

# Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của mưa axit đến sự thay đổi một số tính chất lý hóa học của đất trồng cây đậu tương (*Glycine max* (L.) Merr.) ở huyện Yên Thủy, tỉnh Hòa Bình

Phạm Thị Thu Hà\*, Nguyễn Xuân Hải, Phan Thị Thanh Ngân, Bùi Năng Kha

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 08 tháng 10 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 14 tháng 11 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 14 tháng 11 năm 2017

**Tóm tắt:** Trong những thập kỉ gần đây, mưa axit đã gây ra nhiều tác hại lớn đối với sức khoẻ con người và môi trường, trong đó có môi trường đất. Trong bài báo này, dựa trên cơ sở số liệu, tài liệu thứ cấp, kết quả phân tích các chỉ tiêu lý hóa học trong đất kết hợp với điều tra thực tế, nghiên cứu đã đánh giá ảnh hưởng của mưa axit đến một số tính chất của đất trồng đậu tương ở huyện Yên Thủy, tỉnh Hòa Bình. Kết quả nghiên cứu ở các công thức thí nghiệm với nước mưa axit mô phỏng có giá trị pH 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 cho thấy tất cả các chỉ tiêu lý hoá học của đất được phân tích đều có mối tương quan chặt chẽ với pH của nước mưa. Các chỉ tiêu  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ,  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ,  $\text{N}_{\text{DT}}$ ,  $\text{P}_{\text{DT}}$ ,  $\text{K}_{\text{DT}}$ , OM, CEC,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  trong đất thí nghiệm đều có giá trị thấp hơn mẫu đối chứng và có xu hướng giảm tương đồng khi pH nước mưa axit giảm. Ngược lại, hàm lượng của  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  trong đất đều có giá trị cao hơn mẫu đối chứng và có xu hướng tăng khi pH nước mưa axit thấp.

**Từ khóa:** Mưa axit, tính chất đất, đậu tương, pH.

## 1. Đặt vấn đề

Trong những thập kỉ gần đây, mưa axit được coi là một trong những vấn đề môi trường nghiêm trọng nhất trên thế giới. Mưa axit gây ra nhiều tác hại lớn đối với sức khoẻ con người và môi trường, trong đó có môi trường đất. Một số nghiên cứu trên thế giới đã chỉ ra chất lượng môi trường đất bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi các trận mưa axit thể hiện qua sự thay đổi của các chỉ tiêu đặc trưng cho độ phì của đất theo chiều hướng như làm chua hoá môi trường đất,

tăng xói mòn và rửa trôi, suy giảm chất hữu cơ và các nguyên tố thiết yếu đối với cây trồng, làm tăng độ linh động cũng như hàm lượng các chất có thể gây độc cho cây như  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  và gây tích tụ  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_x^-$  trong đất [1, 2, 3].

Cây đậu tương còn gọi là đậu nành hay đỗ tương, tên khoa học là *Glycine max* (L.) Merr. là loại cây trồng ngắn ngày, giàu giá trị dinh dưỡng và mang lại giá trị kinh tế cao. Huyện Yên Thủy, tỉnh Hòa Bình là một trong những vùng chuyên canh về cây đậu tương cho năng suất cao. Tháng 3 năm 2017 diện tích sản xuất vụ chiêm xuân của huyện Yên Thủy có 10 ha đất trồng đậu tương. Theo kết quả nghiên cứu của Phạm Thị Thu Hà và nnk (2016) [4] về diễn biến mưa axit ở Hòa Bình giai đoạn 2000 –

\*Tác giả liên hệ. ĐT.: 84- 948813688.

Email: phamthithuha.hus@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4170>

2014, mưa axit ( $\text{pH} < 5,6$ ) đã xuất hiện ở khu vực nghiên cứu với tần suất khá cao và có sự dao động mạnh giữa các tháng và các mùa trong năm, cụ thể cao nhất là 81,8 % vào năm 2000 và thấp nhất là 16,7 % vào năm 2008. Theo nhiều dẫn liệu nước ngoài, đậu tương (*Glycine max* (L.) Merr.) là một loại cây trồng nhạy cảm với những tác động của mưa axit [1, 5]. Do vậy, mưa axit có thể đã và đang ảnh hưởng tới tính chất đất, sự sinh trưởng và phát triển của cây đậu tương làm giảm năng suất của cây đậu tương. Theo số liệu từ Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Hòa Bình, sản lượng một số loại cây trồng nông nghiệp như cây đậu tương ở một số vùng chuyên canh của tỉnh Hòa Bình có xu hướng bị giảm sút trong những năm qua [6], mà điều này cũng có thể xem xét tới nguyên nhân từ ảnh hưởng của mưa axit. Do vậy, kết quả của nghiên cứu sẽ góp phần bổ sung cơ sở lý luận về mối quan hệ của mưa axit và sự thay đổi tính chất đất trồng cây đậu tương ở huyện Yên Thủy, tỉnh Hòa Bình, làm cơ sở đề xuất các biện pháp cải tạo đất, tăng năng suất cây trồng.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

*Đối tượng nghiên cứu:* Các chỉ tiêu lý hóa học của đất trồng cây đậu tương bị ảnh hưởng của mưa axit ở huyện Yên Thủy, tỉnh Hòa Bình bao gồm pH, dung tích trao đổi cation (CEC), các ion trao đổi (TĐ) và hòa tan ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ), các chất dinh dưỡng dễ tiêu (DT) (K, N, P), và chất hữu cơ (OM) của đất trồng đậu tương.

*Phương pháp nghiên cứu:*

- Phương pháp bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện vào vụ Đông (tháng 10 – 12/2016) ở ruộng trồng hoa màu có tọa độ  $20^{\circ}23'49''$  vĩ độ Bắc,  $105^{\circ}36'06''$  kinh

độ Đông nằm tại thị trấn Hàng Trạm, huyện Yên Thủy, tỉnh Hòa Bình. Mẫu đất nền được tiến hành xác định thành phần cơ giới và phân tích các chỉ tiêu pH, CEC,  $\text{Ca}^{2+}_{\text{TĐ}}$ ,  $\text{Mg}^{2+}_{\text{TĐ}}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{K}_{\text{DT}}$ ,  $\text{N}_{\text{DT}}$ ,  $\text{P}_{\text{DT}}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , OM. Đất sử dụng để tiến hành thí nghiệm là đất trồng nhiều loại hoa màu như ngô, khoai, cà chua, đậu tương, đậu cô ve và có sử dụng phân khoáng N, P, K.

Hạt đậu tương (*Glycine max* (L.) Merr.) được lựa chọn là giống DT84 do Viện di truyền nông nghiệp cung cấp và được trồng vào tháng 10 năm 2016. DT84 là một trong những giống đậu tương được trồng phổ biến ở Hòa Bình và chưa từng được kiểm tra về tính nhạy cảm đối với mưa axit. Điều kiện thí nghiệm ngoài trời, với mưa axit mô phỏng. Nhiệt độ không khí trong giai đoạn thí nghiệm dao động từ 14-29 °C, độ ẩm cao nhất là 76%, thấp nhất là 51%. Tiến hành chọn những hạt giống đậu tương to, đều. Tiến hành làm đất, lên luống và gieo hạt. Cây đậu tương được trồng ban đầu theo từng luống, mỗi luống rộng 1m, cao 15-20 cm, rãnh rộng 25-30 cm. Mật độ đảm bảo 40-45 cây/m<sup>2</sup>. Mỗi hố được rải một lớp phân chuồng mỏng, lấp đất phủ rồi tra hạt lên trên và sau đó lấp đất kín hạt.

Tổng diện tích khu đất bố trí thí nghiệm là 189 m<sup>2</sup> được chia thành 21 ô thí nghiệm, diện tích mỗi ô thí nghiệm là 3 x 3m. Chia khu đất theo chiều dọc thành 7 ô, khoảng cách giữa các ô trong cùng một lần lặp lại là 30 cm và giữa các lần lặp lại là 50 cm. Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ với yếu tố pH khác nhau, tần suất và lượng mưa trung bình nhiều năm giống nhau ở các công thức thí nghiệm. Tổng số bao gồm 21 công thức thí nghiệm kê cả mẫu đối chứng. Mẫu đối chứng là mẫu tưới nước mưa không có pha axit. Thí nghiệm tiến hành với 3 lần nhắc lại. Sử dụng chương trình IRRISTAT 5.0 để tạo sơ đồ thí nghiệm. Khuôn viên thí nghiệm được che chắn và được kéo mái che khi trời mưa.

Bảng 1. Các công thức thí nghiệm

CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	Đối chứng
pH= 3,0	pH= 3,5	pH= 4,0	pH= 4,5	pH= 5,0	pH= 5,5	

Mưa axit mô phỏng: Nước tưới cây là nước mưa lấy tại khu vực nghiên cứu có thành phần  $\text{NO}_3^-$  (4,12 – 4,25 mg/l),  $\text{Cl}^-$  (0,36 – 0,40mg/l),  $\text{SO}_4^{2-}$  (3,54 – 3,64mg/l),  $\text{NH}_4^+$  (0,48 – 0,69 mg/l),  $\text{Na}^+$  (0,65 – 0,69 mg/l),  $\text{K}^+$  (0,39 – 0,42 mg/l),  $\text{Ca}^{2+}$  (2,81 – 2,90 mg/l),  $\text{Mg}^{2+}$  (0,48 – 0,51mg/l). Mưa axit là mưa có chứa các axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và  $\text{HNO}_3$  với  $\text{pH} < 5,6$ . Dựa vào kết quả tính toán tỷ lệ nồng độ ion  $\text{NO}_3^-$  và  $\text{nss}^* - \text{SO}_4^{2-}$  trong nước mưa ở khu vực nghiên cứu trong giai đoạn 2000 - 2015, nghiên cứu sử dụng nước tưới cây là nước mưa được điều chỉnh pH ở các mức khác nhau (3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5) bằng dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1M và dung dịch  $\text{HNO}_3$  1M theo tỉ lệ  $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{HNO}_3 = 2:1$ .

Trong khuôn khổ nghiên cứu, tần suất và lượng mưa được sử dụng cho tất cả các công thức thí nghiệm là giá trị trung bình tính toán được trong giai đoạn từ 2000 – 2015 (theo số liệu của Mạng lưới giám sát lắng đọng axit vùng Đông Á (EANET) vào các tháng trong giai đoạn bố trí thí nghiệm. Tần suất xuất hiện mưa axit là 56% và tổng lượng nước mưa axit là 139 mm. Cây thí nghiệm được tiến hành tưới trong 30 phút. Phương pháp tưới nước mưa axit mô phỏng được sử dụng trong thí nghiệm là tưới phun cách mặt cây 1m, các giọt nước với đầu phun có đường kính 0,3 mm. Nước mưa axit được tưới với tần suất 3 lần/tuần và lượng nước mưa là 1,18 mm/lần tưới.

*- Phương pháp lấy mẫu đất và phân tích trong phòng thí nghiệm*

Trước khi trồng đậu tương, mẫu đất tầng mặt (0 - 20 cm) được lấy và tiến hành phân tích bằng các phương pháp thông dụng hiện nay tại Phòng thí nghiệm của Bộ môn Thổ nhưỡng và Môi trường đất thuộc Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội. Các phương pháp xác định tính chất đất bao gồm: Phân tích thành phần cơ giới bằng phương pháp ống hút Robinson;  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ : cực chọn lọc hydro và phân loại theo thang đánh giá của Mạng lưới quản lý đất trồng Đông Nam Á;  $\text{OM}\%$ : phương

pháp Walkley – Black;  $\text{Ca}^{2+}_{\text{TD}}$ ,  $\text{Mg}^{2+}_{\text{TD}}$  được chiết bằng amoniacetat và định lượng theo phương pháp chuẩn độ complexon;  $\text{N}_{\text{DT}}$ : phương pháp Chiurin – Cononova;  $\text{P}_{\text{DT}}$ : phương pháp Oniani; CEC: phương pháp Schachtschabel;  $\text{K}_{\text{DT}}$ : phương pháp amoniacetat;  $\text{SO}_4^{2-}$ : phương pháp baricromat. Al và Fe được chiết bằng hỗn hợp oxalat  $\text{pH}=3$  (tỷ lệ 1:40);  $\text{Mn}^{2+}$  được chiết bằng  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1N (tỷ lệ 1:10) và phân tích trên máy ICP-OES Optima 7300 V của Mỹ.

*- Phương pháp xử lý số liệu*

Các số liệu được phân tích, tính toán và xử lý bằng phần mềm Excel và IBM SPSS Statistics 20. Dựa vào kết quả tính toán đưa ra các đánh giá về những ảnh hưởng của mưa axit mô phỏng đến sự thay đổi tính chất đất trồng cây đậu tương ở huyện Yên Thủy, tỉnh Hòa Bình.

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Tính chất đất thí nghiệm

Kết quả phân tích mẫu đất nền cho thấy tính chất đất làm thí nghiệm có thành phần cơ giới là đất thịt pha cát và pha sét (sét: 23,6%; limon: 8,7% và cát: 67,7%). Đất có phản ứng trung tính với giá trị  $\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,57$  và  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 7,22$ , là môi trường thuận lợi cho cây hút các khoáng chất dinh dưỡng. Hàm lượng OM trong đất là 2,26% ở mức trung bình và CEC trong đất là 12,6 meq/100g ở mức nghèo. Hàm lượng  $\text{Ca}^{2+}_{\text{TD}}$  và  $\text{Mg}^{2+}_{\text{TD}}$  trong đất đều ở mức trung bình (7,86 meq/100g đất đối với  $\text{Ca}^{2+}_{\text{TD}}$  và 2,6 meq/100g đất đối với  $\text{Mg}^{2+}_{\text{TD}}$ ). Theo thang đánh giá về nhu cầu hàm lượng các cation trao đổi đối với đất trồng một số loại cây trồng chính thì hàm lượng  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  được xác định là không đảm bảo cho nhu cầu của cây trồng, cụ thể đối với cây họ đậu là  $\text{Ca}^{2+} \geq 10$  meq/100g đất và hàm lượng  $\text{Mg}^{2+} \geq 4$  meq/100g đất [7]. Các nguyên tố N, P dễ tiêu có hàm lượng tương đối cao trong đất. Hàm lượng  $\text{N}_{\text{DT}}$ ,  $\text{P}_{\text{DT}}$  trong đất lần lượt là 6,16mg/100g và 90 mg/100g, các giá trị này ở mức giàu so với thang đánh giá. Hàm lượng  $\text{K}_{\text{DT}}$  là 9,85 mg/100g đất (mức nghèo).

\* nss: non-sea-salt (đã được loại bỏ phần mang đến từ muối biển)

Hàm lượng  $\text{SO}_4^{2-}$  trong đất là 25 ppm (0,0025%), thấp hơn ngưỡng giới hạn tối thiểu đối với lưu huỳnh trong đất ( $S > 0,01\%$ ). Hàm lượng  $\text{Mn}^{2+}$  là 3,76 mg/100g ở mức trung bình; còn hàm  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  trong mẫu đất tiến hành thí nghiệm lần lượt là 77,6 mg/100g và 98,8 mg/100g.

### 3.2. Ảnh hưởng của mưa axit đến sự thay đổi tính chất lý hóa học của đất trồng cây đậu tương

Đất thí nghiệm sau 45 ngày đã được lấy để phân tích sự thay đổi một số tính chất lý hoá học của đất dưới ảnh hưởng của mưa axit.

#### - Độ chua

pH là thông số quan trọng đánh giá độ phì của đất. pH ảnh hưởng đến các quá trình lí hoá và sinh học trong đất và có tác động đến cây trồng [2, 8, 9]. pH của đất trồng cây đậu tương thí nghiệm và mối tương quan giữa pH nước mưa axit và độ chua của đất được thể hiện ở hình 1 và 2.

Kết quả phân tích các chỉ tiêu lý hoá học của đất trong các công thức thí nghiệm cho thấy, giá trị pH đất trong các công thức thí nghiệm đã giảm đi so với pH mẫu đối chứng và mẫu đất nền. Giá trị  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  của đất trong các công thức thí nghiệm từ CT1 đến CT6 giảm đi 0,08 – 0,89 đơn vị so với giá trị của mẫu đối chứng và 0,32 – 1,13 đơn vị so với mẫu đất nền. Tương tự với  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  giảm 0,2 – 0,53 đơn vị và 0,26 – 0,59 đơn vị tương đương với mẫu đối chứng và mẫu đất nền. Theo thang đánh giá

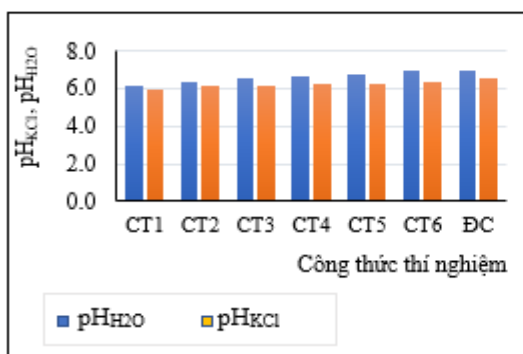
phân loại dựa trên độ chua trao đổi, đất trong các công thức thí nghiệm từ CT1 đến CT6 nhìn chung ở trạng thái chua ít ( $\text{pH}_{\text{KCl}}$  trong khoảng 5,6 – 6,5). Theo Trần Văn Điền [10], đậu tương chịu mặn và chịu chua kém hơn nhiều cây trồng khác và độ pH để cây có thể phát triển bình thường được là từ 5,0-8,0, độ pH thích hợp nhất là 6,0-7,0. Như vậy đối với khu vực nghiên cứu, mưa axit với các mức pH từ 3,0 đến 5,5 tương ứng với 6 công thức thí nghiệm chưa gây ảnh hưởng xấu đến môi trường sống của cây đậu tương.

- CEC và hàm lượng các cation  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  trao đổi

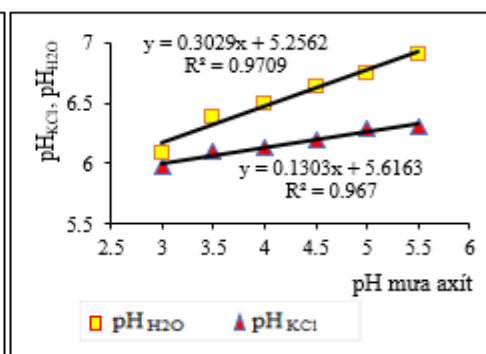
Trong đất,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  có thể ở dạng hấp phụ trao đổi, hai cation này có thể chiếm tới 80% của CEC đất, do đó giữa CEC và các cation trao đổi này cũng có mối tương quan với nhau [8]. Hàm lượng các cation  $\text{Ca}^{2+}_{\text{TD}}$ ,  $\text{Mg}^{2+}_{\text{TD}}$  và CEC của đất trong các công thức thí nghiệm được thể hiện tại hình 3.

Giá trị của CEC,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ở công thức đối chứng là cao hơn so với các công thức thí nghiệm và biến thiên theo chiều hướng giảm dần cùng với sự giảm dần của giá trị pH mưa axit.

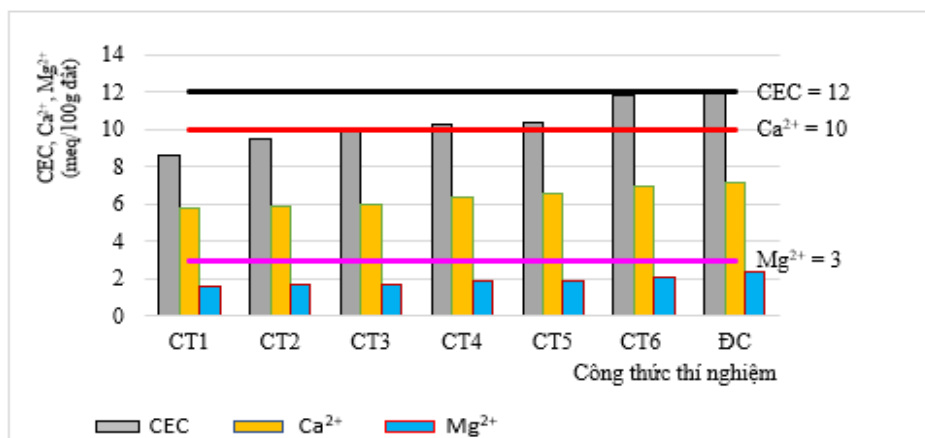
- CEC ở tất cả các công thức thí nghiệm đều thấp hơn CEC của mẫu đối chứng (11,90 meq/100g) và đất nền khu vực nghiên cứu (12,60 meq/100g). CEC giảm từ 11,82 đến 8,60 meq/100g đất, tương ứng với các công thức thí nghiệm từ CT6 đến CT1.



Hình 1. Giá trị  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ,  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  của đất trồng cây đậu tương trong các công thức thí nghiệm.



Hình 2. Mối tương quan giữa pH nước mưa axit với độ chua của đất.



Hình 3. Hàm lượng  $Ca^{2+}_{TD}$ ,  $Mg^{2+}_{TD}$  và chỉ tiêu CEC của đất trong các công thức thí nghiệm.

- Tất cả các công thức thí nghiệm đều có hàm lượng  $Ca^{2+}_{TD}$  ở mức trung bình (5 - 10 meq/100g), dao động từ 5,78 (CT1) đến 6,97 meq/100g đất (CT6). Hàm lượng  $Ca^{2+}_{TD}$  của đất trong tất cả các công thức thí nghiệm đều thấp hơn mẫu đối chứng (7,19 meq/100g đất) và thấp hơn mẫu đất nền (7,86 meq/100g đất).

- Hàm lượng  $Mg^{2+}_{TD}$  trong đất của các công thức thí nghiệm đều ở mức trung bình, các giá trị dao động từ 1,6 (CT4) đến 2,10 meq/100g đất (CT6).

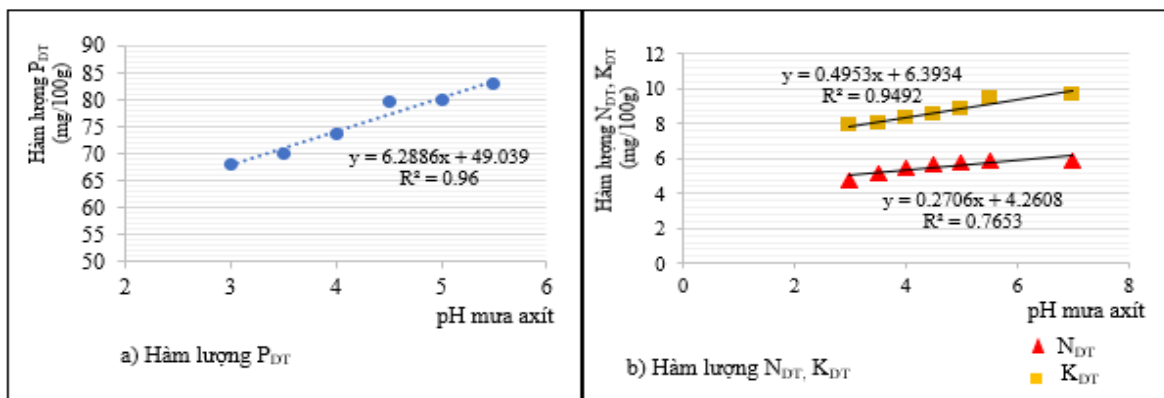
Theo đánh giá của Mạng lưới Quản lý đất trồng Đông Nam Á thì nhu cầu của cây họ đậu đối với hàm lượng  $Ca^{2+}$  và  $Mg^{2+}$  là  $Ca^{2+} \geq 10$  meq/100g đất và hàm lượng  $Mg^{2+} \geq 4$  meq/100g [7]. Như vậy, sự thiếu hụt một lượng lớn các nguyên tố  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  trong đất tại các công thức thí nghiệm sẽ có tác động không nhỏ đến đến quá trình sinh trưởng và phát triển của cây đậu tương. Theo như quan sát chúng tôi đã ghi nhận được trong quá trình theo dõi sự sinh trưởng và phát triển của cây đậu tương thì thấy rằng ở hầu hết các công thức thí nghiệm cây đều có những biểu hiện giống nhau như thân cây mềm, rễ ngắn, lá non mới ra bị dị dạng, nhiều lá có gân lá vẫn còn xanh nhưng thịt lá bị chuyển thành màu vàng, nhiều lá bị chuyển màu vàng đốm trắng. Những biểu hiện này của cây đậu tương khá trùng hợp với một số triệu chứng của cây khi thiếu  $Ca^{2+}$  và  $Mg^{2+}$ .

- Hàm lượng N, P, K dễ tiêu

Đối với cây trồng thì N, P, và K là 3 nguyên tố đa lượng quan trọng đối với sự sinh trưởng và phát triển của cây. N có mặt trong nhiều hợp chất hữu cơ quan trọng có vai trò quyết định trong quá trình trao đổi chất và năng lượng, đến hoạt động sinh lý của cây trồng.

Kết quả phân tích cho thấy giá trị N, P và K dễ tiêu ở công thức đối chứng là cao hơn so với các công thức thí nghiệm và biến thiên theo chiều hướng giảm dần cùng với sự tăng dần tính axit trong nước mưa. Hàm lượng  $N_{DT}$  trong đất ở tất cả các công thức thí nghiệm từ CT1 đến CT6 là  $4 < N_{DT} < 6$  mg/100g, chúng tỏ đất có hàm lượng  $N_{DT}$  ở mức trung bình. Các công thức thí nghiệm đều có hàm lượng  $N_{DT}$  thấp hơn mẫu đất nền (6,16 mg/100g đất ở mức giàu  $N_{DT}$ ). So với mẫu đối chứng (5,91 mg/100g), các công thức thí nghiệm từ CT6 đến CT1 có hàm lượng  $N_{DT}$  giảm dần khoảng 0,04 - 1,11 mg/100g đất. Như vậy, mưa axit đã ảnh hưởng tới hàm lượng  $N_{DT}$  trong đất.

Hàm lượng  $P_{DT}$  của đất ở tất cả các công thức thí nghiệm ở mức giàu ( $>15$  mg/100g) và cao nhất ở CT6 với hàm lượng  $P_{DT}$  đạt 82,9 mg/100g. Hàm lượng  $K_{DT}$  của đất cũng giảm theo chiều giảm từ CT6 đến CT1, ở tất cả các công thức thí nghiệm thì  $K_{DT}$  đều ở mức nghèo ( $< 10$  mg/100g), hàm lượng này nhỏ hơn khoảng 0,42 - 1,96 mg/100g đất so với mẫu đất nền (9,85 mg/100g). Mẫu đối chứng có hàm lượng  $K_{DT}$  ở mức nghèo. Như vậy, pH của nước mưa đã ảnh hưởng tới hàm lượng  $P_{DT}$ ,  $K_{DT}$  trong đất, đặc biệt là ở pH = 3,0 và 3,5.



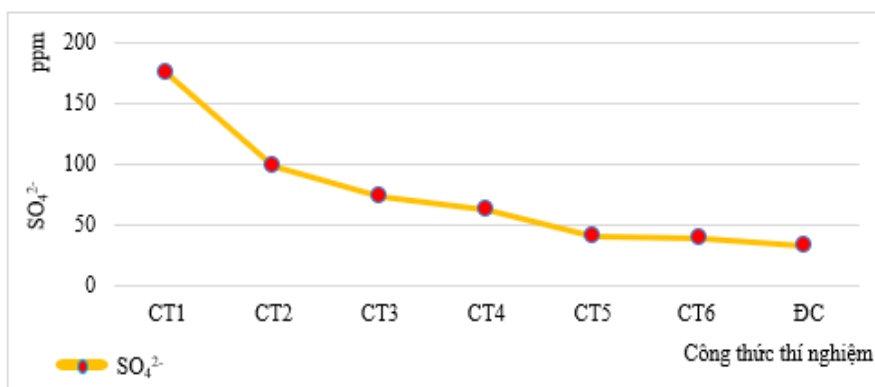
Hình 4. Mối tương quan giữa pH nước mưa axit với hàm lượng P dễ tiêu (a), và N, K dễ tiêu (b).

Từ đồ thị hình 4, ta thấy rằng hàm lượng của nguyên tố N, P, K dễ tiêu trong đất có mối tương quan thuận với pH mưa axit. Khi pH mưa axit cao thì hàm lượng các nguyên tố này cao, ngược lại khi pH mưa axit thấp thì dẫn tới việc giảm hàm lượng các nguyên tố này trong đất.

*- Hàm lượng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>*

Theo tính toán từ chuỗi số liệu quan trắc hoá học nước mưa ở trạm Hoà Bình của Mạng lưới giám sát lắng đọng axit vùng Đông A (EANET) năm 2015 và kết quả nghiên cứu của tác giả Phạm Thị Thu Hà và nnk, 2016 [4] cho thấy hàm lượng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> có mặt trong nước mưa là lớn nhất so với các ion khác như Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> và là thành phần chính làm giảm giá trị pH của nước mưa tại Hoà Bình. Điều này sẽ ảnh hưởng đến sự tích tụ SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> trong đất.

Đồ thị hình 5 cho thấy hàm lượng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ở tất cả các công thức nghiệm đều cao hơn so với mẫu đối chứng và mẫu đất nền. Hàm lượng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> có xu hướng giảm dần từ CT1 đến CT6. Mẫu đối chứng có nồng độ SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> là 32 ppm (0,0032 %), trong khi đó các công thức thí nghiệm từ CT1 đến CT6 có nồng độ SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> lần lượt là 174; 97,8; 73; 62,1; 40; 39,2 (ppm) tương ứng với 0,0174; 0,00978; 0,0073; 0,00621; 0,004; 0,00392 %. Như vậy, hàm lượng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> trong đất ở các công thức nghiệm từ CT2 đến CT6 đều thấp hơn ngưỡng tối thiểu (S > 0,01%) của hàm lượng lưu huỳnh trong đất. Đặc biệt, so với mẫu đối chứng thì ở công thức thí nghiệm với pH = 3 đã có sự thay đổi giá trị SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> một cách rõ rệt. Cụ thể, khi pH = 3 nồng độ SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> tăng 5,43 lần so với mẫu đối chứng.



Hình 5. Nồng độ SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> của đất trong các công thức thí nghiệm.

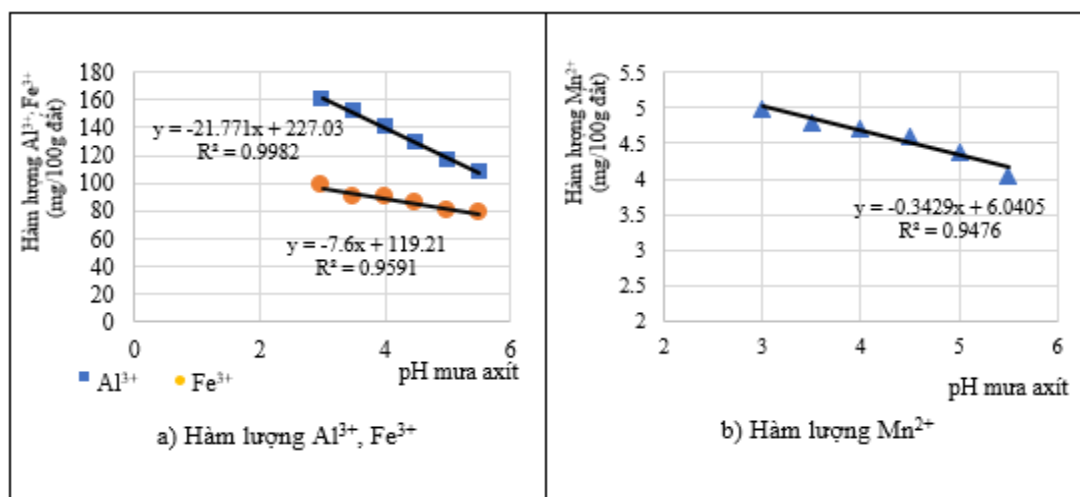
- Hàm lượng  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$

Mưa axit làm tăng độ linh động của các nguyên tố  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$  trong đất. Mối tương quan giữa hàm lượng các nguyên tố  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$  với pH nước mưa axit được thể hiện trong hình 6.

Từ hình 6 có thể thấy các mối tương quan giữa pH nước mưa axit với hàm lượng các nguyên tố  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$  trong đất là tương quan nghịch, khi pH mưa axit thấp thì độ linh động cũng như hàm lượng của các cation  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$  trong môi trường đất tăng lên. Ngược lại, khi pH mưa axit cao thì hàm lượng của các nguyên tố này ở dạng linh động trong đất sẽ giảm. Như vậy, kết quả thực nghiệm là phù hợp với các dẫn liệu trong và ngoài nước đã được nghiên cứu trước đó về sự ảnh hưởng của pH đến độ linh động của  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$  [2, 3].

Dựa trên kết quả phân tích cho thấy hàm lượng  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$  của các công thức thí nghiệm đều cao hơn so với mẫu đất nền và mẫu đối chứng. So với mẫu đối chứng, hàm lượng

$Al^{3+}$  tăng hơn dao động trong khoảng 9 (CT6) đến 62 mg/100g (CT1), hàm lượng  $Fe^{3+}$  tăng hơn dao động trong khoảng từ 0,14 (CT6) đến 19,80 mg/100g (CT1), hàm lượng  $Mn^{2+}$  tăng cao hơn dao động trong khoảng 0,08 (CT6) đến 1 mg/100g (CT1). Hàm lượng của tất cả các nguyên tố này đều có xu hướng tăng theo chiều giảm của pH mưa axit và ngược lại hàm lượng giảm khi pH mưa axit tăng. pH nước mưa càng thấp thì độ linh động của các nguyên tố này trong đất càng cao, một lượng lớn được giải phóng ra khỏi keo đất và tích lũy nhiều trong thực vật, có thể gây độc cho cây trồng. Kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng  $Fe^{3+}$  trong tất cả các công thức thí nghiệm từ CT1 đến CT6 đều vượt ngưỡng (10 mg/100g đất), hàm lượng  $Al^{3+}$  vượt ngưỡng (0,2 - 0,3 mg/100g đất) [11] có thể bắt đầu gây độc cho cây. Hàm lượng  $Mn^{2+}$  ở mức trung bình ( $2 < Mn^{2+} < 5$  mg/100g). Vì vậy, có thể nói hàm lượng  $Al^{3+}$  linh động trong đất thay đổi do ảnh hưởng từ pH của mưa axit; và hàm lượng  $Mn^{2+}$  có sự biến thiên ít hơn so với 2 cation  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ .



Hình 6. Mối tương quan giữa pH nước mưa axit và hàm lượng các nguyên tố  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$  linh động (a) và  $Mn^{2+}$  linh động (b) trong đất.



#### 4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy mưa axit đã làm thay đổi một số tính chất đất trồng đậu tương, làm tăng các chỉ số độc hại và làm giảm một số các chỉ số dinh dưỡng trong đất. Các công thức thí nghiệm chịu tác động của mưa axit có mức pH = 3 và 3,5 đã có sự thay đổi đáng kể về hàm lượng các nguyên tố trong đất so với mẫu đối chứng. Ở các công thức thí nghiệm này, cây đậu tương đã có một số biểu hiện tiêu cực có thể quan sát được như thân cây mềm, rễ ngắn, lá non mới ra bị dị dạng, nhiều lá có gân lá vẫn còn xanh nhưng thịt lá bị chuyển thành màu vàng, nhiều lá bị chuyển màu vàng đốm trắng. Các chỉ tiêu lý hóa học đất đều có mối tương quan với pH nước mưa axit.  $pH_{KCl}$ ,  $pH_{H_2O}$ , CEC,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  trong đất có xu hướng giảm khi pH nước mưa axit giảm và ngược lại. Trong các công thức thí nghiệm, các chỉ tiêu  $pH_{KCl}$ ,  $pH_{H_2O}$ , CEC,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  trong đất đều có giá trị thấp hơn mẫu đối chứng. Hàm lượng các ion  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  trong đất có xu hướng tăng khi pH nước mưa axit giảm. Trong các công thức thí nghiệm, hàm lượng các ion  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  đều cao hơn mẫu đối chứng. Những kết quả nghiên cứu cho thấy tác động của mưa axit cần được xem xét đến trong công tác quản lý và bảo vệ đất canh tác.

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc Gia Hà Nội trong đề tài mã số QG.16.20. Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Denis T.D, Allen H.S. (1987), "The effects of simulated acid rain with and without ambient rain on the growth and yield of field-grown soybeans", *Environmental and Experimental Botany*, Great Britain, Vol. 27 (4), pp. 395- 401.
- [2] Visgili G.R, Whitelaw D.M. (2007). Acid in the environment. Lesson learned and future prospects. Springer Science+Business Media, LLC.
- [3] Lawrence G.B, Lapenis A.G, Smith K.T, et al. (2004). Climate dependency of tree growth suppressed by acid deposition effects on soils in Northwest Russia, *Environmental Science & Technology*, 39 (2005), pp. 39-45.
- [4] Phạm Thị Thu Hà và nnk (2016), Đánh giá diễn biến mưa axit ở Hòa Bình giai đoạn 2000 – 2014, *Tạp chí khoa học ĐHQGHN*, tập 32, số 1(2016), tr.102-109.
- [5] Yoshihisa K. (1988). Effect of simulated acid rain on the grown of soybean, *Water, Air, and Soil Pollution*, Vol. 43, pp. 11 – 19.
- [6] Sở Nông nghiệp và phát triển nông thôn tỉnh Hòa Bình, Báo cáo tiến độ sản xuất đến ngày 23/03/2017 số 11/TĐSX.
- [7] Mackenzie L.D., Masten S.J. (2004). Principles of Environmental Engineering and Science. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- [8] Lê Văn Khoa, Nguyễn Xuân Cự, Lê Đức, Trần Khắc Hiệp, Phương pháp phân tích đất nước phân bón cây trồng, NXB Giáo dục, 2000.8
- [9] Lê Đức, Hoá học đất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, Hà Nội, 2006.
- [10] Trần Văn Điền, "Giáo trình cây đậu tương", NXB Nông nghiệp, Hà Nội, 2007.
- [11] Balsberg Pahlsson A.M. (1990). Influence of aluminum on biomass, nutrients, soluble carbohydrate and phenols in beech (*Fagus sylvatica*), *Physiologia Plantarum* 78, pp.79–84



## Effects of Acid Rain on Physio-chemical Properties of Soybean Soil (*Glycine max* (L.) Merr.) in Yen Thuy District, Hoa Binh Province

Pham Thi Thu Ha, Nguyen Xuan Hai, Phan Thi Thanh Ngan, Bui Nang Kha

*Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

**Abstract:** In recent decades, acid rain has caused great harms to human health and the environment, including soil. In this paper, based on secondary data and materials, analyses of soil physio-chemical properties, in combination with field study, the study assessed effects of acid rain on some characteristics of soybean soil in Yen Thuy District, Hoa Binh Province. The experiments were carried out at pH of 3.0; 3,5; 4.0; 4,5; 5,0; 5.5, with a control sample. The results showed that all physio-chemical parameters of the soil were strongly correlated with the pH of acid rain. The values of  $\text{pH}_{\text{KCl}}$ ,  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ , available -N, -P and -K, OM, CEC,  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  in the soil were lower than those of the control sample and tended to decrease when pH of acid rain reduced. In contrast, contents of  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  in the experimental soil were higher than those of the control sample and tended to increase when pH of acid rain was low.

**Keywords:** Acid rain, soil properties, soybean, pH.