

SO SÁNH MẬT SỐ VI SINH VẬT VÀ MỘT SỐ ĐẶC TÍNH ĐẤT LÚA ĐÀU VỤ HÈ THU VÀ ĐÔNG XUÂN TRÊN ĐẤT PHÙ SA Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Thành Hối, Nguyễn Bảo Vệ¹
Vũ Tiến Khang và Lưu Hồng Mẫn²

ABSTRACT

In the Mekong delta, the growth and yield of He - Thu rice crop have usually shown that it was no benefit to compare with Dong - Xuan rice crop. One of the reasons to less rice yield is rice soil problems. This paper investigated density of soil bacteria, fungi and actinomycete and some of soil chemical characteristics as NH_4^+ , Fe^{2+} , pH and EC in two pre-soil He - Thu and Dong - Xuan rice productions.

After 4 weeks rice sowing, the results indicated that the increasing in soil bacteria and actinomycete densities of pre-soil He - Thu rice production and concentration of available Fe^{2+} was 0,78 mg/l higher than pre-soil Dong - Xuan rice production; otherwise, pre-soil Dong - Xuan rice production had low microorganism activities and more high pH value by 0,51 unit than pre-soil He - Thu rice production.

Keywords: He - Thu rice, Đông - Xuân rice; bacteria density, fungi density, actinomycete density; NH_4^+ , Fe^{2+} ; pH, EC

Title: Comparison of soil microorganism densities and some characteristics of pre-soil he - thu and dong - xuan rice productions in the alluvial soil of mekong delta

TÓM TẮT

Hiện nay, trồng lúa vụ Hè Thu ở Đồng bằng Sông Cửu Long thường kém hiệu quả so với vụ lúa vụ Đông Xuân. Một trong những lý do làm giảm năng suất lúa vụ Hè Thu là do trở ngại về đất lúa. Bài báo cáo này nghiên cứu về mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn và một số đặc tính hóa học đất như NH_4^+ , Fe^{2+} , pH và EC trong đất đầu vụ lúa Hè Thu và Đông Xuân.

Kết quả ghi nhận qua 4 tuần đầu sạ lúa cho thấy rằng có sự gia tăng mật số của vi khuẩn và xạ khuẩn trong đất đầu vụ lúa Hè Thu và hàm lượng sắt di động Fe^{2+} có giá trị chênh lệch cao hơn 0,78 mg/l so với đất đầu vụ lúa Đông Xuân; ngược lại, đất lúa đầu vụ Đông Xuân có vi sinh vật hoạt động yếu nhưng pH đất tăng cao hơn đất đầu vụ Hè Thu 0,51 đơn vị.

Từ khóa: Lúa Hè Thu, Lúa Đông Xuân; mật số vi khuẩn, mật số nấm, mật số xạ khuẩn; NH_4^+ , Fe^{2+} , pH, EC

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Sản xuất lúa ở Đồng bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) hàng năm chiếm khoảng 50% tổng sản lượng lúa của cả nước, với khoảng 18,5 triệu tấn (năm 2004), trong đó hai vụ lúa chính Đông Xuân (ĐX) và Hè Thu (HT) có sản lượng tương đương nhau (trên 8 triệu tấn/năm) đã đóng góp trên 90% số lượng này. Diện tích vụ lúa HT

¹ Khoa Nông nghiệp & Sinh học Ứng dụng, trường Đại học Cần Thơ

² Viện Nghiên cứu lúa Đồng bằng Sông Cửu Long

hàng năm lớn với khoảng 1,9 triệu ha, vụ lúa ĐX khoảng 1,4 triệu ha; nhưng năng suất lúa HT luôn thấp (trung bình 4,1 t/ha) và chỉ bằng 71% so với năng suất lúa vụ ĐX (Tổng cục thống kê, 2005). Tính chất đất trồng là một trong các điều kiện canh tác quan trọng cần được khảo sát nhằm định hướng cho việc cải thiện sinh trưởng và năng suất lúa, đặc biệt đối với lúa vụ HT trong thời gian tới.

Mục tiêu của thí nghiệm này là bước đầu tìm hiểu về mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn và một số đặc tính hóa học đất phù sa trồng lúa đầu vụ ĐX và HT ở ĐBSCL, để định hướng cho các nghiên cứu cải thiện năng suất lúa tiếp theo.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thí nghiệm được thực hiện trên 3 ruộng khác nhau của nông dân cùng khu vực tại huyện Ô Môn (Cần Thơ); trên cùng loại đất phù sa (Typic Humaquepts) với một số đặc tính lý hóa học như sau: C = 2,58% (nghèo carbon), N tổng số = 0,18% (trung bình), tỉ số C/N = 14,3, P tổng số = 0,06% (nghèo P_{ts}), P dễ tiêu = 0,94 ppm (nghèo P_{dt}), K tổng số = 1,03% (K trung bình), CEC = 22,9 meq/100 g đất (CEC cao) và pH_(H2O) = 4,27 (pH thấp). Đất chuyên lúa tại đây được trồng 2 vụ chính là HT từ tháng 4 - 7 dl., gốc rạ lúa vụ ĐX trước (khoảng 4 t/ha) lưu lại được cày vùi vào đất, sau thu hoạch lúa HT đất bị ngập lũ liên tục gần 2 tháng từ tháng 8 - 10 dl., sau lũ rút thì gốc rạ lúa HT gần như bị phân hủy hết và tiến hành trực đất sạ lúa ĐX. Nhiệt độ không khí và lượng mưa trung bình đầu vụ HT (tháng 4, 5 dl.) là 29,5 °C và 204 mm; đầu vụ ĐX (tháng 10, 11 dl.) là 27,3 °C và 147 mm.

Mỗi ruộng của nông dân chọn 3 lô ngẫu nhiên, mỗi lô 30 m²; tất cả đều không bón phân cho lúa trong 30 ngày đầu sau khi sạ. Mẫu đất được lấy ở độ sâu 0 - 20 cm, để đo hàm lượng NH₄⁺ (phương pháp Kjeldahl), sắt di động Fe²⁺ (tiêu chuẩn Việt nam 6177), đếm mật số vi sinh vật: vi khuẩn, xạ khuẩn và nấm (phương pháp của Rao, 1986); mẫu dung dịch trích từ đất (phương pháp của Hossner và Phillips, 1972) để đo trực tiếp pH và EC. Các thời điểm lấy mẫu đo là: trước khi làm đất, 0, 1, 2, 3 và 4 tuần lễ sau khi sạ lúa. Sử dụng phương pháp T - test để so sánh sự khác biệt ý nghĩa thống kê các số liệu ghi nhận giữa 2 vụ lúa.

3 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1 Mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn trong đất đầu vụ lúa Đông Xuân và Hè Thu

Nhìn chung hoạt động của vi sinh vật trong đất ở vụ HT mạnh và luôn có mật số vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn cao hơn vụ ĐX; mật số các vi sinh vật này tăng cao ở thời điểm 1 đến 2 tuần lễ sau khi sạ lúa.

Kết quả ghi nhận tại Bảng 1 cho thấy sau khi đất ngập nước được 1 đến 2 tuần sau khi sạ (TSKS) vi khuẩn hoạt động rất mạnh ở đất đầu vụ HT so với vụ ĐX và khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5%, trung bình mật số vi khuẩn trong 4 TSKS ở vụ HT rất cao 17,3 x 10⁵ CFU/g đất khô so với số lượng thấp ở vụ ĐX 10,9 x 10⁵ CFU/g đất khô và khác biệt rất có ý nghĩa ở mức 1%. Có thể do có số lượng gốc rạ và rễ lúa vùi lại từ vụ ĐX trước nên đã cung cấp lượng thức ăn hữu cơ và nhiệt độ không khí cao ở đầu vụ HT (tháng 4 - 5 dl) đã giúp vi khuẩn kỵ khí nhân nhanh

mật số, trong khi ở đầu vụ ĐX do đất đã trải qua một thời gian ngập lũ (sâu 0,5 - 0,6 m, trong 1,5 - 2 tháng) và có điều kiện khí hậu mát hơn nên mật số vi khuẩn nhân chậm (Alexander, 1985; Phạm Văn Kim, 1999; Cao Ngọc Diệp, 2002).

Bảng 1: Mật số vi khuẩn ($\times 10^5$ CFU/g đất khô) trong đất phù sa đầu vụ lúa Hè Thu và Đông Xuân tại Ô Môn - Cần Thơ

Thời gian	Hè Thu	Đông Xuân	Khác biệt
Trước làm đất	7,00	20,53	-13,53 ns
0 tuần sau khi sạ	17,30	11,87	5,43 ns
1 tuần sau khi sạ	22,33	13,13	9,20 *
2 tuần sau khi sạ	19,20	12,07	7,13 *
3 tuần sau khi sạ	16,10	11,90	4,20 ns
4 tuần sau khi sạ	12,03	6,00	6,03 ns
Trung bình sau khi sạ	17,39	10,99	6,40 **

Chú thích: *, **: khác biệt ý nghĩa thống kê 5% và 1%; ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê.

Đối với mật số nấm, hoạt động trong đất lúa đầu vụ trong 4 TSKS không khác biệt giữa 2 vụ HT và ĐX; chỉ nhận thấy ở thời điểm 1 TSKS có có mật số nấm cao ở vụ HT và khác biệt ý nghĩa thống kê 5% so với vụ ĐX (Bảng 2). Có thể do nấm là nhóm vi sinh vật hiếu khí và thường sống tập trung ở tầng đất mặt nên ở tuần lễ đầu sau khi sạ lúa thì vật chất hữu cơ thô trong đất HT còn nhiều hơn vụ ĐX (do đã bị phân hủy qua các tháng ngập lũ) và lượng O₂ trong đất còn nhiều nên nấm hoạt động mạnh, thời gian tiếp theo do nước ruộng ngập sâu hơn và hàm lượng O₂ cũng mất dần nên nấm kém hoạt động (Matsuo *et al.*, 1995; Paul and Clark, 1996; Phạm Văn Kim, 1999).

Bảng 2: Mật số nấm ($\times 10^3$ CFU/g đất khô) trong đất phù sa đầu vụ lúa Hè Thu và Đông Xuân tại Ô Môn - Cần Thơ

Thời gian	Hè Thu	Đông Xuân	Khác biệt
Trước làm đất	5,00	23,57	-18,50 ns
0 tuần sau khi sạ	25,17	19,67	5,50 ns
1 tuần sau khi sạ	27,20	17,87	9,33 *
2 tuần sau khi sạ	23,90	20,87	3,03 ns
3 tuần sau khi sạ	20,07	20,20	0,13 ns
4 tuần sau khi sạ	14,10	17,43	-3,33 ns
Trung bình sau khi sạ	22,09	19,21	2,88 ns

Chú thích: *, **: khác biệt ý nghĩa thống kê 5% và 1%; ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê

Tương tự trường hợp vi khuẩn, trong điều kiện đất đầu vụ lúa HT với sự cung cấp nhiều chất hữu cơ thô, là nguồn cung cấp năng lượng cần thiết cho xạ khuẩn hoạt động rất mạnh, có sự khác biệt ý nghĩa thống kê 1% giữa sự cách biệt mật số xạ khuẩn đất HT và ĐX là $3,23 \times 10^4$ CFU/g đất khô, đất HT có mật số xạ khuẩn rất cao $7,48 \times 10^4$ CFU/g đất khô trong khi ở đất ĐX thì rất thấp $4,25 \times 10^4$ CFU/g đất khô (Bảng 3). Xạ khuẩn hoạt động mạnh hơn nấm trong môi trường yếm khí, đất chứa nhiều chất hữu cơ là điều kiện tốt giúp xạ khuẩn hoạt động nhân nhanh mật số (Alexander, 1985; Rao, 1986).

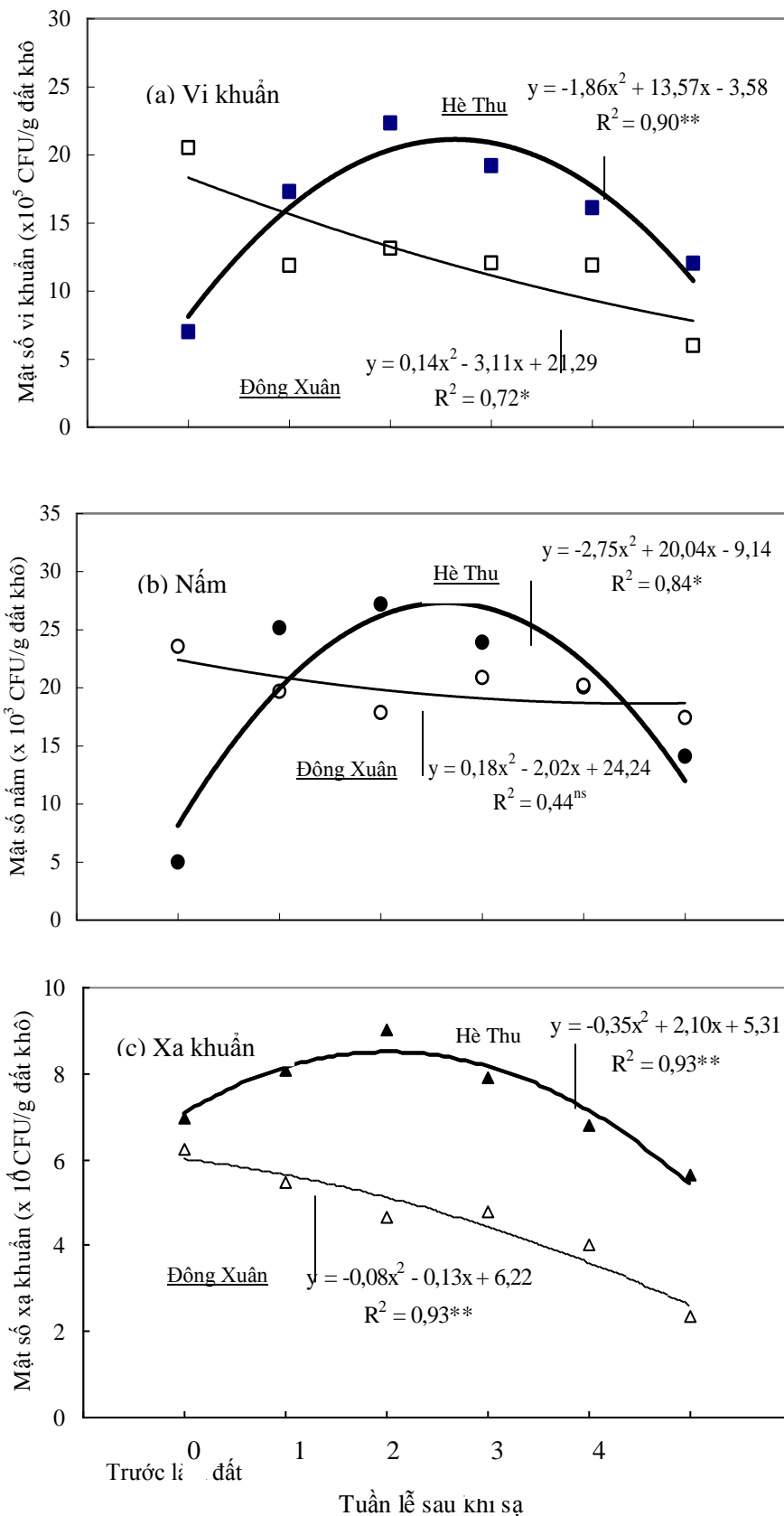
Bảng 3: Mật số xạ khuẩn ($\times 10^4$ CFU/g đất khô) trong đất phù sa đầu vụ lúa Hè Thu và Đông Xuân tại Ô Môn - Cần Thơ

Thời gian	Hè Thu	Đông Xuân	Khác biệt
Trước làm đất	6,97	6,23	0,74 ns
0 tuần sau khi sạ	8,07	5,47	2,60 ns
1 tuần sau khi sạ	9,00	4,66	4,34 *
2 tuần sau khi sạ	7,90	4,77	3,13 ns
3 tuần sau khi sạ	6,80	4,00	2,80 ns
4 tuần sau khi sạ	5,63	2,33	3,30 ns
Trung bình sau khi sạ	7,48	4,25	3,23 **

Chú thích: *, **: khác biệt ý nghĩa thống kê 5% và 1%; ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê

Hình 1 cho thấy đất lúa đầu vụ HT có nguồn carbon hữu cơ cung cấp từ rạ vụ ĐX đã tạo điều kiện cho mật số vi khuẩn và xạ khuẩn phát triển mạnh ở thời điểm 1-2 TSKS có sự tương quan cao với hệ số xác định $R^2 = 0,90^{**}$ /vi khuẩn (Hình 1a) và $R^2 = 0,93^{**}$ /xạ khuẩn (Hình 1c), nhưng kém hoạt động hơn đối với nấm với $R^2 = 0,84^*$ (Hình 1b); tương tự như trên, với đường biểu diễn hàm số bậc hai thì đất đầu vụ lúa ĐX có vi sinh vật hoạt động yếu hơn, trong đó nhóm xạ khuẩn hoạt động mạnh thể hiện qua hệ số xác định $R^2 = 0,93^{**}$, vi khuẩn với $R^2 = 0,72^*$ và nấm hoạt động rất yếu với $R^2 = 0,44^{ns}$. Ở trường hợp này, nếu đất lúa đầu vụ có chứa rơm rạ hoặc dư thừa thực vật khác nhiều hơn thì các vi sinh vật hiện hữu nhiều trong môi trường đất lúa như vi khuẩn, nấm và xạ khuẩn sẽ hoạt động mạnh và kéo dài thời gian hơn và có thể không giảm mật số sau tuần lễ thứ 2 sau khi sạ. Tuy nhiên, sự hoạt động càng mạnh của các nhóm vi sinh vật đất thể đưa đến nhiều thay đổi bất lợi đối với môi trường đất vì trong điều kiện phân hủy yếm khí do ngập nước liên tục sẽ làm tăng hàm lượng các độc chất như acid hữu cơ và hydrogen sulfide (H_2S) và đất càng bị chua hơn, đồng thời dẫn đến hiện tượng thiếu O_2 cho các tiến trình sinh - hóa học hoạt động có ảnh hưởng sự phát triển của rễ lúa và nặng hơn là các rễ bị ngộ độc và chết dần, do hệ rễ bị hạn chế nên cây lúa HT khó hấp thụ đầy đủ dưỡng chất nuôi bông để đạt năng suất cao (De Datta, 1981; Yoshida, 1981; Watanabe, 1984, Lê Huy Bá, 1996).

Nhìn chung trong 4 tuần đầu gieo sạ, mật số vi sinh vật trong đất lúa HT tăng cao đáng kể so với đất lúa ĐX: vi khuẩn tăng 63%, xạ khuẩn tăng 57%; riêng mật số nấm không khác biệt.



Hình 1: Biến động mật số vi khuẩn (a), nấm (b) và xạ khuẩn (c) trong đất phù sa đầu vụ lúa Hè Thu và Đông Xuân tại Ô Môn - Cần Thơ

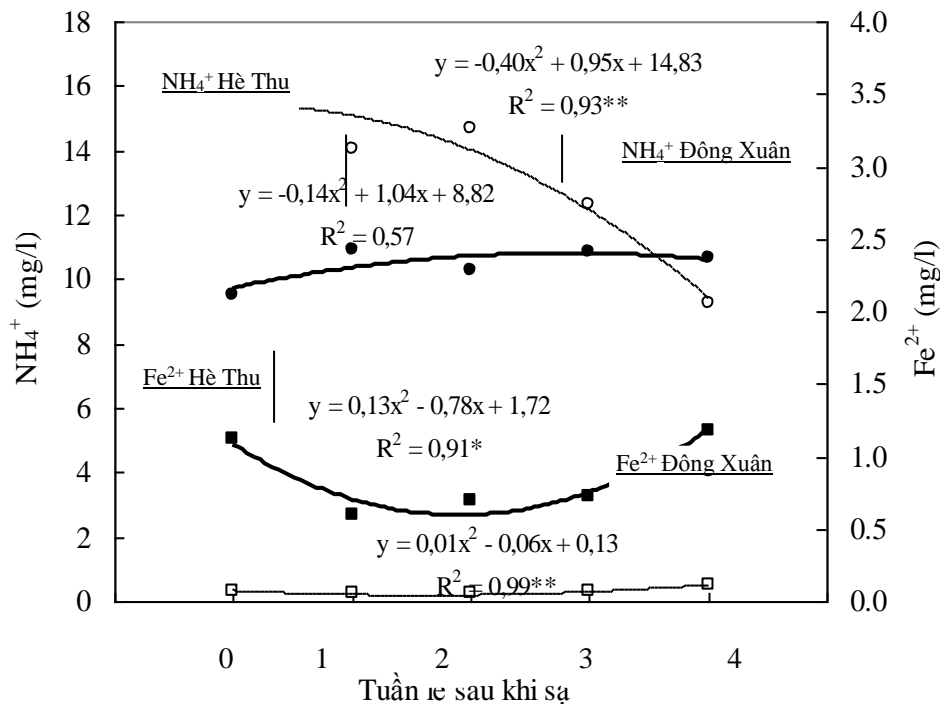
3.2 Hàm lượng NH₄⁺ và Fe²⁺ trong đất đầu vụ lúa Hè Thu và Đông Xuân

Hàm lượng NH₄⁺ ít thay đổi trong đất đầu vụ lúa HT và ĐX nhưng sắt di động Fe²⁺ thì có hàm lượng cao khác biệt ý nghĩa 1% trong đất đầu vụ lúa HT (Bảng 4 và Hình 2). Hàm lượng NH₄⁺ trung bình ít biến động từ 10,4 - 13,3 mg/l; tuy nhiên, ở trường hợp Fe²⁺ trong đất lúa HT luôn có hàm lượng rất cao và khác biệt ý nghĩa 1% trong suốt 1 tháng đầu sau khi sạ, sự chênh lệch hàm lượng Fe²⁺ cao từ 0,07 mg/l (vụ ĐX) đến 0,86 mg/l (vụ HT). Điều này cũng hợp lý do trước khi sạ lúa HT đất có điều kiện thông thoáng nhiều hơn vụ ĐX (do ngập lũ dài hạn, yếm khí) nên có hàm lượng sắt tam (Fe³⁺) cao nhưng kém di động, do đó khi bị ngập nước trở lại thì tiến trình khử xảy ra và Fe³⁺ trở thành Fe²⁺ (Ponnamperuma, 1985; Kyuma, 2004); ở môi trường có pH thấp và hàm lượng chất hữu cơ cao thì Fe²⁺ di động tạo ra càng cao (Yoshida, 1981); khi hàm lượng Fe²⁺ trong đất ≥ 600 mg/l bắt đầu gây độc cho lúa (Lê Huy Bá, 1996).

Bảng 4: Hàm lượng NH₄⁺, Fe²⁺(mg/l) trong đất phù sa đầu vụ lúa Hè Thu và Đông Xuân tại Ô Môn - Cần Thơ

Tuần lễ sau khi sạ	NH ₄ ⁺			Fe ²⁺		
	Hè Thu	Đông Xuân	Khác biệt	Hè Thu	Đông Xuân	Khác biệt
0	9,52	15,79	-6,27 ns	1,120	0,078	1,04 **
1	10,92	14,07	-3,15 ns	0,590	0,053	0,53 **
2	10,27	14,68	-4,41 ns	0,700	0,051	0,64 **
3	10,83	12,35	-1,52 ns	0,727	0,067	0,66 **
4	10,67	9,27	1,40 ns	1,173	0,120	1,05 **
Trung bình	10,44	13,33	-2,89 ns	0,862	0,074	0,78 **

Chú thích: *, **: khác biệt ý nghĩa thống kê 5% và 1%; ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê.



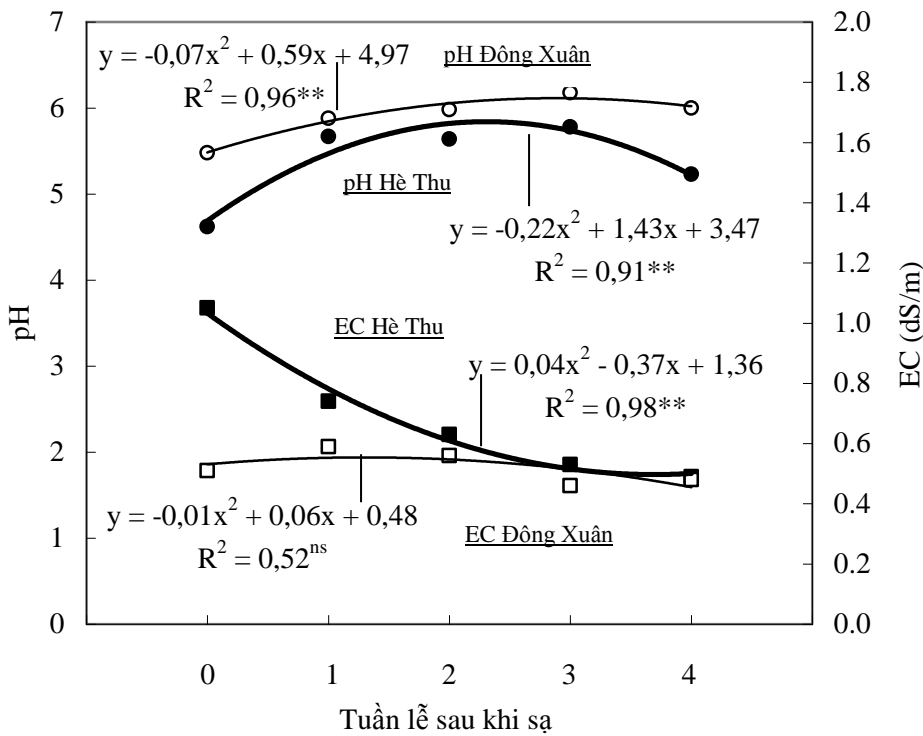
Hình 2: Biến động hàm lượng NH₄⁺ và Fe²⁺ đất phù sa trồng lúa đầu vụ Hè Thu và Đông Xuân tại Ô Môn - Cần Thơ

3.3 Chỉ số pH và EC trong đất đầu vụ lúa Hè Thu và Đông Xuân

Bảng 5: Chỉ số pH và EC (dS/m) trong đất phù sa đầu vụ lúa Hè Thu và Đông Xuân tại Ô Môn - Cần Thơ

Tuần lễ sau khi sạ	pH			EC (dS/m)		
	Hè Thu	Đông Xuân	Khác biệt	Hè Thu	Đông Xuân	Khác biệt
0	4,62	5,48	-0,86 *	1,05	0,51	0,54 *
1	5,67	5,88	-0,21 ns	0,74	0,59	0,15 *
2	5,64	5,98	-0,34 ns	0,63	0,56	0,07 ns
3	5,78	6,18	-0,40 ns	0,53	0,46	0,07 ns
4	5,23	6,00	-0,77 *	0,49	0,48	0,01 ns
Trung bình	5,39	5,90	-0,51 *	0,69	0,52	0,17 ns

Chú thích: *, **: khác biệt ý nghĩa thống kê 5% và 1%; ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê.



Hình 3: Biến động pH và EC đất phù sa trồng lúa đầu vụ Hè Thu và Đông Xuân tại Ô Môn - Cần Thơ

Chỉ số pH tuy đều gia tăng sau khi đất ngập nước, nhưng đất lúa đầu vụ ĐX có pH cao và tăng ổn định hơn so đất vụ HT (Bảng 5 và Hình 3); trị số EC trong đất lúa đầu vụ ít thay đổi. Chỉ số pH cao ở đất đầu vụ ĐX trước khi sạ (5,48) và tăng cao dần đến 4 TSKS (đến 5,90), khác biệt ý nghĩa 5% so vụ HT, đây sẽ là một lợi thế giúp gia tăng sự hữu dụng dinh dưỡng cho lúa ĐX tạo năng suất cao; EC có một ít thay đổi trong tuần lễ đầu sau gieo trên đất vụ HT do sự chuyển đột ngột từ điều kiện khô sang ướt, nhưng các tuần lễ tiếp sau đó thì EC bình ổn trở lại. Sự ổn định của nền đất phù sa có pH gia tăng trong tháng đầu sau khi sạ chưa đến 1 đơn vị pH (vụ HT = 0,77, vụ ĐX = 0,42) đưa đến giá trị EC trong đất ở giai đoạn cây lúa non khá ổn định và không khác biệt ý nghĩa thống kê giữa đất HT và ĐX. Hàm lượng

chất hữu cơ chưa phân hủy càng nhiều trong đất thì sau khi đất ngập nước pH sẽ tăng càng chậm (Yoshida, 1981; Ponnampereuma, 1985; Matsuo *et al.*, 1995). Kết quả ghi nhận về pH và EC trong thí nghiệm nhận thấy cũng tương tự số liệu báo cáo trong các thí nghiệm trên lúa HT ở các đất phù sa của tỉnh An Giang, Cần Thơ và Tiền Giang của Nguyễn Bảo Vệ *et al.* (2002), với các số liệu đất đầu vụ trung bình $pH_{H_2O} = 4,72$ và $EC = 0,61$ dS/m.

Chỉ số pH ở đất lúa đầu vụ HT (4 TSKS) thấp (5,4) sẽ là một trở ngại cho các tiến trình sinh - hóa xảy ra tạo nguồn dinh dưỡng hữu dụng giúp cây lúa sinh trưởng và phát triển; đất lúa đầu vụ ĐX có pH khá cao (5,9), chênh lệch so với vụ lúa HT là 0,51 đơn vị, sẽ là điều kiện tốt cho sự phóng thích nhiều chất dinh dưỡng hữu dụng cho cây lúa hấp thụ và đạt năng suất cao.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

- Đất lúa đầu vụ Hè Thu có mật số vi khuẩn tăng 63% và xạ khuẩn tăng 57% cao hơn so với đất lúa đầu vụ Đông Xuân; mật số nấm ít thay đổi trong đất lúa Hè Thu và Đông Xuân.
- Sau một tháng gieo trồng, đất lúa đầu vụ Hè Thu có hàm lượng Fe^{2+} tăng cao cách biệt so với vụ Đông Xuân là 0,78 mg/l (gần bằng 1 đơn vị); ngược lại, pH trong đất đầu vụ lúa Đông Xuân cao hơn và chênh lệch so với vụ Hè Thu là 0,51. Hàm lượng NH_4^+ và trị số EC trong đất đầu vụ Hè Thu và Đông Xuân ít thay đổi.
- Cần bố trí thí nghiệm tiếp theo để nâng cao pH và sự hữu dụng của dinh dưỡng trong đất lúa vụ Hè Thu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alexander M. 1985. Introduction to soil microbiology (2nd Edition). *Cornell University & Wiley Eastern limited*, New Delhi.
- Cao Ngọc Diệp. 2002. Ảnh hưởng của bốn biện pháp canh tác trên độ phì của đất và động thái vi sinh vật đất đồng bằng Sông Cửu Long. Báo cáo tổng kết nghiên cứu khoa học, Viện Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ sinh học. Trường Đại học Cần Thơ.
- De Datta S. K. 1981. Principle and practices of rice production. *Jone Wiley & Sons, Inc.*, pp 89-145.
- Hossner L. S. and D. P. Phylipps 1972. Extraction of soil solution from flooded soil using a porous plastic filters. *Soil science journal*, vol. 115. No 1, USA. pp 87-88.
- Kyuma K. 2004. Paddy soil science. *Kyoto University Press and Trans Pacific Press*, pp 60-95.
- Lê Huy Bá. 1996. Sinh thái môi trường đất. *Nxb. Nông nghiệp*, TPHCM, trang 67-83.
- Matsuo T., K. Kumazawa, K. Ishihara and H. Hirata 1995. Science of the rice plant (volume 2, Physiology). *Food and Agriculture Policy Research Center*, Tokyo, Japan, pp. 264-272.
- Nguyễn Bảo Vệ, Ngô Ngọc Hưng, Nguyễn Thành Hối, Phạm Đức Trí và Nguyễn Văn Nhiều Em. 2002. Ảnh hưởng của độ phì nhiêu đất và kỹ thuật canh tác đối với sinh trưởng và năng suất lúa Hè Thu ở Đồng bằng Sông Cửu Long. Tạp chí Khoa Học Đất số 16. *Nxb. Nông nghiệp*, Hà Nội, trang 76-83.
- Paul E. A. and F. E. Clark 1996. Soil microbiology and biochemistry (2nd Edition). *Academic Press, Inc.*, USA, pp 71-103.

- Ponnamperuma F. N. 1985. Chemical kinetics of wetland rice soils relative to soil fertility, *In* Proceeding of Wetland soils: characterization, classification, and utilization. *IRRI*, Los Banos, Laguna, Philippines, pp 71-87.
- Phạm Văn Kim. 1999. Giáo trình vi sinh chuyên khoa. *Khoa Nông nghiệp*, Trường Đại học Cần Thơ.
- Rao S. 1986. Soil microorganisms and plant growth (2nd Edition). *Indian Agricultural Research Institute*, New Delhi.
- Tổng cục thống kê. 2005. Niên giám thống kê 2005. *Nxb. Thống Kê*, Hà Nội, trang 153-172.
- Watanabe I. 1984. Anaerobic decomposition of organic matter in flooded rice soils. *In* Organic matter and rice. *IRRI*, Los Banos, Laguna, Philippines, pp 237-258.
- Yoshida S. 1981. Fundamentals of rice crop science. *IRRI*, Los Banos, Laguna, Philippines, pp 105-164.