

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÀNH TỐ MƯA AXÍT LÊN TỶ LỆ NẢY MẦM, HÀM LƯỢNG CLOROPHIN VÀ CƯỜNG ĐỘ QUANG HỢP CỦA RAU CẢI XANH (*BRASSIA JUNCEA* (L))

ThS. Nguyễn Thị Kim Lan
Phân viện KTTV&MT phía Nam

Thí nghiệm đa thành tố của mưa axít (pH, tần suất mưa axít và lượng mưa) lên tỷ lệ nảy mầm, hàm lượng chlorophin, cường độ quang hợp và sinh khối của rau cải xanh (*Brassia juncea* (L)). Nước mưa axít làm tăng các chỉ số độc hại và làm giảm các chỉ số dinh dưỡng trong đất. Trong thực tế từ kết quả thực nghiệm, mưa axít có thể làm giảm 20-69% năng suất rau trồng trên hiện trường.

1. Mở đầu

Bố trí thí nghiệm đa yếu tố với các mức tác động khác nhau dưới dạng ma trận đã được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu sinh học và nông nghiệp [1]. Bài viết này giới thiệu kết quả nghiên cứu ảnh hưởng các thành tố mưa axít (pH, lượng mưa và tần suất mưa) lên tỷ lệ nảy mầm, hàm lượng chlorophin và cường độ quang hợp của rau cải xanh 15 và 30 ngày tuổi, qua đó xác định sinh khối và năng suất hữu dụng của rau cải xanh. Các số liệu thí nghiệm đã được xử lý và tính toán trên bảng tính MS-Excel.

2. Phương pháp nghiên cứu

a. Địa điểm, thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu thực nghiệm được tiến hành tại Trại Thực nghiệm Sinh học, Viện sinh học nhiệt đới trong khoảng thời gian từ tháng 6 năm 2005 đến tháng 12 năm 2005.

b. Vật liệu nghiên cứu

Đối tượng thực nghiệm là rau cải xanh (*Brassia juncea* (L)), nước tưới cây là nước

mưa có pH=6,2 được điều chỉnh pH ở các mức 4,0; 5,0 và 6,0 bằng H_2SO_4 0,1N [3]. Lượng nước tưới cây tính cho 48 giờ có các mức là 10, 30 và 50mm/48 giờ. Tần suất nước tưới axít có các mức 36, 60 và 84%.

Đất thí nghiệm lấy tại Trại Thực nghiệm Sinh học, Viện Sinh học Nhiệt đới, làm tơi và trộn đều với 20% cát sông để đảm bảo tính đồng nhất cho các nghiệm thức. Các nghiệm thức được đặt trong khay nhựa (20x50)cm², chiều dày đất là 15cm. Trên mỗi khay gieo đồng đều 250 hạt cải.

c. Bố trí thí nghiệm

* Các yếu tố phối hợp của mưa axít ảnh hưởng lên đối tượng nghiên cứu:

- Thí nghiệm phối hợp 3 yếu tố của mưa axít và 3 mức tác động lên tỷ lệ nảy mầm, hàm lượng chlorophin, cường độ quang hợp, sinh khối hữu dụng và năng suất hữu dụng của rau cải xanh.

- Các mức tác động của các "thành tố" mưa axít được chọn trong giới hạn tối thiểu và tối

đa của mưa axit: pH từ 4-6, tần suất 36-84% và lượng mưa 48 giờ từ 10-50mm. Thí nghiệm bố trí theo ma trận 3³.

* Theo dõi, chăm sóc cây thí nghiệm: Cây thí nghiệm được phun tưới nước mỗi ngày một lần vào lúc 9 giờ sáng trong thời gian 30 phút với lượng nước được tính cho mỗi thí nghiệm thức trong 48 giờ. Khuôn viên thí nghiệm được che chắn ngăn ngừa vật lạ và được kéo mái che khi trời mưa.

* Các chỉ số quan trắc: Tỷ lệ nảy mầm (%), cường độ quang hợp (mol/m²/s), hàm lượng chlorophin (mg/g), sinh khối hữu dụng tươi và khô (g), “năng suất” hữu dụng (g).

* Một vài chỉ số hóa học đất: pH H₂O, pH KCl, Ca²⁺ và Mg²⁺ trao đổi, Al³⁺, Fe³⁺, SO₄²⁻ được đo đạc sau một tháng thí nghiệm rau cải xanh.

d. Thu thập, phân tích, xử lý số liệu

- Số liệu được thu từ mỗi thí nghiệm thức (và đối chứng) với 3 lần lặp lại.

- Áp dụng MS-Excel trong phân tích hồi qui tuyến tính đa tham số.

e. Thu thập thông tin và theo dõi hiện trường ảnh hưởng của mưa axit lên rau cải xanh

- Thời gian, địa bàn theo dõi là mùa mưa năm 2005 (tháng 5-10) tại Tp. Hồ Chí Minh.

- Các số liệu thống kê và theo dõi là diện tích, mùa vụ, mức độ ứng dụng kỹ thuật trồng rau cải; sản lượng và năng suất của rau trồng.

* Đánh giá khái quát ảnh hưởng của mưa axit lên nghề trồng rau cải: Ghi nhận mức thiệt hại do mưa axit qua thực nghiệm và đánh giá thiệt hại “có thể” do mưa axit theo hiện trạng sản xuất và kết quả thực nghiệm.

3. Kết quả nghiên cứu

a. Ảnh hưởng phối hợp của các thành tố mưa axit lên rau cải xanh

Tỷ lệ nảy mầm, hàm lượng chlorophin và cường độ quang hợp là 3 chỉ số quan trọng bậc

nhất quyết định sản lượng và năng suất cây trồng. Thí nghiệm trên 27 thí nghiệm thức với 3 lần lặp lại cho kết quả như sau:

1) Tỷ lệ nảy mầm

Tỷ lệ nảy mầm của rau cải xanh đạt từ 36% ở thí nghiệm thức 16 (pH 4,0, tần suất tưới “nước axit” 84% và lượng nước tưới 30mm/48 giờ) đến 86% ở thí nghiệm thức 12 (pH 6,0, lượng nước tưới 30mm/48 giờ và không tưới “nước axit”). Các thí nghiệm thức có tỷ lệ nảy mầm 45% là 1, 4, 7, 13, 19, 22 và 25, đó là những thí nghiệm thức có nước tưới pH 4,0. Ngoài pH của nước tưới, lượng nước tưới/ngày và “nước tưới axit” có tần suất cao là các yếu tố điều chỉnh tỷ lệ nảy mầm của rau cải xanh thí nghiệm.

Phương trình tương quan giữa tỷ lệ nảy mầm của rau cải xanh với tác động phối hợp của pH, tần suất tưới “nước axit” và lượng nước tưới được xác định là:

$$M = -7,23148 + 13,7222x_1 - 0,13888x_2 + 0,13055x_3 \quad (R^2 = 0,70) \quad (1)$$

Trong đó: M: tỷ lệ nảy mầm (%), x₁: giá trị pH, x₂: tần suất tưới “nước axit” (%), x₃: lượng nước tưới (mm/48giờ).

Từ hàm tương quan trên ta thấy trị số pH có vai trò điều chỉnh quan trọng nhất ($\alpha_1=13,7$). Các yếu tố còn lại là lượng nước và tần suất “nước tưới axit” trong giới hạn thí nghiệm chỉ có ý nghĩa điều tiết thứ cấp ($\alpha_2=0,14$ và $\alpha_3=0,13$).

2) Hàm lượng chlorophin (mg/g)

Nhìn tổng thể, hàm lượng chlorophin tổng cộng (Clo_T) Clo_T của rau cải xanh 15 ngày tuổi cao hơn của rau cải xanh 30 ngày tuổi. Cả hai trường hợp đều có sự giảm hàm lượng (Clo_T) khi pH giảm. Điều này liên quan đến phản ứng của lá khi bộ rễ bị ngộ độc H⁺ [2], [4].

Theo đánh giá của Izuta (2004) [4], khi lá cây bị ngộ độc H⁺ (và Al³⁺), thì “hàm lượng tương đối” của chlorophin b (Clob) trong lá giảm xuống. Kết quả thí nghiệm cho thấy với rau cải xanh 15 ngày tuổi, tính quy luật về

biến đổi hàm lượng tương đối của Clo_b là khá rõ (ngoại trừ pH=6,0), trong khi với rau cải xanh 30 ngày tuổi trong khoảng pH từ 4,2 đến 5,7, tỷ lệ Clo_b/Clo_T hầu như không thay đổi.

Mối quan hệ giữa hàm lượng Clo_T với các thành tố mưa axit (pH, tần suất mưa axit và lượng mưa) được thể hiện bằng các phương trình tương quan sau:

* Đối với rau cải xanh 15 ngày tuổi:

$$y = 0,695 + 0,093x_1 - 0,0019x_2 - 0,0005x_3 \quad (R^2 = 0,74) \quad (2)$$

Phương trình rút gọn là:

$$y = 0,695 + 0,093x_1 - 0,0019x_2 \quad (3)$$

* Đối với rau cải xanh 30 ngày tuổi:

$$y = 0,322 + 0,118x_1 - 0,0023x_2 - 0,0003x_3 \quad (R^2 = 0,80)$$

Phương trình rút gọn là:

$$y = 0,322 + 0,118x_1 - 0,0023x_2 \quad (4)$$

Trong đó: y - hàm lượng clorophin tổng số (mg/g)

x₁ - giá trị pH

x₂ - tần suất nước tưới (mưa) axit (%)

x₃ - lượng nước tưới trong khoảng 10-50mm/48 giờ

Như vậy, trong giới hạn thí nghiệm với lượng nước tưới trong khoảng 10-50mm/48 giờ hầu như không ảnh hưởng đến quá trình tạo clorophin của rau cải xanh.

3) Cường độ quang hợp (mol/m²/s)

Cường độ quang hợp của cây xanh phụ thuộc vào nồng độ biogen (chất tạo sinh) trong đất, khả năng thu nhận biogen của bộ rễ, hoạt tính quang hợp của clorophin, mức độ đóng mở của khí khổng trên bề mặt lá, và cường độ chiếu sáng [2]. Kết quả thí nghiệm cho thấy rau cải xanh 15 ngày tuổi có cường độ quang hợp cao hơn rau cải xanh 30 ngày tuổi. Cả hai lứa tuổi, cường độ quang hợp có xu hướng giảm khi pH giảm.

Phân tích tương quan giữa pH, lượng nước, tần suất nước tưới axit và cường độ quang hợp của rau cải thí nghiệm được thể hiện bằng các hàm tương quan 3 nhân tố sau:

* Đối với rau cải xanh 15 ngày tuổi:

$$y = 0,140 + 0,179x_1 - 0,0045x_2 - 2,914 \cdot 10^{-17}x_3 \quad (R^2 = 0,58) \quad (5)$$

Phương trình rút gọn là:

$$y = 0,140 + 0,179x_1 - 0,0045x_2 \quad (6)$$

* Đối với rau cải xanh 30 ngày tuổi:

$$y = -0,051 + 0,128x_1 - 0,0027x_2 - 1,527 \cdot 10^{-17}x_3 \quad (R^2 = 0,63)$$

Phương trình rút gọn là:

$$y = -0,051 + 0,128x_1 - 0,0027x_2 \quad (7)$$

Trong đó:

y - cường độ quang hợp (mol/m²/s)

x₁ - giá trị pH

x₂ - tần suất nước tưới (mưa) axit (%)

x₃ - lượng nước tưới trong khoảng 10-50mm/48 giờ

Như vậy trong khoảng lượng nước tưới cho cây thí nghiệm (10-50mm/48 giờ) chỉ có pH và tần suất nước tưới có pH thấp mới ảnh hưởng lên cường độ quang hợp của rau cải xanh.

4) Sinh khối hữu dụng của rau cải xanh 15 ngày tuổi

Phương trình tương quan hồi qui 3 thành tố mưa axit được thiết lập là:

* Với sinh khối hữu dụng tươi:

$$M_T = 2,8843 + 0,8389x_1 - 0,0338x_2 + 0,0014x_3 \quad (R^2 = 0,51)$$

Phương trình rút gọn là:

$$M_T = 2,8843 + 0,8389x_1 - 0,0338x_2 \quad (8)$$

* Với sinh khối hữu dụng khô:

$$M_K = 0,25 + 0,0767x_1 - 0,0033x_2 + 0,0001x_3 \quad (R^2 = 0,52)$$

Phương trình rút gọn là:

$$M_K = 0,25 + 0,0767x_1 - 0,0033x_2 \quad (9)$$

Trong đó: M_T là sinh khối hữu dụng tươi (g) và M_K là sinh khối hữu dụng khô (g), x₁ - giá trị pH, x₂ - tần suất nước tưới (mưa) axit (%), x₃ - lượng nước tưới trong khoảng 10-50 mm/48 giờ.

Mưa axit với pH=4,0, tần suất mưa axit 84% và tổng lượng mưa 10mm/48giờ hoặc 50 mm/48giờ (thấp nhất và cao nhất) làm giảm

sinh khối hữu dụng của rau cải xanh 2,77 lần tính theo sinh khối tươi và 2,96 lần tính theo sinh khối khô khi so sánh với nước mưa có pH= 6,0 và lượng mưa 30mm/48giờ.

5) *Năng suất hữu dụng của rau cải xanh 15 ngày tuổi*

“Năng suất” hữu dụng ở đây được tính bằng tích của tỷ lệ nảy mầm và sinh khối hữu dụng của 15 cá thể với 3 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức. Các giá trị này chỉ có ý nghĩa để so sánh năng suất giữa các nghiệm thức, không phải là năng suất thực. Xử lý thống kê và lập phương trình tương quan hồi quy 3 yếu tố, ta có:

$$M_T = -1,63 + 1,2339x_1 - 0,0283x_2 + 0,0061x_3 \quad (R^2 = 0,65) \quad (10)$$

Phương trình rút gọn là:

$$M_T = -1,63 + 1,2339x_1 - 0,0283x_2 \quad (11)$$

$$M_K = -0,1496 + 0,1094x_1 - 0,0026x_2 + 0,0007x_3 \quad (R^2 = 0,72)$$

Phương trình rút gọn là:

$$M_K = -0,1496 + 0,1094x_1 - 0,0026x_2 \quad (12)$$

Trong đó: M_T là năng suất hữu dụng tươi (g) và M_K là năng suất hữu dụng khô (g), x_1 - giá trị pH, x_2 - tần suất nước tưới (mưa) axit (%), x_3 - lượng nước tưới trong khoảng 10-50mm/48 giờ.

Kết quả nghiên cứu cho thấy là với mưa axit có pH=4,0, tần suất 84% và lượng mưa 50mm/48giờ đã làm giảm năng suất rau cải xanh 5,6 lần theo sinh khối tươi và 6,0 lần theo sinh khối khô so với đối chứng là nước mưa có pH= 6,0 và lượng mưa 30mm/48giờ.

b. Một số chỉ số hóa học đất sau một tháng thí nghiệm rau cải xanh

Axit hóa đất do lắng đọng axit là vấn đề được quan tâm rộng rãi trên toàn cầu bởi tính nguy hại của nó có thể gây ra cho thực vật (và nước mặt của vùng đất trong lưu vực).

Độc tố trong đất có pH thấp bao gồm SO_4^{2-} , Al^{3+} và Fe^{3+} tăng lên được chứng minh trong

nghiên cứu này khi đất trồng rau cải xanh được tưới nước có pH thấp (4 và 5) với tổng lượng nước axit là 30mm/48 giờ và với các tần suất tưới axit khác nhau là 30 và 84%.

Kết quả nghiên cứu cho thấy so với đất đưa vào thí nghiệm ở tất cả các nghiệm thức, pH H_2O và pH KCl có xu hướng giảm xuống, hàm lượng các độc tố (SO_4^{2-} , Al^{3+} và Fe^{3+}) tăng lên, trong khi hàm lượng các chất dinh dưỡng (Ca^{2+} và Mg^{2+}) lại giảm. Giảm pH và tăng tần suất nước tưới có tính axit cao làm tăng các độc tố trong đất.

Giống như các kết quả nghiên cứu thực nghiệm khác [3], [4], kết quả nghiên cứu này cũng cho thấy đất bị axit hóa thì nghèo dinh dưỡng và do đó ảnh hưởng đến sự hấp thụ các nguyên tố dinh dưỡng từ rễ và sự thiếu các nguyên tố dinh dưỡng trong cây. Như vậy, việc thất thoát cation dinh dưỡng bên cạnh việc tăng độc tính của ion Al^{3+} đã ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của rau cải xanh trong thí nghiệm này.

c. Tình hình trồng rau cải xanh và mưa axit tại Tp. Hồ Chí Minh

Từ năm 2003, TP. Hồ Chí Minh kết hợp với Công ty Cổ phần Bảo vệ Thực vật An Giang, Trung tâm Sao Việt để xây dựng vùng rau trọng điểm tại các huyện Củ Chi (Hợp tác xã rau an toàn Tân Phú Trung, vùng rau an toàn xã Nhuận Đức), huyện Bình Chánh (xã Tân Quý Tây) và hiện đang triển khai mở rộng thêm 5 xã khác với 22 điểm thuộc các huyện Củ Chi, Hóc Môn, Bình Chánh và Quận 9.

Bằng các biện pháp kỹ thuật thân thiện với môi trường và thực phẩm sạch cho người tiêu dùng, các vùng trồng rau sạch thành phố đã mang lại hiệu quả kinh tế rõ rệt cho người trồng rau khi giảm chi phí sử dụng hóa chất, tăng giá trị sản phẩm lên nhiều lần. Tuy nhiên, các giải pháp trồng rau sạch chưa tính toán đến việc khống chế các yếu tố làm giảm năng suất rau như mưa axit.

Sử dụng các phương trình tương quan sinh khối và năng suất với các thành tố mưa axit cho kết quả về mức thiệt hại của rau cải xanh khi gặp mưa axit. Kết quả tính toán cho thấy mưa axit ảnh hưởng đáng kể đến năng suất của rau cải xanh, tác động ngày càng nặng nề hơn nếu mưa axit xuất hiện ngay từ thời điểm gieo hạt và tiếp tục diễn ra với tần suất cao. Với diện tích hiện tại khoảng 50ha rau cải xanh và quay vòng 5 chu kỳ/năm, trong đó có 3 chu kỳ phụ thuộc vào nước mưa, với năng suất có thể đạt 20 tấn/chu kỳ thì thiệt hại do mưa axit có thể làm giảm năng suất từ 20-69% sản lượng hữu dụng tươi.

4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của mưa axit lên rau cải xanh có thể đưa ra các nhận xét sau:

- Tác động của mưa axit lên rau cải xanh thông qua các chỉ số chlorophin, cường độ quang hợp, sinh khối và năng suất hữu dụng theo phương trình thực nghiệm chỉ có pH và

tần suất mưa axit là có ý nghĩa với $p < 0,05$ (p sai số thống kê).

- Mưa axit với pH 4,0, tần suất mưa axit 84% và tổng lượng mưa 10 mm/48giờ hoặc 50 mm/48giờ (thấp nhất và cao nhất) làm giảm sinh khối hữu dụng của rau cải xanh 2,77 lần tính theo sinh khối tươi và 2,96 lần tính theo sinh khối khô khi so sánh với nước mưa có pH 6,0 và lượng mưa 30 mm/48giờ.

- Mưa axit có pH 4,0, tần suất 84% và lượng mưa 50 mm/48giờ đã làm giảm năng suất rau cải xanh 5,6 lần theo sinh khối tươi và 6,0 lần theo sinh khối khô so với đối chứng là nước mưa có pH 6,0 và lượng mưa 30mm/48giờ.

- Nước mưa axit ảnh hưởng đến các chỉ số sinh lý của cây trồng không chỉ bằng con đường tiếp xúc trực tiếp trên bề mặt lá, mà còn thông qua việc làm tăng các chỉ số độc hại và làm giảm các chỉ số dinh dưỡng trong đất.

- Từ kết quả thực nghiệm, mưa axit có thể làm giảm 20-69% năng suất rau trồng trên hiện trường.

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Lai (2002). *Ứng dụng Qui hoạch Toán trong bố trí thực nghiệm sinh học và môi trường với nhiều yếu tố tác động*, Bài giảng chuyên đề Cao học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh.
2. Vũ Văn Vụ (chủ biên), Vũ Thanh Tâm, Hoàng Minh Tấn (2005), *Sinh lý học thực vật*, NXB Giáo dục.
3. Izuta, T., Taeko Yamaoka, Tatsuro Nakaji, Tetsushi Yonekura, Masaaki Yokoyama, Hideyuki Matsumura, Sachie Ishida, Kenichi Yazaki, Ryo Funada, Takayoshi Koike (2000), "Growth, Net Photosynthesis Rate, Nutrient Status and Secondary Xylem Anatomical of *Fagus crenata* Seedlings Grown in Brown Forest Soil Acidified with H_2SO_4 Solution", *Acid Rain 2000, Volume III, Kluwer Academic Publishers, Tsukuba, Japan*.
4. Izuta, T., Taeko Yamaoka, Tatsuro Nakaji, Tetsushi Yonekura, Masaaki Yokoyama, Ryo Funada, Takayoshi, Tsumugu Totsuka - Published online: 31 July (2004), "Growth, Net Photosynthesis and Leaf Nutrient Status of *Fagus crenata* Seedlings Grown in Brown Forest Soil Acidified with H_2SO_4 or HNO_3 solution", Springer-Verlag.