

CHẤT THẢI Bùn AO NUÔI Tôm: THỜI GIAN RỬA MẶN VÀ SỰ BIẾN ĐỘNG DƯỠNG CHẤT

Tất Anh Thư và Võ Thị Guơng¹

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the time needed to leach salinity in sludge sediment of shrimp ponds in combination with changes of soil nutrients in crop production. Twelve samples of waste sediment were collected to measure the changes of salinity and of nutrient status. These samples were taken from three different shrimp cultivation patterns: intensive, semi-intensive and extensive shrimp cultivation. Results showed that after three months of raining, the waste sediment of intensive shrimp ponds reached below the critical point level of salinity in soil whereas the rest two shrimp cultivations needed only one or two months. Concerning the concentration of nutrients, available phosphate, available nitrogen, and labile nitrogen decreased after three months of raining. However, these nutrients in the intensive cultivation type still remained rich compared to the semi-intensive and the extensive cultivation types. Based on these results, the sludge sediment in the shrimp cultivation are rich in nutrients for plants. They can be used for agricultural production after leaching away the salinity in soil in a duration of one to three months in rainy season.

Keywords: Salinity leaching, sodification, soil nutrient, sludge sediment, intensive shrimp culture

Title: Sludge sediment in shrimp ponds: Salinity leaching and nutrients changes

TÓM TẮT

Mục đích nghiên cứu của đề tài là đánh giá sự rửa mặn và sự thay đổi hàm lượng dưỡng chất theo thời gian rửa mặn của bùn thải ao nuôi tôm cho sử dụng trong canh tác cây trồng. Mười hai mẫu đất bùn thải đáy ao nuôi tôm của mô hình canh tác tôm thâm canh, bán thâm canh và quảng canh cải tiến được sử dụng cho sự đánh giá giảm độ mặn và thành phần dinh dưỡng trong bùn đáy ao theo thời gian rửa mặn tự nhiên. Kết quả cho thấy độ mặn của mẫu bùn giảm xuống dưới ngưỡng mặn và sodic sau ba tháng rửa mặn đối với mô hình tôm thâm canh và một đến hai tháng đối với mô hình tôm bán thâm canh và quảng canh cải tiến. Hàm lượng các chất dinh dưỡng ở dạng hữu dụng trong các mẫu bùn thải đáy ao như lân dễ tiêu, đạm hữu dụng, đạm hữu cơ dễ phân hủy giảm sau ba tháng đầu mùa mưa. Tuy nhiên, hàm lượng dinh dưỡng trong bùn thải ao nuôi tôm thâm canh vẫn còn ở khoảng khá giàu, cao hơn so với bùn thải ao nuôi tôm của hai mô hình còn lại. Bùn thải ao nuôi tôm có thể sử dụng cho sản xuất nông nghiệp qua rửa mặn tự nhiên trong mùa mưa khoảng một đến ba tháng.

Từ khóa: Rửa mặn, sodic hóa, dưỡng chất trong đất, bùn thải ao, thâm canh tôm

1 GIỚI THIỆU

Sau mỗi vụ nuôi tôm lượng bùn tích lũy trong ao khá lớn. Theo Vũ Thị Hiền (2004) ước tính mỗi ha tôm hằng năm sẽ cho ra khoảng 1,5-2 tấn bùn thải. Lớp bùn thải này được tạo thành từ sự tích lũy các chất hữu cơ, vật chất vô cơ, thức ăn thừa, các chất

¹ Bộ môn Khoa học đất, Khoa NN & SHƯĐ, Trường Đại học Cần Thơ

bài tiết từ tôm, vi sinh vật hoặc xác bã của các phiêu sinh thực vật... Ngoài ra còn có các chất hóa học xử lý ao nuôi như vôi thuốc tím, clorin... Chất bùn thải này chưa qua xử lý và còn mang nhiều mầm bệnh. Vì vậy, nguy cơ gây ô nhiễm trở lại ao nuôi tôm và môi trường xung quanh ao là rất lớn. Trong canh tác thủy sản, đất đáy ao và sự tích lũy bùn đáy ao là một yếu tố rất quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng nước ao nuôi và sức khỏe của đối tượng nuôi. Các nghiên cứu Briggs và Funge-Smith (1994); Hopkins *et al.* (1994); Smith (1996); Hu *et al.* (2001); Boyd *et al.* (2002) cho thấy hàm lượng chất dinh dưỡng trong bùn đáy ao khá cao. Nếu tận dụng được nguồn bùn thải này cho canh tác nông nghiệp hoặc bồi thêm vào đất để canh tác rau màu, tận dụng được nguồn dinh dưỡng đáng kể, đồng thời giúp giảm được ô nhiễm môi trường góp phần phát triển tốt hơn trong nuôi tôm. Vấn đề đặt ra là bùn thải ao nuôi tôm là bùn có chứa hàm lượng muối cao sẽ gây bất lợi đến sự sinh trưởng phát triển cây trồng. Để sử dụng nguồn bùn thải này thì cần thời gian bao lâu có thể rửa mặn, đất bùn ao có trở nên sodic hóa không và sự thay đổi hàm lượng chất dinh dưỡng trong bùn đáy ao nuôi tôm qua rửa trôi theo thời gian như thế nào. Thí nghiệm thực hiện nhằm cung cấp số liệu giúp sáng tỏ các vấn đề nêu trên.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thí nghiệm được thực hiện tại hai huyện Vĩnh Châu và Mỹ Xuyên Sóc Trăng thuộc hai vùng sinh thái (vùng II và vùng III). Vùng sinh thái II là vùng nhiễm mặn theo thời gian và vùng sinh thái III là vùng nhiễm mặn quanh năm. Mẫu bùn thải ao nuôi tôm được thu trên ba mô hình canh tác tôm là mô hình thâm canh, bán thâm canh và quảng canh cải tiến. Mỗi mô hình được chọn 4 ruộng tôm khác nhau. Mẫu bùn thải đáy ao được thu làm 4 thời gian như sau:

Đợt 1 được thu vào lúc nông dân bắt đầu sên vét lớp bùn đáy ao đưa lên bờ, chuẩn bị vụ nuôi mới (3/2007). Bùn thải được thu, sau đó trộn đều và trải ra thành luống với diện tích 5 x 5m² với độ dày khoảng 10cm để khảo sát sự thay đổi độ mặn và thành phần dinh dưỡng theo thời gian rửa trong mùa mưa.

Đợt 2: thu vào thời điểm bắt đầu mưa tương ứng với thời điểm nông dân bắt đầu nuôi thả tôm (6/2007).

Đợt 3 và đợt 4 được thu vào thời điểm 2 tháng và 3 tháng sau khi mưa tương ứng với giai đoạn tôm được 2 tháng và 3 tháng sau khi thả nuôi.

Chất thải bùn ao sau khi thu được phơi khô trong không khí tại nhiệt độ phòng (28-30°C), nghiền qua rây 0,5mm dùng trong phân tích một số chỉ tiêu hóa học đất như EC, pH, Na trao đổi, CEC, N hữu dụng, P hữu dụng, N hữu cơ dễ phân hủy.

2.1 Các phương pháp phân tích

pH, EC được đo bằng điện cực với tỷ lệ ly trích đất nước là 1:5. Lân hữu dụng trong đất được xác định theo phương pháp Olsen với dung dịch trích NaHCO₃ (pH=8,5). Đạm hữu dụng trong bùn thải ao tôm được ly trích bằng KCl 2M (w/v là 1:10), hàm lượng đạm ammonium có trong dung dịch trích được xác định theo phương pháp blue indophenol so màu ở bước sóng 640nm và đạm nitrate NO₃⁻ được xác định theo phương pháp hydrazine sulfate so màu ở bước sóng 543nm. Đạm hữu cơ dễ phân hủy trong bùn thải ao tôm được xác định theo phương pháp

thủy phân mẫu bùn trong KCl 2M ở nhiệt độ 100°C. Hàm lượng NH₄⁺-N được xác định bằng chưng cất theo phương pháp Kjeldahl và chuẩn độ với H₂SO₄ 0,0025M (Gianello và Bremner, 1986). Phần trăm natri trao đổi trên phức hệ hấp thu (ESP) được phân tích theo phương pháp của Klute (1987), mẫu trước khi phân tích được rửa mặn để loại bỏ nguồn muối có trong dung dịch đất. Khả năng hấp phụ cation (CEC) xác định bằng dung dịch trích BaCl₂ 0,01M không đệm, chuẩn độ bằng EDTA 0,01M.

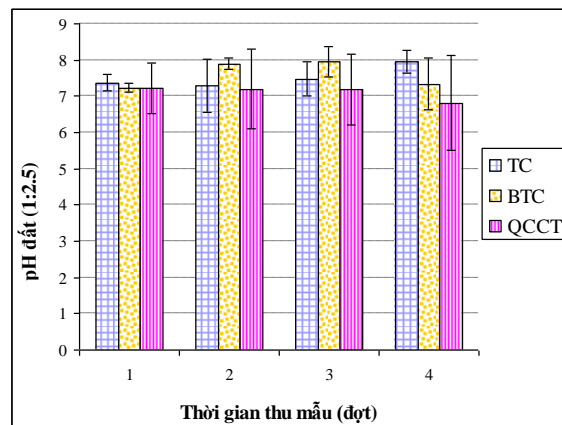
2.2 Xử lý số liệu

Phần mềm Microsoft Excel được sử dụng để tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn giữa các nghiệm thức. Phân tích ANOVA và so sánh sự khác biệt giữa các mô hình canh tác theo thời gian dùng phép kiểm định LSD 5%. Số liệu được xử lý dựa trên phần mềm thống kê MSTATC. Các số liệu được phân tích thống kê theo cách bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên.

3 KẾT QUẢ THẢO LUẬN

3.1 pH của chất thải bùn ao tôm theo thời gian

Kết quả trình bày ở hình 1 cho thấy pH đất biến động trong khoảng 6,9-8,0. Giữa ba mô hình nuôi tôm không khác biệt về pH đất, không có sự khác biệt pH đất theo thời gian giữa ba mô hình và cũng không có sự khác biệt theo thời gian trong từng mô hình canh tác. Điều này có thể đánh giá là chất thải từ bùn ao vuông tôm không có chứa pyrite hoặc đất không trong tình trạng khử cao để có thể giảm pH đất khi đất được oxyt hóa trong điều kiện để khô. Nhìn chung pH đất nằm trong khoảng khá phù hợp cho sự sinh trưởng, phát triển của cây trồng và hoạt động của vi sinh vật.

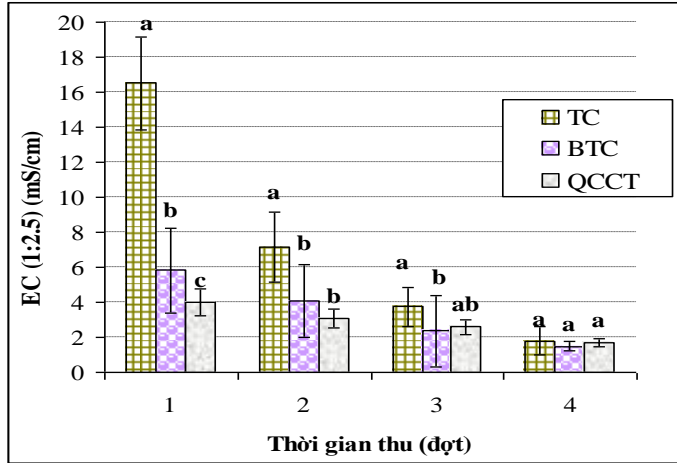


Hình 1: Sự thay đổi pH của bùn thải ao nuôi tôm theo thời gian. Đợt 1: lúc sên vét ao, đợt 2: khi bắt đầu mưa, đợt 3: vào thời điểm hai tháng sau khi mưa và đợt 4: 3 tháng sau khi bắt đầu mùa mưa

3.2 Sự thay đổi độ mặn trong đất bùn ao

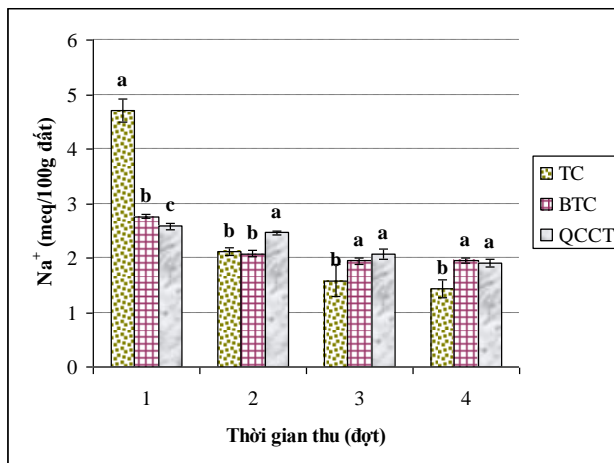
Độ dẫn điện của đất (EC) là một trong các chỉ tiêu đánh giá độ mặn trong đất. Kết quả trình bày ở hình 2 cho thấy sự giảm độ mặn trong đất theo thời gian. Đất bùn ao trong mô hình tôm thâm canh có độ mặn cao nhất. Theo thời gian rữa, độ mặn giảm đến ba tháng sau khi mưa, EC trong đất dưới 4 mS.cm⁻¹. Khoảng EC này độ

mặn không ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng (Slavich và Petterson, 1990). Hai mô hình bán thâm canh và quảng canh cải tiến có sự thay đổi EC của bùn thải ao nuôi tôm với thời gian rửa mặn nhanh hơn. Khi bắt đầu mùa mưa, EC trong đất đã giảm dưới ngưỡng 4 mS.cm⁻¹. Riêng mô hình bán thâm canh, vào thời điểm hai tháng sau mưa, đất bùn ao nuôi tôm được xem đã rửa mặn thích hợp cho cây trồng phát triển.



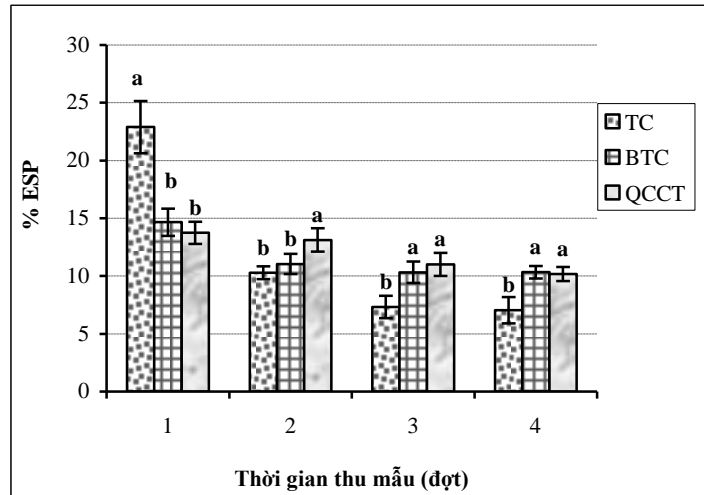
Hình 2: Sự thay đổi EC của bùn thải ao nuôi tôm theo thời gian. Các chữ số khác nhau trong cùng một đợt thu mẫu khác biệt có ý nghĩa thống kê (LSD 5 %). *đợt 1: lúc sên vét ao, đợt 2: khi bắt đầu mùa mưa, đợt 3: vào thời điểm hai tháng sau khi mưa và đợt 4 thu vào 3 tháng sau khi bắt đầu mùa mưa*

Tương tự với sự thay đổi EC trong đất, hàm lượng muối natri trao đổi trong đất (Hình 3) giảm dần theo thời gian. Mô hình tôm thâm canh có hàm lượng Na⁺ rất cao (4,70 meq/100g) và khác biệt có ý nghĩa so với mô hình bán thâm canh và quảng canh cải tiến. Hàm lượng muối Na cao trong đất làm mất ổn định cấu trúc đất, các phân tử đất dễ bị phân tán, giảm khả năng thấm nước của đất, đất bị nén dễ và gây ảnh hưởng bất lợi sự sinh trưởng phát triển của cây trồng và hoạt động của vi sinh vật trong đất (Rowell và Dimitrios, 2002; Walworth, 2006; Horneck *et al.*, 2007). Theo thời gian rửa, lượng Na⁺ trao đổi trên mô hình nuôi tôm thâm canh giảm nhanh hơn so hai mô hình còn lại.



Hình 3: Sự giảm lượng natri trao đổi của bùn thải ao nuôi tôm theo thời gian. Các chữ số khác nhau trong cùng một đợt thu mẫu khác biệt có ý nghĩa thống kê (LSD 5 %). *đợt 1: lúc sên vét ao, đợt 2: khi bắt đầu mùa mưa, đợt 3: vào thời điểm hai tháng sau khi mưa và đợt 4 thu vào 3 tháng sau khi bắt đầu mùa mưa*

Để đánh giá sự thay đổi về tình trạng sodic của đất, trị số phần trăm Sodium trao đổi trên phức hệ hấp thụ (ESP) được tính toán trên cơ sở khả năng hấp thụ cation của đất. Đất bùn ao trong mô hình thâm canh tôm có trị số ESP trên 16 thuộc nhóm bị sodic hóa (ngưỡng ESP sodic hóa là 15, Theo Horneck *et al.*, 2007). Sau khi bắt đầu mùa mưa, lượng Na trao đổi đã giảm đưa đến giảm ESP xuống dưới ngưỡng đất bị Sodic hóa. Kết quả này đánh giá khả năng rửa mặn của đất bùn đáy ao nuôi tôm trong mùa mưa rất tốt. Có lẽ đất bùn ao tôm có lượng chất hữu cơ khá, khoảng 3,5%, đất tơi xốp là yếu tố quan trọng giúp sự rửa mặn có hiệu quả nhanh. Hai mô hình bán thâm canh và quảng canh cải tiến có trị số ESP dưới ngưỡng Sodic hóa (Hình 4).

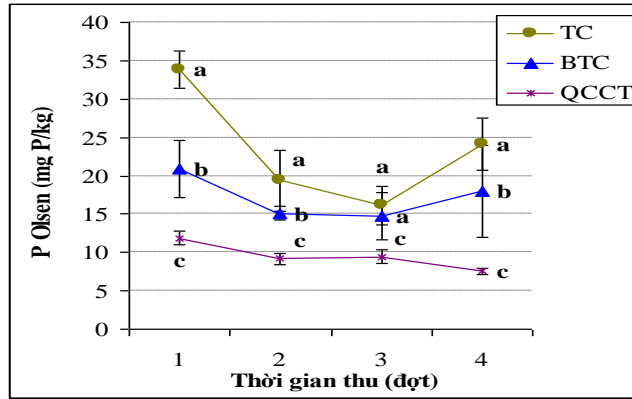


Hình 4: Sự giảm trị số ESP của bùn thải ao nuôi tôm theo thời gian. Các chữ số khác nhau trong cùng một đợt thu mẫu khác biệt có ý nghĩa thống kê (LSD 5%), đợt 1: lúc sên vét ao, đợt 2: khi bắt đầu mùa mưa, đợt 3: vào thời điểm hai tháng sau khi mưa và đợt 4 thu vào 3 tháng sau khi bắt đầu mùa mưa

3.3 Sự thay đổi hàm lượng lân hữu dụng của bùn thải ao nuôi tôm theo thời gian

Kết quả phân tích hàm lượng lân hữu dụng trên đất bùn thải ba mô hình nuôi tôm cho thấy hàm lượng lân hữu dụng có xu hướng thay đổi theo thời gian (Hình 5). Hàm lượng lân hữu dụng ở mẫu bùn thải ao nuôi tôm thâm canh và bán thâm canh được đánh giá là cao và bùn thải mô hình quảng canh cải tiến có hàm lượng lân hữu dụng xếp loại trung bình theo thang đánh giá của Hazelton và Murphy (2007).

Hàm lượng lân hữu dụng trong đất bùn thải ao nuôi tôm có xu hướng giảm dần theo thời gian có thể là do ở giai đoạn này đất ở trong tình trạng thoáng khí, nên khả năng khoáng hóa lân cao, hoặc có thể bị vi sinh vật sử dụng hoặc vi sinh vật đồng hóa (Kadlec và Knight, 1996; Reddy *et al.*, 1999) hoặc có thể lân ở trong tình trạng kết tủa với calci trong đất và dễ bị rửa trôi do tác động của mưa (Enell và Löfgren, 1988; Havlin *et al.*, 1999). Nhìn chung, lân hữu dụng trong bùn thải ao tôm giảm theo thời gian rửa mặn. Tuy nhiên, lượng lân hữu dụng trong bùn ao tôm thâm canh và bán thâm canh vẫn còn trong nhóm khá giàu P (lớn hơn 20 ppm P). Riêng P hữu dụng trong đất bùn thải ao tôm quảng canh cải tiến giảm xuống ở mức trung bình.

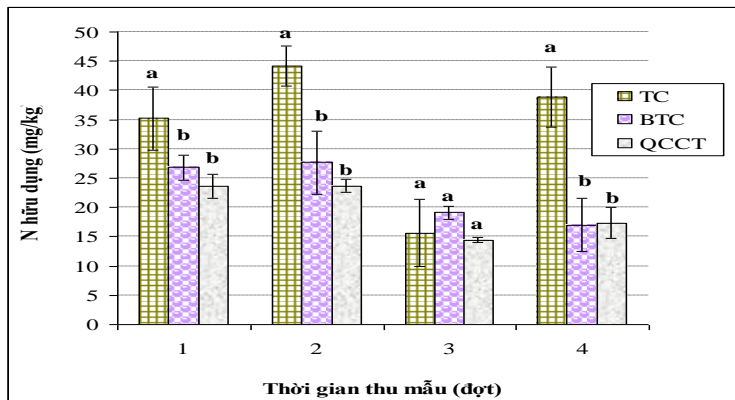


Hình 5: Biến động hàm lượng lân hữu dụng của chất thải bùn ao nuôi tôm theo thời gian.

Các chữ số khác nhau trong cùng một đợt thu mẫu khác biệt có ý nghĩa thống kê (LSD 5 %), đợt 1: lúc sên vét ao, đợt 2: khi bắt đầu mưa, đợt 3: vào thời điểm hai tháng sau khi mưa và đợt 4 thu vào 3 tháng sau khi bắt đầu mùa mưa

3.4 Biến động hàm lượng đạm hữu dụng trong bùn thải ao nuôi tôm theo thời gian

Kết quả phân tích mẫu bùn thải của ba mô hình canh tác cho thấy có sự thay đổi hàm lượng đạm hữu dụng trong đất theo thời gian (Hình 6). Hàm lượng đạm hữu dụng trong đất bùn đáy ao phụ thuộc nhiều vào các yếu tố khác nhau như lượng đạm ban đầu trong đất bùn ao, chất lượng chất hữu cơ... Ở mô hình nuôi tôm thâm canh hàm lượng đạm hữu dụng có xu hướng nhanh tăng sau đó giảm mạnh và tiếp tục tăng cao trở lại. Mô hình nuôi tôm bán thâm canh và quảng canh cải tiến hàm lượng đạm ammonium biến động tương đối ít hơn so với mô hình nuôi tôm thâm canh. Sự khác nhau này có thể là do chất lượng chất hữu cơ, trong đó thành phần N hữu cơ dễ phân hủy góp phần tạo sự biến động này (Zhengxia *et al.*, 1995 và Haynes, 1999). Đạm hữu dụng trong các mẫu bùn thải ao tôm thâm canh tăng có thể do ở thời điểm này đã xảy ra quá trình khoáng hóa đạm trong đất. Sau đó đạm trong bùn đáy ao giảm qua rửa trôi, đạm bị cố định trong phiên sét, hoặc bốc hơi ở dạng NH₃ dưới điều kiện pH cao (Tiedje, 1990; Hargreaves, 1998).

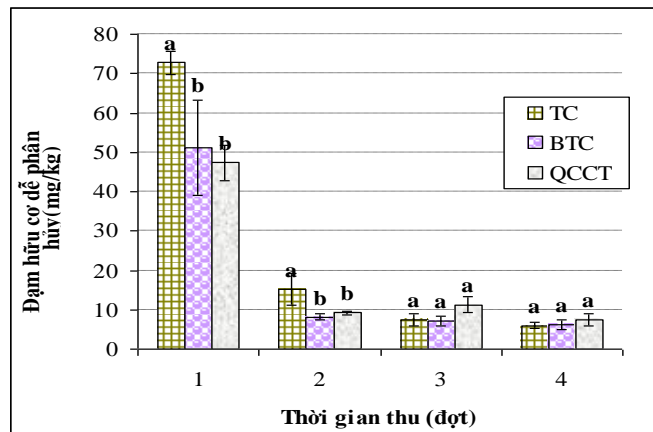


Hình 6: Biến đổi hàm lượng đạm hữu dụng mg (NH₄⁺-N + NO₃⁻-N)/kg trong chất thải bùn ao nuôi tôm theo thời. Các chữ số khác nhau trong cùng một đợt thu mẫu khác biệt có ý nghĩa thống kê (LSD 5 %) đợt 1: lúc sên vét ao, đợt 2: khi bắt đầu mưa, đợt 3: vào thời điểm hai tháng sau khi mưa và đợt 4 thu vào 3 tháng sau khi bắt đầu mùa mưa

Tóm lại, mô hình nuôi tôm thâm canh có hàm lượng đạm hữu dụng cao nhất. Sau ba tháng rửa nặm trong điều kiện tự nhiên, đạm hữu dụng có khuynh hướng giảm thấp. Tuy nhiên, hàm lượng đạm hữu dụng trong bùn thải ao tôm thâm canh thuộc nhóm giàu N theo đánh giá của Marx *et al.* (1999); Esteban (2000) (trên 30mg/kg).

3.5 Sự thay đổi hàm lượng đạm hữu cơ dễ phân hủy của các chất thải bùn đáy ao nuôi tôm theo thời gian

Kết quả trình bày ở hình 7 cho thấy có sự thay đổi hàm lượng đạm hữu cơ dễ phân hủy trong bùn thải ao tôm theo thời gian. Nhìn chung, cả 3 mô hình nuôi tôm đều có hàm lượng đạm hữu cơ dễ phân hủy cao nhất ở thời điểm bắt đầu thu mẫu, sau đó hàm lượng đạm hữu cơ dễ phân hủy giảm dần từ khi bắt đầu mưa, nghĩa là sau ba tháng sên vét đưa bùn ao lên bờ. Sự giảm lượng đạm hữu cơ dễ phân hủy trong bùn thải ao tôm do khoáng hóa trong đất. Chất thải bùn ao của ao nuôi tôm thâm canh hàm lượng đạm hữu cơ dễ phân hủy cao nhất (72,73mg NH₄⁺-N/kg), kế đến là chất thải của bùn ao nuôi tôm bán thâm canh (51,15 73mg NH₄⁺-N/kg) và thấp nhất là chất thải của bùn ao nuôi tôm quảng canh cải tiến (47,30 mg NH₄⁺-N/kg). Đạm hữu cơ dễ phân hủy trong đất được xem như là chất lượng chất hữu cơ trong đất, có tương quan chặt với sự khoáng hóa đạm trong đất (R²= 0,71) hơn là hàm lượng chất hữu cơ (Janzen *et al.*, 1992, Tất Anh Thu, 2003). Theo Gianello và Bremmer (1986); Groot và Houba (1995) có thể dựa vào thành phần N hữu cơ dễ phân hủy để dự đoán khả năng cung cấp N của đất. Tuy nhiên, theo Sano *et al.* (2004) hàm lượng đạm hữu cơ dễ phân hủy được xem như là thành phần không bền, có thể thay đổi nhanh và phụ thuộc nhiều vào loại đất, điều kiện môi trường, cách sử dụng đất và quản lý đất (Biederbeck *et al.*, 1994; Yanai *et al.*, 1998).



Hình 7: Sự thay đổi hàm lượng N labile (NH₄⁺-Nmg/kg) của các chất thải bùn ao nuôi tôm. Các chữ số khác nhau trong cùng một đợt thu mẫu khác biệt có ý nghĩa thống kê (LSD 5 %), đợt 1: lúc sên vét ao, đợt 2: khi bắt đầu mưa, đợt 3: vào thời điểm hai tháng sau khi mưa và đợt 4 thu vào 3 tháng sau khi bắt đầu mùa mưa

4 KẾT LUẬN

Đất bùn thải đáy ao nuôi tôm nếu được rửa qua mưa ở điều kiện tự nhiên đạt hiệu quả tốt. Đất bùn ao trong mô hình tôm thâm canh có độ mặn thích hợp cho một số cây trồng sau hai tháng rửa mặn. Thể hiện qua giá trị EC, Na trao đổi trong đất và ESP đều dưới ngưỡng mặn gây hại cho cây trồng (EC<4mS/cm, ESP<15). Đất bùn

ao trong hai mô hình bán thâm canh và quảng canh cải tiến được rửa mặn hoàn toàn vào hai tháng sau mưa.

Hàm lượng các chất dinh dưỡng ở dạng hữu dụng trong các mẫu bùn thải đáy ao có giảm theo thời gian nhưng vẫn còn hàm lượng khá cao như lân hữu dụng, đạm dễ tiêu. Bùn thải đáy ao nuôi tôm thâm canh có hàm lượng cao hơn hai mô hình còn lại.

Bùn thải ao nuôi tôm có thể sử dụng cho sản xuất nông nghiệp qua rửa mặn tự nhiên sau 3 tháng đối với mô hình tôm thâm canh và 1-2 tháng đối với mô hình tôm bán thâm canh và quảng canh cải tiến.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Biederbeck, V.O., H.H. Janzen, C.A. Campbell, and R.P. Zentner (1994). Labile soil organic matter as influenced by cropping practices in an arid environment. *Soil Biol. Biochem.* 26:1647–1656
- Boyd C.E.; C.W. Wood and Taworn Thunjai (2002). Aquaculture pond bottom soil quality management. Pond dynamic/ Aquaculture collaborative research support program. Oregon state University, Corvallis, Oregon 97331-1641. www.pdacrsp.Orst.edu .
- Briggs, M.R.P., S.J. Funge-Smith (1994). A nutrient budget of some intensive marine shrimp ponds in Thailand. *Aquac. Fish. Manage.* 25, 789–811.
- Enell, M. and S. Löfgren (1988). Phosphorus in interstitial water: methods and dynamics. *Hydrobiologia* 170:103-132.
- Gianello, C., and J.M. Bremner (1986). Comparison of chemical methods of assessing potentially available organic nitrogen in soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 17, 215-236.
- Esteban Herrera. (2000). Soil Test Interpretations. Guide A-122. Extension Horticulturist. New Mexico State University is an equal opportunity/affirmative action employer and educator. NMSU and the U.S. Department of Agriculture cooperating Cooperative Extension Service College of Agriculture and Home Economics. Reprinted May 2000.
- Gianello, C., and J.M. Bremner (1986). Comparison of chemical methods of assessing potentially available organic nitrogen in soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 17, 215-236.
- Groot, J.R., and V.J.G. Houba (1995). A comparison of different indices of nitrogen mineralization. *Biol. Fertil. Soils* 19, pp. 1-9.
- Hargreaves, J.A. (1998). Nitrogen biochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture* 166, 181–212.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson (1999). *Soil Fertility and Fertilizers*. 6th Edition. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ. 499 p.
- Haynes, J. R. (1999). Labile organic matter as an indicator of organic matter quality in arable and pastoral soils New Zealand. *Soil Biology and Biochemistry* 32 (2000), pp. 211-219.
- Hazelton, P. and B. Murphy (2007). *Interpreting soil test results*, What do all the numbers mean?, CSIRO, Collingwood VIC.
- Hopkins, J.S., P.A. Sandifer, and C.L. Browdy. 1994. Sludge management in intensive pond culture of shrimp: effects of management regime on water quality, sludge characteristics, nitrogen extinction, and shrimp production. *Aquacult. J. Eng.* 13: 11-30.
- Horneck, D.A., J.W. Ellsworth, B.G. Hopkins, D.M. Sullivan and R.G. Stevens. (2007). Managing salt- affect soil for crop production. PNW. 601-E. November 2007. A Pacific Northwest Extension publication Oregon State University, University of Idaho, Washington Sate University.

- Hu W.F., W. LO, H. Chua, S.N. SIN, and P.H.F. YU. (2001). Nutrient release and sediment oxygen demand in a eutrophic land-locked embayment in Hong Kong. *Environment International* 26 (2001) 369-375.
- Janzen, H.H., C.A. Campbell, S.A. Brandt, G.P. Lafond, and L. Townley-Smith (1992). Light fraction organic matter in soils from long-term crop rotations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:1799–1806
- Kadlec R.H., and R.L. Knight (1996). *Treatment wetlands*. Boca Raton, FL: CRC/ Lewis Publishers; 1996.
- Klute, A. (1986). *Methods of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods*. Soil sci. Soc. AM. J. Madison, Wisconsin, USA.
- Marx, E.S., J. Hart and R.G. Stevens. (1999). *Soil test interpretation guide*. Extension work is a cooperative program of Oregon State University, the U.S. Department of Agriculture, and Oregon counties. Oregon State University Extension Service is an Equal Opportunity Employer. Published August 1996. Reprinted August 1999.
- Reddy K. R, R. H. Kadlec, E. Flaig, P.M. Gale (1999). Phosphorus retention in streams and wetlands: a review. *Crit Rev Environ Sci Technol* 1999;29:83-146.
- Rowell David, Pateras Dimitrios (2002). Diffusion and cation exchange during the reclamation of saline - structured. *Soils Geoderma* 107. (2002) 271-279.
- Sano Shuji , Junta Yanai and Takashi Kosaki. (2004). Evaluation of soil nitrogen status in japanese agriculture lands with reference to land use and soil types. *Soil Science and Plant Nutrition* (2004) 50, 501-510.
- Slavich, P.G., and G.H. Petterson (1990). Estimating average rootzone salinity from electromagnetic induction (EM-38) measurements. *Aust. J. Soil Res.* 28: 453-63.
- Smith Paul T., (1996). Physical and chemical characteristics of sediments from prawn farms and mangrove habitats on the Clarence River, Australia. *Aquaculture* 146 (1996) 47-83.
- TÁT ANH THU. (2003). Ảnh hưởng của sự khoáng hóa chất hữu cơ trong đất đáy ao đến sự phát triển của tảo *Chaetoceros* sp trong nuôi Artemia tại Vĩnh Châu – Sóc Trăng. *LVTN Cao Học*
- Tiedje, J.M. (1990). Ecological principles and experiences in the environmental release of genetically engineered organisms. In *Advances in Biotechnology. Proceedings of Int'l Conf., Swedish Council for Forestry and Agricultural Research and Swedish Recombinant DNA Advisory Comm.*, pp. 115-130, SJFR, Stockholm
- VŨ THỊ HIỀN. (2004). Chất thải trong nuôi trồng thủy sản và biện pháp giảm thiểu. *Tuyển tập báo cáo hội thảo khoa học Viện Khí tượng Thủy văn năm 2004*
- Yanai m., m. Uwasawa, t. Konno, y. Shimizu. (1998) Relationship between amounts of extracted soil nitrogen with phosphate-buffered solution and those of available nitrogen released under waterlogged conditions – Efficiency of dividing soil samples into several groups by taxonomical group, soil chemical properties and history of soil management. *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 69, 365–370 (in Japanese with English summary)
- Zhengxia, d., j. D. Toth, j. D. Jabro, r. H. Fox and d. D. Fritton (1995). Soil nitrogen mineralization during laboratory incubation: dynamics and model fitting. *Soil Biol.* 28, 625-632.