

NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỘNG CỦA MỘT SỐ TÍNH CHẤT HÓA HỌC CỦA ĐẤT TRỒNG LÚA NHIỄM MẶN VÀ NGẬP LỤT Ở TỈNH THỪA THIÊN HUẾ

Nguyễn Quang Lịch^{1*}, Nguyễn Hồ Lam²

¹Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Đại học Huế;

²Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế.

*Tác giả liên hệ: nguyenquanglich@hueuni.edu.vn

Nhận bài: 28/04/2023 Hoàn thành phản biện: 23/05/2023 Chấp nhận bài: 29/05/2023

TÓM TẮT

Thừa Thiên Huế là tỉnh có diện tích đất trồng lúa bị nhiễm mặn và ngập lụt lớn nhất ở khu vực Bắc Miền Trung với tổng diện tích khoảng 2500 ha, trong đó tập trung chủ yếu ở các huyện Quảng Điền, Phú Vang và Phú Lộc. Nghiên cứu được tiến hành lấy mẫu đất trồng lúa bị nhiễm mặn tại 19 điểm phân bố đại diện ở huyện Quảng Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế vào các tháng 1, 5 và 9 năm 2016. Các giá trị pH_e và EC_e, CEC, cation và anion trao đổi, các bon hữu cơ tổng số... của dung dịch bão hòa đất được xác định. Ngoài ra thành phần cơ giới của các mẫu đất cũng được xác định để đánh giá tính chất vật lý đất. Kết quả chỉ ra rằng đất lúa có hàm lượng cát cao nhưng hàm lượng thịt và sét thấp và hầu hết được phân loại là đất thịt pha cát. Giá trị CEC, tổng hàm lượng OC và N rất thấp, lần lượt là 2,0-6,4 cmolc kg⁻¹, 0,78-1,52 % và 0,08-0,16 %. pH_e của các điểm nghiên cứu thấp, dao động từ 4,4 đến 6,1. EC_e tại các điểm có địa hình cao < 1,0 dS m⁻¹. Ngược lại EC_e tại khu vực ở địa hình thấp hầu hết cao hơn 1,9 dS m⁻¹. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy EC_e tháng 5 cao hơn so với EC_e tháng 1 và tháng 9.

Từ khóa: Đất lúa, Miền Trung, Ngập lụt, Nhiễm mặn

STUDY ON THE DYNAMICS OF THE CHEMISTRY PROPERTIES OF SALINE AND FLOODED PADDY SOILS IN THUA THIEN HUE PROVINCE

Nguyen Quang Lich^{1*}, Nguyen Ho Lam²

¹School of Engineering and Technology, Hue University;

²University of Agriculture and Forestry, Hue University.

ABSTRACT

Thua Thien Hue is the province has the biggest area of saline and flooded paddy soils in the North Central of Vietnam, which is around 2,500 ha, in which distributed mainly in the districts of Quang Dien, Phu Vang and Phu Loc. The research was conducted sampling of saline and flooded paddy soils at 19 representative sites in 19 sites distributed widely in Quang Dien district, Thua Thien Hue province in January, May and September, 2016. The pH_e, EC_e, CEC, exchangeable cations and anions, total OC... of the soil saturation solution were determined to evaluate the chemical soil properties. In addition, the soil paticle composition of the soil samples was also determined to evaluate the physical properties of the soil. The results indicated that saline and flooded paddy soils had high content of sand but low in silt and clay, and most were classified as sandy loam and loamy sand soils. CEC, total content of OC and N were very low with 2.0-6.4 cmolc kg⁻¹, 0.78-1.52 % và 0.08-0.16 %, respectively. pH_e of the soils obtained from all observations was low, ranging from 4.4 to 6.1. EC_e of soils in the high elevation areas was less than 1.0 dS m⁻¹. In contrast, EC_e in the low elevation areas was almost higher than 1.9 dS m⁻¹. The result of the study also showed that the EC_e of May was much higher than that in January and September.

Keywords: Paddy soils, Central region, Flooding, Salinity

1. MỞ ĐẦU

Ở Việt Nam cũng như nhiều khu vực trên thế giới, vấn đề diện tích đất bị nhiễm mặn được xem là một trong những yếu tố hạn chế gây ảnh hưởng tiêu cực lớn nhất đến sản xuất nông nghiệp trong đó lúa là cây trồng chịu ảnh hưởng nhiều nhất (Ghafoor và cs., 2004). Trong bối cảnh hiện nay, Việt Nam được đánh giá là một trong năm nước bị ảnh hưởng lớn nhất của vấn đề biến đổi khí hậu, trong đó nền sản xuất nông nghiệp nói chung và ngành sản xuất lúa nước nói riêng bị ảnh hưởng ngày càng nặng nề. Tuy nhiên, ở nước ta nền nông nghiệp lúa nước vẫn chiếm vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế nói chung và kinh tế nông nghiệp nông thôn nói riêng. Trong các loại cây trồng thì cây lúa là loại cây rất mẫn cảm với tính mặn của đất (Grattan và cs., 2002). Ở các tỉnh Bắc miền Trung, khu vực ven biển của tỉnh Thừa Thiên Huế là nơi bị ảnh hưởng nặng nề nhất của vấn đề nhiễm mặn (Lam và cs., 2014), nguyên nhân là những khu vực này có địa hình thấp trũng và giáp ranh với phá Tam Giang (đầm phá lớn nhất Đông Nam Á, kết nối trực tiếp với biển, có diện tích mặt nước trên 22 000 ha). Diện tích đất lúa bị nhiễm mặn ở khu vực này là khoảng 2500 ha (Dan và cs., 2006).

Điều kiện khí hậu ở Thừa Thiên Huế khá đặc biệt so với các vùng khác trong cả nước. Khu vực này là một trong những nơi có lượng mưa hàng năm lớn nhất Việt Nam. Lượng mưa trung bình hàng năm trong toàn tỉnh đều đạt trên 2700 mm, có nơi trên 4000 mm như khu vực Bạch Mã, Nam Đông. Do vậy, từ tháng cuối tháng 9 đến tháng 12 dương lịch nhiều khu vực ở tỉnh Thừa Thiên Huế bị ngập lụt, đặc biệt là ở vùng sản xuất lúa ven biển (Lam và cs., 2014). Ở khu vực này, người dân trồng lúa được 2 vụ/năm; vụ xuân từ tháng 1 đến tháng 5, vụ hè thu từ tháng 6 đến đầu tháng 9. Thời gian ngập lụt kéo dài trong khoảng 3 tháng, bắt đầu từ giữa tháng 9 và kết thúc vào cuối tháng 12

hàng năm; vì vậy, trong thời gian này không trồng được lúa. Bên cạnh đó, đa số đất trồng lúa ở tỉnh Thừa Thiên Huế phân bố xung quanh phá Tam Giang, độ cao địa hình thấp; vì vậy đất lúa ở khu vực này thường bị xâm nhập mặn vào mùa hè và mùa lụt. Khi đất bị ngập lụt, khí trong đất bị đẩy ra ngoài gây nên trạng thái yếm khí (anoxic) và trạng thái khử (reduction) trong đất; hiện tượng này làm thay đổi đặc tính lý, hóa và sinh học của đất (Najafi, 2011). Chế độ nước của đất trồng lúa đặc biệt là vùng bị ngập lụt hàng năm rất phức tạp và thay đổi thường xuyên, do vậy nếu chúng ta hiểu và làm rõ được những thay đổi theo thời gian về đặc điểm lý, hóa và sinh học của đất lúa bị nhiễm mặn thì rất có ý nghĩa trong việc cải tạo, nâng cao hiệu quả sử dụng loại đất này và sẽ góp phần rất lớn trong việc nâng cao năng suất lúa và phát triển nền nông nghiệp bền vững ở khu vực đất bị nhiễm mặn hóa. Tuy nhiên, hiện tại ở khu vực miền Trung, có rất ít thông tin khoa học cũng như các nghiên cứu về đất nhiễm mặn được triển khai và công bố. Trong phạm vi nghiên cứu này, chúng tôi đề cập phân chính đến những thay đổi về đặc tính hóa học như pH, độ mặn (EC), các bon hữu cơ tổng số (OC) và đạm tổng số tổng số (N%), khả năng trao đổi cation (CEC), cation trao đổi (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} và Ca^{2+}), các cation hòa tan (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) và các anion hòa tan (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) trong dung dịch đất.

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu đánh giá một số đặc điểm lý hóa tính liên quan đến đất nhiễm mặn ở 3 thời điểm khác nhau trong năm: khi mùa mưa bão kết thúc/ hay là bắt đầu vụ đông xuân (tháng 1), bắt đầu vụ hè thu (tháng 5) và bắt đầu mùa mưa/hay là kết thúc vụ hè thu (tháng 9).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Địa điểm nghiên cứu và thiết kế thí nghiệm

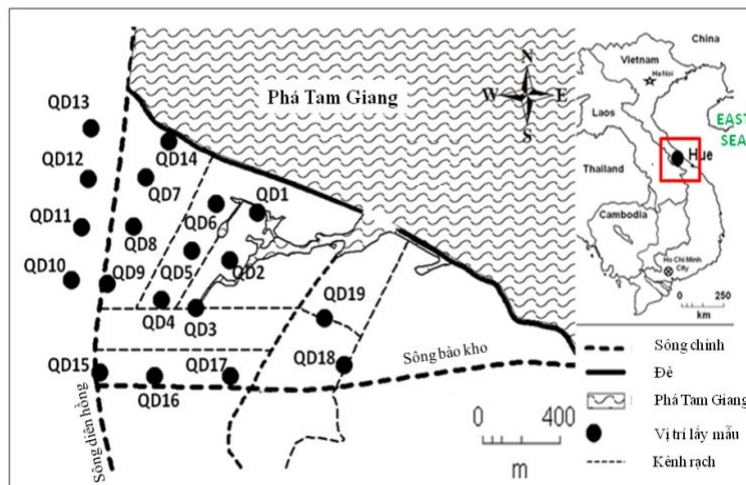
Thí nghiệm được bố trí tại 19 điểm khác nhau phân bố đều trên địa bàn huyện Quảng Điền (16°30'58"- 16°40'13" vĩ độ bắc và 107°21'38"- 107°34' kinh độ đông), tỉnh Thừa Thiên Huế; ký hiệu các điểm nghiên cứu là từ QD1 đến QD19. Do khu vực này giáp biển và phá Tam Giang, có độ cao địa lý thấp, vùng trũng, địa hình bằng phẳng, do vậy khoảng cách giữa 2 điểm bình quân là từ 400 đến 500 m (Hình 1).

Độ cao tương đối giữa các điểm nghiên cứu so với QD1 (điểm chuẩn) được đo bằng kỹ thuật khảo sát tĩnh với máy thu GPS cầm tay (Static Surveying Technique with a Handheld GNSS Receiver), bộ điều khiển trường GRS-1 GG, TOPCON (Field

Controller GRS-1 GG, TOPCON) và sử dụng phần mềm máy tính GNSS-Pro, TOPCON để tính toán.

Sử dụng khoan chuyên dụng để lấy mẫu đất ở tầng đất mặt độ sâu từ 0-30 cm. Tại mỗi điểm nghiên cứu, 05 mẫu đất được lấy tại tương ứng 05 vị trí theo đường chéo góc trong phạm vi diện tích 100 m² xung quanh địa điểm nghiên cứu, khối lượng 01 mẫu đất tại 1 vị trí là 1,0 kg, tổng 5 vị trí là 5,0 kg.

Thời gian lấy mẫu đất được căn cứ theo lịch canh tác lúa và thời gian bắt đầu và kết thúc lụt, tương ứng với thời gian thực tế là giữa tháng 1 (sau khi ngập lụt kết thúc, đầu vụ đông xuân), giữa tháng 5 (kết thúc vụ đông xuân, bắt đầu vụ hè thu) và giữa tháng 9 (kết thúc vụ hè thu, trước khi lụt bắt đầu) vào năm 2016.



Hình 1. Các điểm lấy mẫu đất thuộc huyện Quảng Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế

2.2.2. Phương pháp xử lý mẫu đất và phân tích các chỉ tiêu

Tất cả mẫu đất được phơi khô trong điều kiện phòng thí nghiệm, đập nhỏ, sàng qua rây 2 mm và trộn đều 5 mẫu tại 1 vị trí lại với nhau trước khi phân tích các chỉ tiêu hóa lý.

Thành phần cơ giới được phân tích theo phương pháp Pipet và Rây (Jackson và cs., 1986). Dung lượng trao đổi cation

(CEC) và các cation trao đổi được xác định bằng cách sử dụng ammonium acetate (1 mol L⁻¹ và pH 7,0) (Miller và Curtin, 2006). Hàm lượng Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ và Na⁺ trao đổi được đo bằng phương pháp hấp phụ nguyên tử (Atomic Adsorption Spectrophotometer-AAS). Sau khi xác định CEC, phần đất nghiên cứu còn lại được rửa với 80% ethanol, phần NH₄⁺ còn lại được chiết xuất với 10% NaCl; sau đó nồng độ NH₄⁺ được

xác định bằng phương pháp Kjeldahl. OC và N tổng số được đo bằng phương pháp đốt khô bằng máy phân tích NC (NC Analyzer).

Cho 43 ml nước cất vào 100 g đất khô, trộn đều với nhau (tỷ lệ 1 : 0,43) trong bình tam giác thủy tinh cổ hẹp thể tích 150 ml để tạo trạng thái bão hòa đất (saturated paste). Tỷ lệ đất : nước 1 : 0,43 được cho là thỏa mãn yêu cầu (tiêu chuẩn) trạng thái bão hòa như bề mặt lấp lánh và trượt nhẹ khi bình nghiêng, không có nước ứ đọng trên bề mặt sau khi cho đứng yên (không tác động) trong vòng ít nhất 4 giờ (Miller và Curtin, 2006). Để yên trong vòng ít nhất 24 giờ (1 ngày) sau đó sử dụng hệ thống thủy lực hút chân không để rút nước (dung dịch chiết) trong đất ra. Dung dịch chiết này dùng để phân tích các chỉ tiêu hóa học của đất.

pH (ký hiệu pHe) của dung dịch được đo bởi máy đo điện cực thủy tinh (glass electrode meter). Độ mặn (ECe) được đo bởi máy đo độ dẫn điện (Conductivity Meter). Cation hòa tan (Water-soluble Cation) Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} và NH_4^+ và anion hòa tan (Water-soluble Anions) Cl^- , NO_3^- và SO_4^{2-} của dung dịch chiết được đo bằng máy sắc ký lỏng hiệu năng cao – HPLC (High Performance Liquid Chromatography).

Các chỉ tiêu phân tích được tiến hành phân tích ở phòng thí nghiệm Khoa học đất, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế và phòng thí nghiệm Khoa học đất Trường Đại học Kyoto, Nhật Bản.

2.3. Đặc điểm địa hình và lý hóa tính cơ bản mẫu đất của các điểm nghiên cứu

Độ cao và đặc điểm hóa lý tính cơ bản của các điểm nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 1 (Nguyễn Hồ Lam, 2018). Dựa trên giá trị độ cao tương đối chúng ta có thể chia địa hình thành khu vực có địa hình cao (từ 0,26-0,86 m) và khu vực có địa hình thấp (từ -0,52-0,07 m). Nơi địa hình thấp phân bố tại khu vực trung tâm của các điểm nghiên cứu (QD 2, 3, 4 và 5), dọc theo phá Tam Giang (QD 1, 6 và 14) và dọc theo nhánh sông thứ cấp của sông Bào Kho (QD 17 và 19). Nơi địa hình cao phân bố tại khu vực xung quanh sông Diên Hồng (QD 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) và sông Bào Kho (15, 16, 17 và 18). Tuy vậy, sự khác nhau về độ cao giữa khu vực thấp và cao là không lớn; độ cao tương đối giữa các điểm thấp giao động từ 0,52-0,07 m và giữa các điểm cao giao động từ 0,26 đến 0,86 m.

Các chỉ số hóa lý đất ở Bảng 1 chỉ ra rằng, độ màu mỡ của đất trồng lúa bị nhiễm mặn ở khu vực này rất thấp. Dựa vào thành phần cấp hạt (cát, thịt, sét), các mẫu đất đa số được phân loại là đất cát pha thịt (sandy loam) và thịt pha cát (loamy sand) (FAO, 2006). CEC, tổng hàm lượng OC và N rất thấp, lần lượt từ 2,01-6,42 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, 0,78-1,52% và 0,08-0,16 %. Đất ở vị trí địa hình cao thì nồng độ cation trao đổi nổi trội là Mg^{2+} và Ca^{2+} , tiếp đến là Na^+ ; nồng độ K^+ trao đổi là không đáng kể.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Bảng 1. Độ cao và đặc điểm hóa lý, tính cơ cân của các điểm nghiên cứu

Điểm	Độ cao tương đối so với QD1 (m)	Thành phần cơ giới ¹				CEC (cmolc kg ⁻¹)	Cation trao đổi (cmolc kg ⁻¹)				N tổng số (%)	OC tổng số (%)	Tỷ lệ C/N
		Cát (%)	Thịt (%)	Sét (%)	Phân loại ²		Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺			
QD3	-0.52	54	28	18	Cát pha thịt (sandy loam)	4,50	1,79	0,14	1,39	1,33	0,12	1,27	10,47
QD5	-0.44	77	11	13	Thịt pha cát (loamy sand)	3,65	0,74	0,10	1,01	0,88	0,08	0,99	11,77
QD2	-0.41	67	19	14	Cát pha thịt (sandy loam)	4,65	1,64	0,19	1,38	1,08	0,11	1,25	11,11
QD4	-0.41	74	15	10	Thịt pha cát (loamy sand)	4,04	2,07	0,23	1,40	0,54	0,08	0,91	12,07
QD6	-0.35	82	7	11	Thịt pha cát (loamy sand)	3,62	1,14	0,12	1,05	1,00	0,09	1,05	11,03
QD14	-0.14	67	18	15	Cát pha thịt (loamy sand)	3,95	1,18	0,13	1,36	1,21	0,10	0,97	10,08
QD19	-0.02	80	13	8	Thịt pha cát (loamy sand)	2,49	0,25	0,08	0,35	0,39	0,08	0,87	11,58
QD1	0.00	68	17	15	Cát pha thịt (sandy loam)	3,88	2,07	0,24	1,75	1,23	0,10	1,01	10,39
QD17	0.07	61	28	12	Cát pha thịt (sandy loam)	3,67	0,54	0,07	0,74	0,61	0,10	1,08	10,58
QD16	0.26	44	42	14	Thịt (loam)	5,45	0,23	0,05	0,46	0,81	0,10	1,09	11,18
QD18	0.26	44	40	16	Thịt (loam)	4,04	0,21	0,07	0,40	0,69	0,16	1,52	9,58
QD15	0.28	45	39	15	Thịt (loam)	6,42	0,17	0,06	0,10	0,37	0,14	1,35	9,69
QD7	0.37	34	40	26	Thịt (loam)	4,87	0,16	0,10	0,23	0,76	0,14	1,27	9,15
QD8	0.42	58	26	17	Cát pha thịt (sandy loam)	3,01	0,07	0,06	0,05	0,35	0,12	1,11	9,38
QD9	0.73	27	57	16	Thịt bùn (silty loam)	6,42	0,19	0,10	0,22	0,56	0,10	1,03	10,68
QD10	0.75	69	19	12	Cát pha thịt (sandy loam)	2,92	0,09	0,07	0,06	0,78	0,13	1,20	9,15
QD11	0.81	69	20	12	Cát pha thịt (sandy loam)	3,64	0,19	0,12	0,10	1,07	0,13	1,21	9,23
QD13	0.84	70	21	9	Cát pha thịt (sandy loam)	2,01	0,06	0,08	0,05	0,40	0,08	0,81	9,92
QD12	0.86	73	18	9	Cát pha thịt (sandy loam)	2,18	0,13	0,05	0,02	0,42	0,08	0,78	10,25

Các điểm được sắp xếp theo độ cao tương đối so với QD1 theo thứ tự tăng dần. ¹kế thừa bởi kết quả nghiên cứu của Nguyễn Hồ Lam (2018). ²được phân loại theo FAO, 1990 (FAO, 2006).

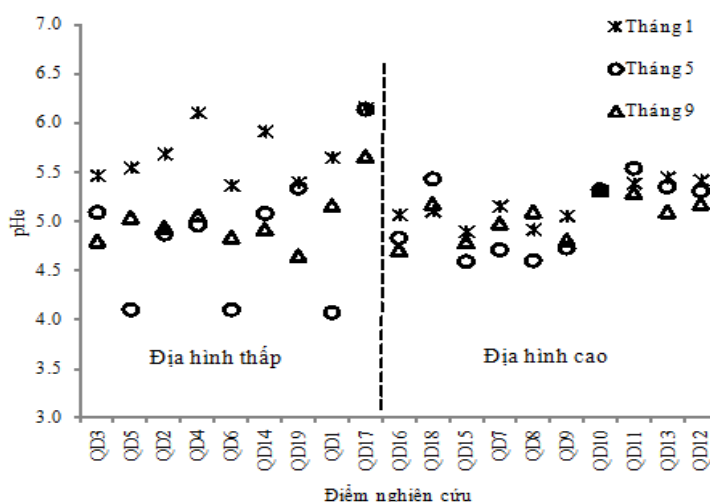
Các số liệu được phân tích và xử lý bằng phần mềm Excel 2010, statistic for window (SXW version 10) và SigmaPlot Version 11.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Sự thay đổi pH_e theo thời gian lấy mẫu

Hình 2 cho thấy pH_e của các điểm nghiên cứu phân bố ở khu vực địa hình thấp, dao động từ 4,4 đến 6,1, tương ứng với dung dịch đất có phản ứng chua nhiều (mạnh) đến chua ít. Trong đó đa số điểm có pH_e từ 4,5 đến 5,5, tương ứng với độ chua rất nhiều (mạnh) đến độ chua nhiều (mạnh). Trong

các yếu tố lý hóa sinh học đất, thì yếu tố pH của dung dịch đất là chỉ số quan trọng bậc nhất, nó phản ánh toàn diện trạng thái hóa học của đất và chi phối rất lớn đến hoạt động sinh học diễn ra trong đất. pH_e của đất ở khu vực này đa số có phản ứng chua rất nhiều (mạnh) đến chua ít, chỉ rằng đất ở đây ít thích hợp cho việc trồng lúa nước vì cây lúa thích hợp phát triển trong dãy pH_e từ 5,5 đến 6,5 (Pam và Brian, 2007). Hơn nữa khi pH_e thấp hơn 5,5 thì các kim loại Al, Fe và Mn trở nên dễ hòa tan và có thể gây ngộ độc cho lúa, đất lúa có thể có triệu chứng thiếu Ca và Mo, Zn và S (Kirk và cs., 1993; Kirk, 2004; Porter và cs., 2004).



Hình 2. Sự thay đổi pH_e theo thời gian

Giá trị pH_e của những điểm phân bố ở khu vực địa hình thấp và cao không có sự chênh lệch lớn giữa các điểm nghiên cứu. pH_e của dung dịch đất lúa bị nhiễm mặn ở khu vực nghiên cứu thấp có thể là do nhiều nguyên nhân khác nhau. Trước tiên phải kể đến là do sự giải phóng và tích lũy CO₂ trong đất từ rễ lúa trong quá trình hô hấp. Trong điều kiện canh tác lúa ngập nước (yếm khí) thì CO₂ được giải phóng ra từ sự hô hấp của rễ lúa và vi sinh vật, sau đó sẽ phản ứng với nước để tạo thành acid carbonic (CO₂ + H₂O → H₂CO₃), sau đó phân ly (H₂CO₃ → HCO₃⁻ + H⁺) và tạo ra

H⁺ gây chua đất (Dakora và Philips, 2002). Mặt khác, sự tiết ra O₂ từ rễ lúa trong điều kiện yếm khí (ngập nước) sẽ thúc đẩy phản ứng oxi hóa khử của dung dịch đất (Najafi và Parsazadeh, 2011; Najafi, 2013) và làm oxi hóa Fe²⁺ thành Fe³⁺ là yếu tố sẽ dẫn đến sự tích lũy Fe(OH)₃ và giải phóng H⁺ làm chua đất (4Fe²⁺ + O₂ + H₂O → 4Fe(OH)₃ + 8H⁺) (Kirk, 2004). Carvalhais và cs., (2011) cho rằng trong quá trình sinh trưởng và phát triển, rễ lúa sẽ giải phóng ra các acid hữu cơ vào trong đất; các acid hữu cơ này sau đó phân ly và tạo ra H⁺ làm chua đất. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy pH_e của tháng 5

(giữa 2 vụ đông xuân và hè thu) thấp hơn tháng 9 (kết thúc vụ hè thu và bắt đầu mùa lụt). pHe của tháng 1 (kết thúc mùa lụt và bắt đầu vụ đông xuân) có xu hướng cao hơn tháng 9. Như vậy, pHe giữa mùa vụ thấp hơn trước mùa lụt, pHe trước lụt thấp hơn sau lụt. Một nguyên nhân khác có thể do trong nước biển, mặc dù cùng thời điểm nhiễm mặn nhưng nồng độ các chất có sự thay đổi ở các vị trí khác nhau. Các cation trong nước cũng gia tăng theo mức độ mặn đó cũng có thể là nguyên nhân làm cho giá trị pHe trong đất có sự khác nhau giữa các khu vực và giữa các mùa (Lam, 2018). Hơn nữa việc tăng hay giảm độ pHe có thể nguyên nhân là do việc phân hủy chất mùn trong điều kiện hiếu khí của ruộng lúa đã tạo nên các loại axit hữu cơ khác nhau giữa các mùa vụ (Li và cs., 2022).

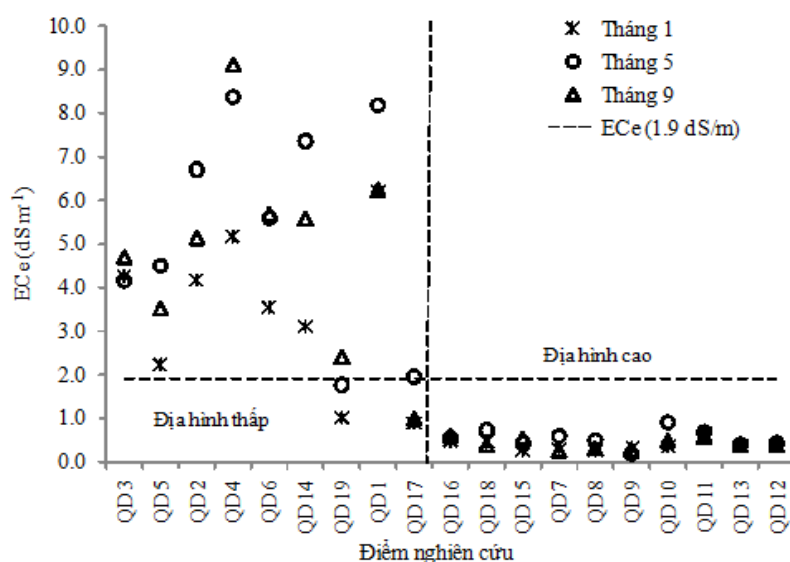
3.2. Sự thay đổi ECe, nồng độ cation và anion hòa tan trong dung dịch đất bão hòa theo thời gian lấy mẫu

Động thái ECe, nồng độ cation và anion hòa tan của đất bề mặt của các điểm nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 2, Hình 3 và Bảng 3. ECe tại các điểm có địa hình cao thấp hơn rất nhiều so với các điểm có địa hình thấp. Tại khu vực địa hình cao, ECe trong năm thấp hơn $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ và sự chênh lệch ECe của các điểm không lớn. Ngược lại ECe tại khu vực ở địa hình thấp hầu hết cao hơn $1,9 \text{ dS m}^{-1}$ (trừ điểm QD19 vào tháng 1, QD 17 vào tháng 9). Theo Grattan và cs., (2002) thì khi $\text{ECe} \geq 1,9 \text{ dS m}^{-1}$ thì sinh trưởng và phát triển của cây lúa bắt đầu bị ảnh hưởng. Như vậy, sự sinh trưởng phát

triển của cây lúa chỉ bị ảnh hưởng ở khu vực địa hình thấp, còn địa hình cao thì không bị ảnh hưởng.

ECe tháng 5 (giữa 2 vụ lúa đông xuân và hè thu) $>$ ECe tháng 9 (kết thúc vụ lúa hè thu, bắt đầu mùa lụt) $>$ ECe tháng 1 (kết thúc mùa lụt và bắt đầu vụ đông xuân) và sự chênh lệch ECe của các điểm rất rõ ràng. Như vậy ECe sự khác nhau ECe trước (tháng 9) và sau lụt (tháng 1) là rất khác nhau. ECe giữa 2 mùa vụ lúa đạt giá trị lớn nhất trong năm.

Tương tự như ECe, Bảng 2 cho thấy nồng độ cation và anion hòa tan trong dung dịch đất bão hòa của các điểm ở khu vực thấp cao hơn rất nhiều so với nơi địa hình cao. Nồng độ cation Na^+ hòa tan là cao nhất, tiếp đến là Mg^{2+} và Ca^{2+} hòa tan; nồng độ K^+ và NH_4^+ hòa tan không đáng kể, hầu hết nhỏ hơn $0,05 \text{ cmolc kg}^{-1}$. Nồng độ anion Cl^- và SO_4^{2-} hòa tan lớn hơn rất nhiều so với NO_3^- hòa tan, nồng độ NO_3^- hòa tan là không đáng kể. Sự chênh lệch nồng độ cation và anion hòa tan ở các điểm khu vực cao là không đáng kể, ngược lại sự chênh lệch nồng độ cation và anion hòa tan của các điểm ở khu vực thấp là khá lớn. Sự biến động nồng độ cation và anion hòa tan trong dung dịch đất bão hòa tương tự như xu hướng thay đổi của ECe. Nguyên nhân có thể do Cation trao đổi ở đất mặn trung bình chủ yếu là các loại Na^+ , Mg^{2+} và Ca^{2+} trong khi đó đất có độ mặn cao thì cation trao đổi chủ yếu là Na^+ và Mg^{2+} , tiếp đến là Ca^{2+} và K^+ (Nguyễn Trung Hiếu và cs., 2015).



Hình 3. Sự thay đổi ECe theo thời gian

ECe và các cation, anion hòa tan cao trong dung dịch đất của các điểm ở khu vực địa hình thấp (Hình 3 và Bảng 2) chứng minh rằng sự rửa trôi không hết (không đầy đủ) của muối hoặc là có sự tích lũy muối tại khu vực này (Lam và cs., 2014). Nguyên nhân là do sự xâm nhập mặn từ cửa sông có kết nối trực tiếp với phá Tam Giang và vùng này có thời gian ngập lụt từ tháng 9 đến tháng 12 hằng năm (Hình 1). Bởi vì ECe tại khu vực cao $< 1,0 \text{ dS m}^{-1}$ nên không ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của lúa; ngược lại ECe tại khu vực thấp cao $> 1,9 \text{ dS m}^{-1}$ nên ảnh hưởng rất lớn đến sự sinh trưởng và phát triển của lúa (Grattan và cs., 2002).

ECe và các cation và anion hòa tan từ tháng 5 cao hơn nhiều so với tháng 1, trong đó ECe và các cation, anion hòa tan của tháng 5 và tháng 9 khác nhau không đáng kể. Nguyên nhân được xác định là mùa lụt bắt đầu diễn ra hằng năm vào giữa tháng 9 và kết thúc vào cuối tháng 12, lượng nước từ các đợt lũ lụt làm cho muối tích lũy trong đất sẽ được hòa tan trong thời gian này làm cho ECe và các cation, anion hòa tan của tháng 1 giảm xuống nhanh chóng. Nhưng do nhiệt độ bình quân tháng từ tháng 1 tăng dần đến tháng 9, làm tăng sự bốc hơi bề mặt của nước, điều này dẫn đến nồng độ muối tăng lên, kết quả là ECe và các cation, anion hòa tan tháng 5.

Bảng 2. Sự thay đổi nồng độ cation hòa tan trong dung dịch đất bão hòa theo thời gian (cmolc kg⁻¹)

Điểm	Na ⁺			K ⁺			Mg ²⁺			Ca ²⁺			NH ₄ ⁺		
	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 9	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 9	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 9	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 9	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 9
	1	5	9	1	5	9	1	5	9	1	5	9	1	5	9
QD3	1,08	0,96	1,01	0,03	0,03	0,02	0,31	0,52	0,60	0,25	0,56	0,77	0,06	0,05	0,03
QD5	0,52	0,72	0,81	0,02	0,01	0,02	0,21	0,78	0,45	0,16	1,01	0,38	0,04	0,05	0,03
QD2	1,09	1,35	1,22	0,03	0,04	0,04	0,32	0,98	0,76	0,26	1,12	0,64	0,05	0,03	0,02
QD4	1,63	1,97	2,44	0,08	0,05	0,05	0,43	1,11	1,00	0,16	1,01	0,69	0,05	0,17	0,03
QD6	0,78	1,01	1,47	0,02	0,01	0,03	0,35	1,00	0,78	0,27	1,09	0,55	0,04	0,03	0,02
QD14	0,81	1,53	1,49	0,03	0,03	0,03	0,28	1,03	0,96	0,23	1,26	1,31	0,07	0,03	0,03
QD19	0,14	0,28	0,57	0,01	0,01	0,02	0,05	0,15	0,33	0,08	0,29	0,48	0,01	0,02	0,02
QD1	1,49	1,57	1,37	0,05	0,05	0,04	0,62	1,41	0,81	0,44	1,43	0,68	0,05	0,03	0,01
QD17	0,22	0,50	0,35	0,01	0,01	0,01	0,02	0,13	0,08	0,02	0,11	0,08	0,01	0,02	0,02
QD16	0,08	0,10	0,11	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,07	0,04	0,06	0,10	0,01	0,01	0,01
QD18	0,07	0,07	0,06	0,00	0,01	0,00	0,02	0,05	0,04	0,04	0,12	0,06	0,02	0,02	0,01
QD15	0,07	0,06	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,05	0,02	0,03	0,01	0,00
QD7	0,04	0,06	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,01	0,03	0,09	0,04	0,02	0,01	0,01
QD8	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,03	0,08	0,04	0,02	0,01	0,02
QD9	0,05	0,03	0,05	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
QD10	0,04	0,05	0,04	0,00	0,01	0,00	0,02	0,05	0,03	0,06	0,24	0,14	0,01	0,03	0,03
QD11	0,10	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,04	0,13	0,19	0,17	0,03	0,03	0,02
QD13	0,03	0,03	0,04	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,04	0,06	0,07	0,03	0,03	0,01
QD12	0,06	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,05	0,08	0,11	0,02	0,01	0,02

Bảng 3. Sự thay đổi nồng độ anion hòa tan, tổng cation và tổng anion trong dung dịch đất bão hòa theo thời gian (cmolc kg⁻¹)

Điểm	NO ₃ ⁻			Cl ⁻			SO ₄ ²⁻			Tổng cation (cmolc kg ⁻¹)			Tổng anion (cmolc kg ⁻¹)		
	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 9	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 9	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 9	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 9	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 9
	1	5	9	1	5	9	1	5	9	1	5	9	1	5	9
QD3	0,01	0,00	0,00	1,41	0,92	1,04	0,58	1,29	1,68	1,73	2,12	2,43	2,00	2,22	2,71
QD5	0,04	0,00	0,00	0,62	0,68	0,93	0,43	1,91	0,98	0,95	2,57	1,69	1,09	2,59	1,92
QD2	0,02	0,00	0,00	1,53	1,67	1,40	0,46	2,24	1,64	1,74	3,53	2,69	2,01	3,92	3,05
QD4	0,01	0,00	0,00	2,21	2,36	3,49	0,51	2,27	1,55	2,34	4,31	4,21	2,73	4,63	5,04
QD6	0,01	0,00	0,00	0,91	1,24	1,90	0,79	2,16	1,39	1,48	3,14	2,86	1,72	3,40	3,30
QD14	0,03	0,00	0,00	0,88	1,74	1,34	0,55	2,40	2,53	1,42	3,88	3,82	1,46	4,14	3,87
QD19	0,00	0,00	0,00	0,10	0,31	0,62	0,22	0,48	1,05	0,29	0,75	1,41	0,32	0,80	1,67
QD1	0,02	0,00	0,00	1,94	1,94	1,74	1,03	3,12	1,64	2,66	4,50	2,91	2,99	5,06	3,38
QD17	0,01	0,00	0,00	0,16	0,39	0,20	0,06	0,37	0,33	0,28	0,77	0,54	0,23	0,75	0,53
QD16	0,03	0,00	0,00	0,06	0,04	0,06	0,09	0,18	0,25	0,15	0,21	0,29	0,18	0,22	0,31
QD18	0,01	0,00	0,00	0,07	0,05	0,05	0,04	0,13	0,13	0,15	0,31	0,18	0,12	0,18	0,18
QD15	0,01	0,00	0,00	0,04	0,02	0,01	0,06	0,12	0,04	0,14	0,15	0,07	0,11	0,15	0,06
QD7	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,02	0,05	0,16	0,07	0,10	0,21	0,10	0,08	0,20	0,09
QD8	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,02	0,03	0,12	0,09	0,09	0,16	0,12	0,08	0,14	0,12
QD9	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,07	0,04	0,05	0,11	0,08	0,11	0,10	0,06	0,09
QD10	0,01	0,00	0,00	0,04	0,06	0,02	0,04	0,22	0,17	0,13	0,37	0,24	0,09	0,28	0,19
QD11	0,00	0,00	0,01	0,06	0,03	0,05	0,07	0,12	0,12	0,30	0,30	0,27	0,14	0,16	0,19
QD13	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,04	0,06	0,08	0,11	0,11	0,15	0,15	0,09	0,11	0,15
QD12	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,02	0,05	0,06	0,13	0,14	0,16	0,16	0,11	0,09	0,15

4. KẾT LUẬN

pHe đất ở tháng 5 (giữa 2 vụ đông xuân và hè thu) thấp hơn ở tháng 9 (kết thúc vụ hè thu và bắt đầu mùa lụt). pHe đất ở tháng 1 (kết thúc mùa lụt và bắt đầu vụ đông xuân) có xu hướng cao hơn ở tháng 9. Như vậy pHe đất giữa mùa vụ thấp hơn trước mùa lụt, pHe trước lụt thấp hơn sau lụt.

ECe, tổng cation và tổng anion hòa tan trong đất từ tháng 5 (lần lượt là 0,18 – 8,35 dS m⁻¹, 0,15 – 4,50 cmolc kg⁻¹ và 0,06 – 5,06 cmolc kg⁻¹) cao hơn nhiều so với ở tháng 1 (lần lượt là 0,27 – 6,20 dS m⁻¹, 0,09 – 2,66 cmolc kg⁻¹ và 0,08 – 2,99 cmolc kg⁻¹), trong đó ECe và tổng cation, anion hòa tan của tháng 5 và tháng 9 (lần lượt là 0,24 – 9,11 dS m⁻¹, 0,07 – 4,21 cmolc kg⁻¹ và 0,06 – 5,04 cmolc kg⁻¹) khác nhau không đáng kể. Như vậy sau lụt kết thúc (tháng 1), ECe giảm xuống nhanh chóng do dung dịch muối trong đất được trung hòa bởi lượng nước lớn từ lụt.

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành nghiên cứu này, nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn phòng thí nghiệm Khoa học đất, Đại học Kyoto, Nhật Bản, Khoa Nông học, Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế đã hỗ trợ trong quá trình thực hiện phân tích mẫu đất. Nhóm tác giả xin trân trọng cảm ơn quý đồng nghiệp và các hộ dân ở huyện Quảng Điền, tỉnh Thừa Thiên Huế đã hỗ trợ cho nhóm nghiên cứu trong quá trình lấy mẫu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

- Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Trung, Trần Kim Tính và Võ Công Thành. (2015). Đặc tính hóa học đất mặn trồng lúa sòi vùng Hồng Dân - Bạc Liêu. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (40), 109-19.
- Nguyễn Hồ Lam. (2018). Nghiên cứu mối quan hệ giữa độ mặn đất, năng suất lúa và một số tính chất hóa tính của đất trồng lúa bị nhiễm mặn ở Bắc Trung bộ. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, (11), 29-35.

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

- Carvalhais, L.C., Dennis, P.G., Fedoseyenko D., Hajirezaei, M.R., Borriss, R. & Wirén, N. (2011). Root exudation of sugars, amino acids, and organic acids by maize as affected by nitrogen, phosphorus, potassium, and iron deficiency. *Journal of Plant Nutrient Soil Science*, 174, 3-11.
- Dan, N.V., Hai, H.T. & An, N.H. (2006). Results of livelihood analysis by participatory rural appraisal in Quang Phuoc commune 2006: Integrated management of lagoon activities in Tam Giang Cau Hai lagoon (IMOLA) project. 1-8. *People's Committee of Thua Thien Hue Province, Hue City, Vietnam*.
- Dakora, F.D. & Phillips, D.A. (2002). Root exudates as mediators of mineral acquisition in low-nutrient environments. *Plant and Soil*, 245, 35-47.
- Ghafoor, A., Qadir, M. & Murtaza, G. (2004). *Salt-affected soils: Principles of management*. Allied Book Centre, Urdu Bazar, Lahore. (ISBN 969-547). 328 p.
- Grattan, S.R., Zeng, L., Shannon, M.C. & Roberts, S.R. (2002). Rice is more sensitive to salinity than previously thought. *California Agriculture*, 56(6), 189-198.
- FAO. (2006). Guidelines for soil description, 4th edition, Rome, Italy.
- Kirk, G.J.D. (2004). The biogeochemistry of submerged soils, *John Wiley & Sons Ltd., England*.
- Kirk, G.J.D., Begg, C.B.M. & Solivas, J.L. (1993). The chemistry of the lowland rice rhizosphere. *Plant and Soil*, 155/156, 83-86.
- Jackson, M.L., Lim, C.H. & Zelazny, L.W. (1986). Part 1. Physical and mineralogical methods. Method of soil analysis, 2nd edition, pp. 383-411, *American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI*.
- Lam Nguyen, Tetsuhiro Watanabe & Shinya Funakawa. (2014). Spatiotemporal variability in soil salinity and its effects on rice (*Oryza sativa* L.) production in the north central coastal region of Vietnam, *Soil Science and Plant Nutrition*, 60(6), 874-885.
- Li, Yajing, Y.H., Chengqi, Y., Jinbo, X. & Qiongfeng, Q. (2022). pH and salinity are the dominant limiting factors for the application of mariculture sludge to paddy soil. *Applied Soil Ecology*, 175, 104463.

- Miller, J.J. & Curtin, D. (2006). Chapter 15. Electrical Conductivity and Soluble Ions. Soil Sampling and Methods of Analysis. 2nd Edition. Eds. Carter M.R., Gregorich E.G. *Canadian Society of Soil Science*, page 161–171.
- Najafi, N., & Parsazadeh, M. (2011). Effect of nitrogen form and pH of nutrient solution on the changes in pH and EC of spinach rhizosphere in hydroponic culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse*, 2(5), 29-44.
- Najafi, N. (2013). Changes in pH, EC and concentration of phosphorus in soil solution during submergence and rice growth period in some paddy soils of north of Iran. *International Journal of Agriculture: Research and Review*, 3(2), 271-280.
- Pam, H. & Brian, M. (2007). Interpreting soil test results: What do all the numbers mean? *Published by CSIRO publishing*, 160pp.
- Porter, G.S., Bajita-Locke, J.B., Hue, N.V., & Strand, D. (2004). Manganese solubility and phytotoxicity affected by soil moisture, oxygen levels, and green manure additions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 35(1-2), 99-116.