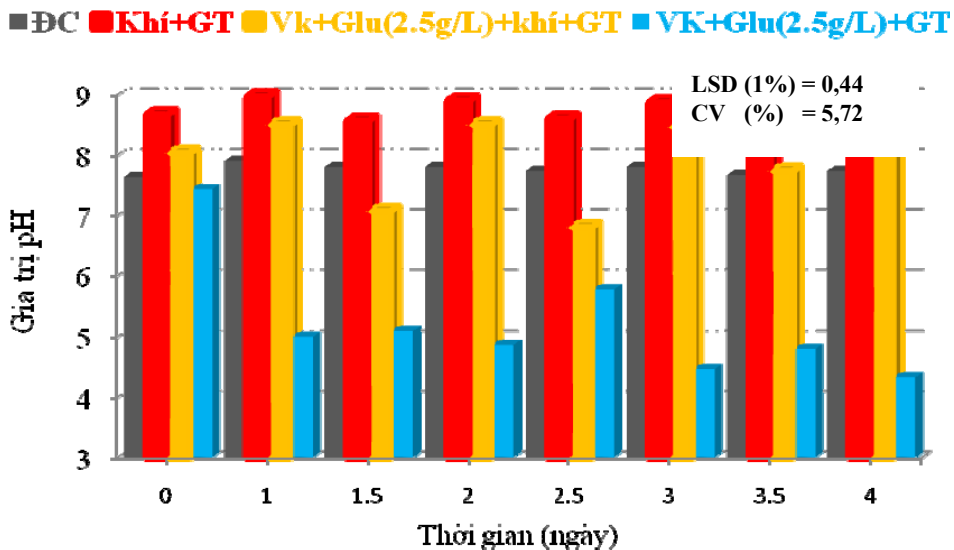
Không sục khí (không có oxy), pH của các nghiệm thức khác nhau rất rõ rệt (Hình 6) trong đó NT4 (V_k+glu(2,5g/L)+GT) không sục khí có pH

nước thải ≤ 5 vào các ngày 1, 2, 3 và 5 ngày, điều này cho thấy vai trò của oxy (sục khí) làm pH tăng cao (đạt QCVN40).



Hình 5: Thí nghiệm xác định hiệu quả của việc bổ sung nồng độ glucose thích hợp làm ảnh hưởng đến độ đục (hàm lượng TSS) giữa các nghiệm thức 3 và 4

NT3: (V_k+glu(5g/L)+khí+GT); NT4: V_k+glu(2,5g/L)+khí+GT:



Hình 6: Ảnh hưởng của vi khuẩn loại bỏ nitơ, chuyển hoá; giá thể và glucose (2,5g/L) đến giá trị pH trong điều kiện có hoặc không có oxy

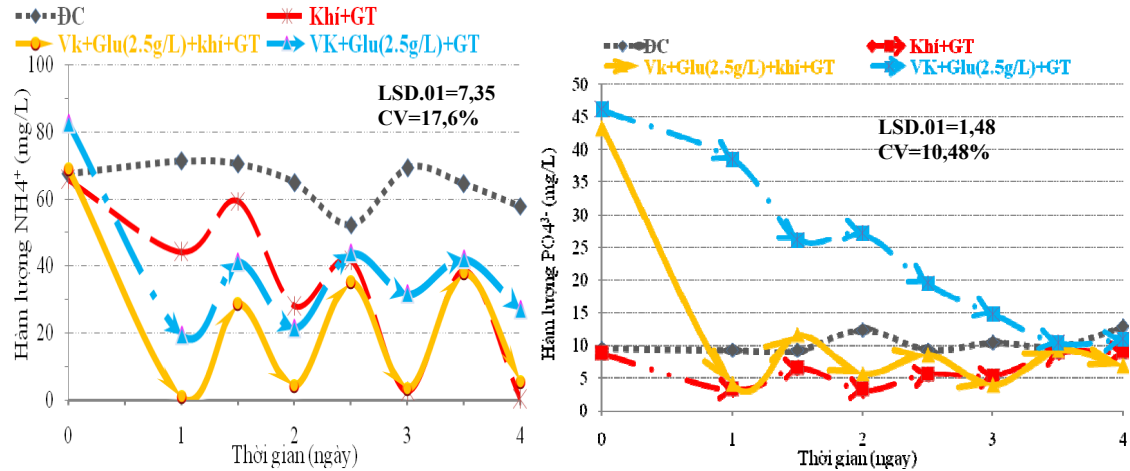
NT1: đối chứng; NT2: Khí+GT:sục khí+giá thể; NT3: V_k(5%)+glu(2,5g/L)+khí+GT: vi khuẩn(5%)+ glucose(2,5g/L)+sục khí+giá bám; NT4: V_k(5%)+glu(2,5g/L)+GT: vi khuẩn(5%)+glucose(2,5g/L)+giá bám

Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn, giá bám và glucose (2,5 g/L) đến hàm lượng NH₄⁺ và PO₄⁻ trong điều kiện có hoặc không có oxy

Nghiệm thức có sục khí và bổ sung vi khuẩn (NT3) (V_k+glu(2,5g/L)+khí+GT), hàm lượng NH₄⁺ cao nhất vào ngày 0 là 68,83 mg/L và thấp nhất vào ngày 1 là 0,79 mg/L, hiệu suất xử lý là

99% (hình 7). Điều này cho thấy hiệu quả loại bỏ NH_4^+ của việc kết hợp hai dòng vi khuẩn trong điều kiện có oxy và phù hợp với nghiên cứu của (Cao Ngọc Diệp và Nguyễn Thị Hoàng Nam, 2012). Nghiệm thức không có sục khí (NT4) (V_k+glu(2,5g/L)+GT) có hàm lượng PO_4^{3-} cao

nhất vào ngày 0 là 46,11 mg/L, thấp nhất vào ngày 4 là 10,96 mg/L; ở nghiệm thức có sục khí (NT3) (V_k+Glu(2,5g/L)+khí+GT), hàm lượng PO_4^{3-} cao nhất vào ngày 0 là 43,21 mg/L và thấp nhất vào ngày 1 là 4,07 mg/L, đạt hiệu suất xử lý là 90,6% (Hình 7).



Hình 7: Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn, giá bám và glucose (2,5 g/L) đến hàm lượng NH_4^+ và PO_4^{3-} trong điều kiện có hoặc không có oxy

NT1: đối chứng; NT2: Khí+GT:sục khí+giá thể; NT3: V_k(5%)+glu(2,5g/L)+khí+GT: vi khuẩn(5%)+glucose(2,5g/L) +sục khí+giá bám; NT4: V_k(5%)+glu(2,5g/L)+GT: vi khuẩn(5%)+glucose(2,5g/L)+giá bám

Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn, giá bám và glucose (2,5 g/L) đến giá trị: COD, TSS, TN, TP, N- NO_2^- , N- NO_3^- trong điều kiện có hoặc không có oxy

Các nghiệm thức có sục khí, giá trị TN là 6,72 mg/L, trong ngưỡng cho phép của QCVN 40: 2011/BTNMT; trong đó NT3 (V_k + glu(2,5g/L) + khí + GT) có N- NO_2^- là 0,04 mg/L, hiệu suất xử lý

đạt 99% và N- NO_3^- là 0,05 mg/L, đạt 94,1%. Nghiệm thức không có sục khí, bổ sung glucose (NT4) (V_k+glu(2,5g/L)+GT) có giá trị: COD, TSS, TN, TP, N- NO_3^- lần lượt: 2072, 556, 10,7, 29,9, 0,65 (mg/L) là cao nhất so với các nghiệm thức trong thí nghiệm nói chung và đối với nghiệm thức NT3 nói riêng (Bảng 3).

Bảng 3: Ảnh hưởng của hai dòng vi khuẩn, giá bám và glucose đến các giá trị: COD, TSS, TN, TP, N- NO_2^- , N- NO_3^- trong điều kiện có hoặc không có oxy

| Chỉ tiêu | Giá trị trung bình của các nghiệm thức | | | | QCVN 40:2011/BTNMT | |
|--------------------|--|------|-------|------|--------------------|-----|
| | NT1 | NT2 | NT3 | NT4 | A | B |
| COD, mg/L | 69 | 58 | 546 | 2072 | 75 | 150 |
| TSS, mg/L | 140 | 45 | 290,5 | 556 | 50 | 100 |
| TN, mg/L | 11,8 | 6,72 | 6,72 | 10,7 | 20 | 40 |
| TP, mg/L | 9,01 | 5,22 | 21,2 | 29,9 | 4 | 6 |
| N- NO_2^- , mg/L | 3,86 | 2,59 | 0,04 | 0,04 | - | - |
| N- NO_3^- , mg/L | 5,65 | 1,01 | 0,05 | 0,65 | - | - |

NT1: đối chứng; NT2: Khí+GT:sục khí+giá thể; NT3: V_k(5%)+glu(2,5g/L)+khí+GT: vi khuẩn(5%)+glucose(2,5g/L)+sục khí+giá bám; NT4: V_k(5%)+glu(2,5g/L)+GT: vi khuẩn(5%)+glucose(2,5g/L)+giá bám

Từ kết quả ở Bảng 3 cho thấy các chỉ tiêu đánh giá về mức độ ô nhiễm nguồn nước thải giữa các nghiệm thức trong đó nghiệm thức 3 (NT3) (V_k+glu(2,5g/L)+khí+GT) có nhiều chỉ tiêu đạt chuẩn và ưu thế hơn (màu sắc, mùi, mật số vi

khẩn)(Hình 8). Tuy nghiệm thức 2 (V_k + glu(2,5g/L) + khí + GT) có thể ứng dụng vào mô hình thể tích lớn hơn, nhưng nếu ứng dụng công thức này trực tiếp vào hệ thống xử lý nước thải thì chính nguồn glucose bổ sung giúp tăng mật số vi

khuẩn dẫn đến tăng hiệu suất xử lý NH_4^+ , PO_4^{3-} ... Mặt khác, cũng chính nguồn glucose là nguyên nhân gây ra giá trị COD, TSS vượt chuẩn. Vì vậy, trong quá trình xử lý nước thải từ lò giết mổ gia cầm để có chất lượng nước sau xả thải đạt QCVN40:2011/BTNMT thì công thức này được ứng dụng vào qui trình tăng sinh đối với vi khuẩn *Pseudomonas stutzeri* dòng D3b và vi khuẩn *Bacillus subtilis* dòng DTT.001L trên môi trường nước thải cần xử lý. Khi đó, công thức này (Vk+glu(2,5g/L)+khí+GT) được xem là nhân giống cấp III hay là chế phẩm vi sinh với hai dòng vi khuẩn D3b và DTT001L sử dụng vào mô hình có thể tích lớn hơn.

| | | | |
|-----------|----------|--------------------------|-----------------------|
| NT1: | NT2: | NT3: | NT4: |
| Đối chứng | (khí+GT) | Vk+Glu(2,5g/l) Khí+GT | Vk+Glu(2,5g/l) +GT |



Hình 8: Đánh giá hiệu quả loại bỏ nitơ, chuyển hoá phospho của hai dòng vi khuẩn trong điều kiện có hoặc không có ôxy

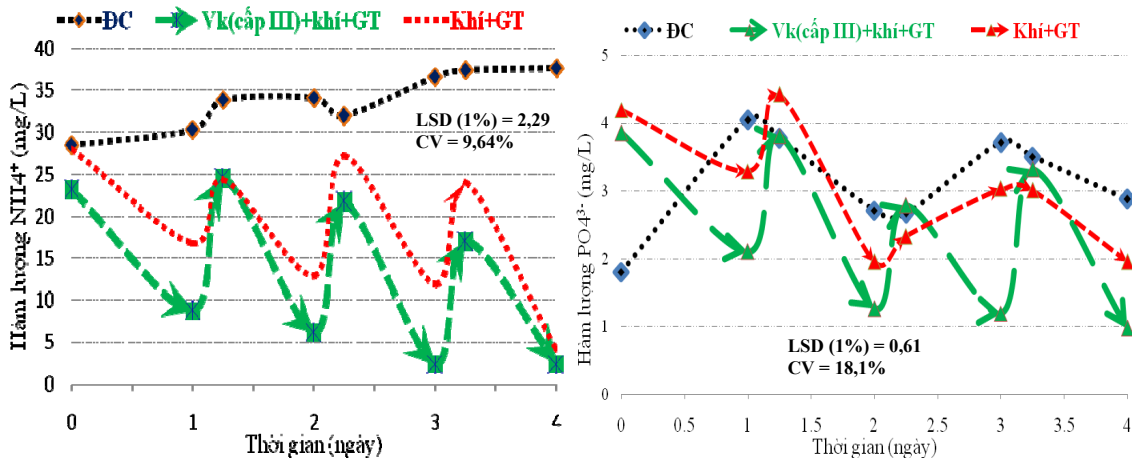
NT1: đối chứng; NT2: Khí + GT: sục khí + giá bám;
NT3: Vk(5%) + glu(2,5g/L) + khí + GT: vi khuẩn (5%) + glucose (2,5g/L) + sục khí + giá bám; NT4: Vk (5%) + glu (2,5g/L) + GT: vi khuẩn (5%) + glucose (2,5g/L) + giá bám

3.4 Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh (2 dòng vi khuẩn) kết hợp với giá bám, sục khí đến hiệu quả loại bỏ nitơ, chuyển hoá phospho trong nước thải ở lò giết mổ gia cầm (mô hình 100-lít) [chỉ chứa 80 lít nước thải]

Dựa trên kết quả của thí nghiệm thùng thể tích 10-lít, tăng sinh 2 dòng vi khuẩn trên môi trường nước thải từ lò giết mổ gia cầm theo công thức [Vk+glu(2,5g/L)+khí+GT] và gọi tắt là Vk (cấp III), thời gian tăng sinh là 4 ngày, lượng Vk(cấp III) cần bổ sung vào mô hình 100 lít là 5%.

Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh Vk (cấp III), giá bám và sục khí đến hàm lượng NH_4^+ và PO_4^{3-}

Mật số vi khuẩn loại bỏ nitơ và vi khuẩn tích lũy poly-P được xác định trong nghiệm thức 3 (NT3) (Vk(cấp III)+khí+GT) và nghiệm thức 2 (NT2) (khí+GT) vào ngày 1, 2, 3 và 4 cho thấy mật số vi khuẩn tăng dần và dẫn đến tăng hiệu suất xử lý trong đó NT3 có mật số vi khuẩn tăng từ 4,18 \log_{10} cfu/mL lên là 6,02 \log_{10} cfu/mL và hiệu suất loại bỏ hàm lượng NH_4^+ từ 62,3% tăng lên 90% sau 24 giờ hay dưới 5 mg/L, dưới ngưỡng cho phép theo QCVN 40:2011/BTNMT (Hình 9). Sục khí cũng làm giảm lượng NH_4 trong nước thải nhưng bổ sung thêm vi khuẩn (NT3) làm giảm không những lượng ammonium mà còn cả lượng orthophosphate sau 24 giờ sau đó bổ sung 50% lượng nước thải mới (làm cho lượng ammonium và orthophosphate tăng lên), vi khuẩn cũng tiếp tục loại bỏ lượng ammonium và orthophosphate này trong suốt thời gian 4 ngày, điều này chứng tỏ sự hoạt động hữu hiệu của hai dòng vi khuẩn này trong việc loại bỏ N và P ở dạng ammonium và orthophosphate trong nước thải lò giết mổ gia cầm.



Hình 9: Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh {Vb(cấp III)}, giá bám và sục khí đến hàm lượng NH₄⁺ và PO₄³⁻

NT1: Đối chứng; NT2: Khí+GT: sục khí+giá thể; NT3: Vb(cấp III)(5%)+khí+GT: (5% vi khuẩn (cấp III)+sục khí+giá bám

Hàm lượng PO₄³⁻ ở nghiệm thức có bổ sung chế phẩm (NT3) có sự khác biệt ở mức ý nghĩa 1% so với các nghiệm thức trong thí nghiệm, mật số vi khuẩn tăng nên tăng khả năng chuyển hoá PO₄³⁻, thể hiện rõ ở nghiệm thức này (từ 4 mg/L xuống thấp hơn 1 mg/l) (Hình 9).

Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh {Vb (cấp III)+khí+GT}, giá bám và sục khí đến các chỉ tiêu: pH, COD, TSS, TN, TP, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻

Nghiệm thức có bổ sung chế phẩm (NT3) {Vb (cấp III)+khí+GT} cho hiệu suất xử lý NH₄⁺, PO₄³⁻ cao hơn so với nghiệm thức chỉ bổ sung bùn tự nhiên (NT2) (khí+GT), sau 1 ngày xử lý và cần xác định thêm các chỉ tiêu: pH, COD, TSS, TN, TP, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻ (Bảng 4). Các giá trị: pH, COD,

TSS, TN, TP giữa các NT3 và NT2 đạt chuẩn loại A theo QCVN 40:2011/BTNMT, là do vào mùa mưa và tất cả lượng nước mưa xung quanh khu vực lò giết mổ gia cầm Cát Tường được thu gom về hệ thống nên dẫn đến nguồn nước đưa vào xử lý đã được pha loãng. Nhưng các chỉ tiêu trong NT3 thấp hơn nhiều so với NT2. Điều này cho thấy có sự phân huỷ các hợp chất hữu cơ dưới tác động của các dòng vi khuẩn trong chế phẩm vi sinh bổ sung kết hợp với điều kiện oxy và giá bám nên cho hiệu quả xử lý cao hơn so với nghiệm thức không bổ sung chế phẩm vi sinh. Kết quả là sau 1 ngày xử lý, ở NT3, nước thải có màu trong hơn, bông bùn to và có màu gạch cho thấy vi khuẩn được duy trì (Hình 10).

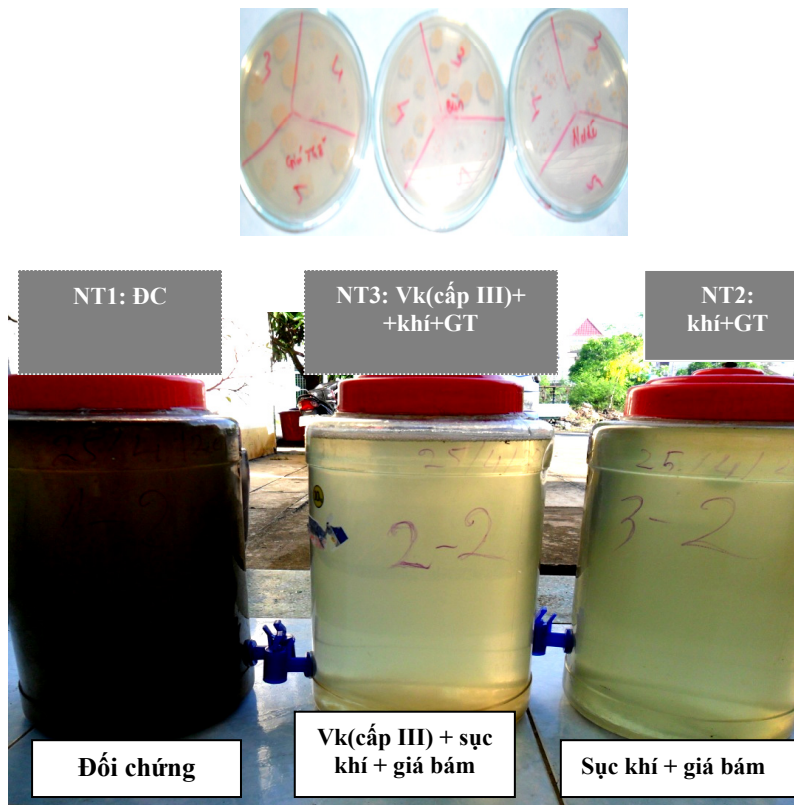
Bảng 4: Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh {Vb (cấp III)}, giá bám và sục khí đến chỉ tiêu: pH, COD, TSS, TN, TP, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻

| Chỉ tiêu | Giá trị trung bình của các nghiệm thức | | | QCVN40:2011/BTNMT | |
|---------------------------------------|--|------|------|-------------------|---------|
| | NT1 | NT2 | NT3 | A | B |
| pH | 7,3 | 8,1 | 8,1 | 6 - 9 | 5,5 - 9 |
| COD, mg/L | 45 | 27 | 27 | 75 | 150 |
| TSS, mg/L | 59,5 | 35,5 | 30,1 | 50 | 100 |
| TN, mg/L | 21,9 | 11,2 | 10,7 | 20 | 40 |
| TP, mg/L | 1,92 | 1,93 | 2,72 | 4 | 6 |
| N-NO ₂ ⁻ , mg/L | 1,35 | 0,95 | 0,81 | - | - |
| N-NO ₃ ⁻ , mg/L | 0,42 | 17,5 | 12,4 | - | - |

NT1: Đối chứng; NT2: Khí+GT: sục khí+giá thể; NT3: Vb(cấp III)(5%)+khí+GT: (5% vi khuẩn (cấp III)+sục khí+giá bám

Có thể kết luận rằng chế phẩm vi sinh cùng với các điều kiện thí nghiệm như có giá bám, sục khí, xử lý được nước thải từ lò giết mổ gia cầm ở mô

hình 100-lít đạt loại A theo QCVN40: 2011/BTNMT.



Hình 10: Ảnh hưởng của chế phẩm vi sinh, giá bám và sục khí đến hiệu quả loại bỏ nitơ và chuyển hoá phospho trong nước thải từ lò giết mổ gia cầm mô hình 100-lít

Theo thống kê của Yeltilnezsoy *et al.* (2011) hàm lượng COD, TSS, $\text{NH}_4^+\text{-N}$... trong nước thải lò giết mổ gia cầm ở Thổ Nhĩ Kỳ rất cao như 2380 mg/L (COD), 720 mg/l (TSS), 182 mg/l ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) và hàm lượng này còn tùy thuộc vào tỉ lệ lông, máu, phủ tạng của gia cầm... có tồn đọng trong nước thải này (Rajakumar *et al.* 2011). Tuy nhiên theo Zhan *et al.* (2009), nước thải lò giết mổ, đã qua xử lý hầm tự hoại, hàm lượng COD (1000 - 8000 mg/l), TSS (400 - 2000 mg/l), TN (150 - 400 mg/l), TP (20 - 80 mg/l), pH (> 8,2) còn khá cao và thành phần độc chất này trong nước thải lò giết mổ gia cầm ở TP. Mỹ Tho (Bảng 1) cũng có kết quả tương tự nhưng pH tương đối thấp. Vì vậy, cần loại bỏ N và P trong nước thải và chỉ tiêu khác như COD, TSS,... nước thải sau khi qua hầm tự hoại, lọc các chất rắn lớn... nước thải lúc này có hàm lượng N và P tương đối thấp đầu vào và sục khí ở lượng 0,8 L/phút kéo dài trong 110 ngày đã loại bỏ được 97% lượng COD, 95% lượng TN và 97% lượng TP so với đối chứng (Li *et al.* 2008) nhưng Zhan *et al.* (2009) cho rằng chỉ cần 10% khí bảo hòa, nước thải qua 2 công đoạn trong 1 ngày có 3 chu kỳ: sục khí ngắt quãng (intermittent aeration)

[chỉ có 0,2 l/phút khí từ 6 đến 7 giờ] và sục khí liên tục (continuous aeration) [0,4 đến 1,2 l/phút khí từ 60 đến 120 phút] đã loại bỏ 95% lượng TN ở công đoạn sục khí ngắt quãng và 91% lượng TN ở công đoạn sục khí liên tục trong mô hình thí nghiệm 10-L và thí nghiệm kéo dài trong 74 ngày. Trong quá trình xử lý nước thải lò giết mổ gia cầm ở Ấn Độ (kéo dài 147 ngày), Rajakumar *et al.* (2011) nhận thấy có sự xuất hiện của các hạt bùn hoạt tính (sludge granules) trong đó chứa nhiều 2 loại cô vi khuẩn *Methanosarcina* và *Methanosaeta* và vai trò của chúng trong xử lý nước thải lò giết mổ gia cầm được ghi nhận. Trước đây Su *et al.* (2006) và Joo *et al.* (2006) đã phân lập vi khuẩn *Pseudomonas* sp. và *Alcaligenes faecalis* là 2 loài vi khuẩn dị dưỡng, nitrate hóa và phân nitrate-hóa trong điều kiện có oxy và họ đã ứng dụng chúng trong việc loại bỏ N trong nước thải trại chăn nuôi ở Đài Loan và Hàn Quốc rất thành công. Gần đây Kundu *et al.* (2012) đã phân lập được loài vi khuẩn *Achromobacter xylosoxidans* S18 trong nước thải lò giết mổ ở Ấn Độ và ứng dụng loài vi khuẩn này đã loại bỏ gần 100% lượng $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (từ 130 mg/l xuống 0 mg/l) và COD (từ 1800 mg/l xuống còn 150 mg/l) trong

nước thải chỉ trong 24 giờ. Những kết quả của chúng tôi cho thấy khi ứng dụng thành công loài vi khuẩn *Pseudomonas stutzeri* loại bỏ N trong nước ao cá tra nhiễm ammonium cao (Cao Ngọc Diệp *et al.* 2009) và loài vi khuẩn này kết hợp cùng với vi khuẩn tích lũy poly-P *Bacillus subtilis* đã giảm lượng $\text{NH}_4^+\text{-N}$, TN, TP, orthophosphate, nitrite, nitrate trong nước thải trại chăn nuôi heo đạt loại B của QCVN40 sau 6 ngày sục khí lên tục (có giá bám) và lần lượt thay 50% lượng nước thải mới với nguồn carbon hiệu quả nhất là acid acetic (thay vì glucose)(Cao Ngọc Diệp và Nguyễn Tiến Sĩ, 2013). Qua các kết quả trên thế giới cũng như trong nước cho thấy sử dụng biện pháp sinh học trong đó có vai trò của vi khuẩn dị dưỡng, nitrát-hóa và phản nitrát-hóa như hai loài vi khuẩn chuyển hóa N *Pseudomonas stutzeri* và vi khuẩn tích lũy poly-P *Bacillus subtilis* có thể loại bỏ N và P trong nước thải lò giết mổ gia cầm.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

Chế phẩm vi sinh, bao gồm hai dòng vi khuẩn chuyển hóa N *Pseudomonas stutzeri* và vi khuẩn tích lũy poly-P *Bacillus subtilis* được nhân sinh khối bằng chính nước thải lò mổ gia cầm, kết hợp với sục khí và có giá bám cho hiệu quả xử lý nước thải từ lò giết mổ gia cầm cao với các chỉ tiêu đạt chuẩn loại A theo QCVN 40: 2011/BTNMT, thời gian lưu nước là 8 giờ. Tuy nhiên, cần tối ưu hoá mật số vi khuẩn, loại giá thể và quá trình bảo quản chế phẩm vi sinh trong điều kiện môi trường tự nhiên nhưng không làm ảnh hưởng đến hoạt tính cũng như hiệu quả xử lý.

4.2 Đề xuất

Ứng dụng chế phẩm sinh học xử lý nhiều loại nước thải khác và với thể tích lớn hơn để có thể đánh giá và kết luận một cách vững chắc hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường. 2011. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp - QCVN 40:2011/BTNMT.
2. Cao Ngọc Diệp, Phạm My Cam, Nguyễn Hoài Vung, Tô Thị Lai and Nguyễn Thị Xuân My. 2009. Isolation of *Pseudomonas stutzeri* in wastewater of catfish fish-ponds in the Mekong Delta and its application for wastewater treatment. Bioresource Technology 100:3787-3791.
3. Cao Ngọc Diệp và Nguyễn Thị Hoàng Nam. 2012. Ứng dụng vi khuẩn *Pseudomonas*

stutzeri và *Acinetobacter lwoffii* loại bỏ amoni trong nước thải từ rác hữu cơ. Tạp chí Khoa học, số 22b: 1-8.

4. Cao Ngọc Diệp và Nguyễn Tiến Sĩ. 2013. Ứng dụng vi khuẩn loại bỏ nitơ và vi khuẩn tích lũy polyphosphate trong xử lý nước thải chăn nuôi heo (sau biogas). Tuyển tập báo cáo hội nghị công nghệ sinh học vùng Đồng bằng sông Cửu Long 2013 tổ chức ngày 5 tháng 12 năm 2013 tại Đại học Cần Thơ, trang: 351-359.
5. Hoben, H.J and P. Somasegaran. 1982. Comparison of Pour, Spread and Drop Plate Methods for Enumeration of *Rhizobium* spp. in Inoculants made from Presterilized peat, Appl. Environ. Microbiol., (44):1246-1247.
6. Joo, H.S., M. Hirai and M Shoda. 2006. Piggery wastewater treatment using *Alcaligenes faecalis* strain no. 4 with heterotrophic nitrification and aerobic denitrification. Water Res. 40:3029-3036.
7. Kundu, P., A. Pramanik, S. Mitra, J. D. Choudhury, J. Mukherjee and S. Mukherjee. 2012. Heterotrophic nitrification by *Achromobacter xylosoxidans* S18 isolated from a small-scal slaughterhouse wastewater. Bioprocess Biosyst. Eng. 35:721-728.
8. Lê Quang Khôi và Cao Ngọc Diệp. 2013. Phân lập và phân tích sự đa dạng vi khuẩn tích lũy polyphosphate trong chất thải trại chăn nuôi heo ở Đồng bằng sông Cửu Long. Nông nghiệp và Phát triển nông thôn – kỳ 2-tháng 5/2013.
9. Li, J., M.G. Healy, X. Zhan, D. Norton and M. Rodgers. 2008. Effect of Aeration Rate on Nutrient Removal from Slaughterhouse Wastewater in Intermittently Aerated Sequencing Batch Reactors. Water Air Soil Pollut. 192:251-261.
10. Rajakumar, R., T. Meenambal, J. R. Banu and I.T. Yeom. 2011. Treatment of poultry slaughterhouse wastewater in upflow anaerobic filter under low upflow velocity. Int. J. Environ. Sci. Tech. 8(1):149-158.
11. Sidat, F.M., B. Bux and H.C. Kasan. 1999. Polyphosphate accumulation by bacteria isolated from activated sludge. Centre for Water and Wastewater Research, Technikon Natal, PO Box 953, Durban 4000, South Africa. Water SA 25(2):175-179.

12. Su, J.J, B.Y. Liu, J. Lin and C.P. Yang. 2001. Isolation of an aerobic denitrifying bacterial strain NS-2 from the activated sludge of piggery wastewater treatment systems in Taiwan possessing denitrification under 92% oxygen atmosphere. *Journal of Applied Microbiology*, 91: 853-860.
13. Watanabe, F.S. and S.R. Olsen. 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO_3 from soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 29: 677-678.
14. Yetilmezsoy, K., I. Turkdogan-Aydinol, A. Gunay and I. Odis. 2011. Post Treatment of poultry slaughterhouse wastewater and appraisal of the economic outcome. *Environmental Engineering and Management J.* 6(11):1635-1645.
15. Zhan, X., M.G. healy and J. Li. 2009. Nitrogen removal from slaughterhouse wastewater in a sequencing batch reactor under controlled low DO conditions, *Bioprocess Biosyst. Eng.* 32:607-614.