

SỬ DỤNG MÔ HÌNH HỒI QUY TOBIT ĐỂ XÁC ĐỊNH GIỚI HẠN AN TOÀN CỦA CHÌ TRONG NƯỚC TƯỚI CHO RAU XÀ LÁCH TRỒNG TRÊN ĐẤT PHÙ SA SÔNG HỒNG

Nguyễn Thị Giang^{1*}, Nguyễn Văn Dung², Nguyễn Thị Hằng Nga³

¹Khoa Tài nguyên và Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Hội Khoa học Đất Việt Nam

³Khoa Kỹ thuật Tài nguyên nước, Đại học Thủy lợi

*Tác giả liên hệ: giangkhue@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 15.03.2023

Ngày chấp nhận đăng: 24.05.2023

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện để xác định giới hạn an toàn nước tưới bị nhiễm Pb cho rau xà lách - Rapido 344 (*Lactuca sativa* L.) trồng trên đất phù sa trung tính vùng Đồng bằng sông Hồng. Thí nghiệm chậu vại được tiến hành trong nhà lưới với ác mức nước nhiễm Pb khác nhau (0,0; 0,1; 0,5; 1,0; 2,0 và 4,0ppm) được sử dụng để tưới. Kết quả cho thấy nước tưới bị nhiễm Pb làm tăng nồng độ Pb trong rau từ 0,19 mg/kg đến 1,43 mg/kg và trong đất từ 2,63-4,97 mg/kg so với trường hợp được tưới bằng nước không nhiễm Pb. Sử dụng mô hình hồi quy Tobit bước đầu ước tính được giới hạn an toàn của Pb trong nước tưới cho rau xà lách trồng trên đất phù sa trung tính vùng Đồng bằng sông Hồng là dưới 0,9ppm với hàm lượng Pb di động trong đất thấp hơn 7 mg/kg.

Từ khóa: Chì, xà lách, giới hạn an toàn nước tưới, mô hình hồi quy Tobit.

Using Tobit Regression Model to Determine Safety Limit of Lead (Pb) in Irrigation Water for Lettuce Grown on Eutric Fluvisols in Red River Delta

ABSTRACT

The study was conducted to determine the safety limit of irrigation water contaminated with Pb for lettuce (*Lactuca sativa* L.) cv. Rapido 344 grown on Eutric Fluvisols. In pot experiments in net house were carried out with six levels of Pb-contaminated water (0.0; 0.1; 0.5; 1.0; 2.0. and 4.0 mg/l) used for irrigation. The results showed that Pb-contaminated water increased Pb concentration in the lettuce from 0.19 mg/kg to 1.43 mg/kg and in the soil from 2.63-4.97 mg/kg compared to irrigation with Pb non-contaminated water. With Tobit regression model, the safety limit of Pb in irrigation water less than 0.90 ppm was estimated with the mobile Pb form content in soil less than 7 mg/kg.

Keywords: Lettuce, lead safety limit for irrigation water, Tobit regression model.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Chì (Pb) là một kim loại nặng không phân hủy sinh học, đứng sau arsen (As) về mức độ độc hại đối với các sinh vật sống. Pb là một trong những kim loại nguy hiểm nhất về tần suất xuất hiện, độc tính và khả năng phơi nhiễm trong con người (Tarragó & Brown, 2017). Pb có thể gây hại cho con người dù ở nồng độ rất thấp; tích lũy chủ yếu trong xương và tạo ra các tác động tiêu cực trên hệ thống thần kinh (chủ yếu ở trẻ em), cũng như trong hệ thống tạo máu,

thận và tim mạch (Flora & cs., 2012). Nguồn phát thải Pb chính trong môi trường là do hoạt động của con người như quá trình luyện kim, khai thác mỏ, sản xuất axit quỳ, pin, sản xuất và sử dụng hóa chất nông nghiệp, tưới tiêu bằng nước thải (Blanco & cs., 2021). Sự tích lũy quá mức của Pb dẫn đến suy thoái sức khỏe đất và ô nhiễm cây trồng trên đất.

Rau xanh, đặc biệt các loại rau ăn lá rất cần thiết cho chế độ ăn uống lành mạnh, có tỷ lệ chuyển vị và thoát hơi nước của kim loại nặng nói chung và đối với Pb nói riêng cao hơn so với

các loại rau khác (Chary & cs., 2008). Rau xà lách (*Lactuca sativa* L.) là loại rau ăn sống được tiêu thụ số lượng lớn ở thị trường trong nước và thế giới, là một trong những nguồn cung cấp vi lượng quan trọng trong chế độ ăn uống (Dala-Paula & cs., 2018). Gần đây, Margenat & cs. (2018) cũng tìm thấy nồng độ nguyên tố vi lượng trong rau xà lách từ các trang trại nông nghiệp ven đô cao hơn so với từ các vùng nông thôn, mặc dù sự xuất hiện của các chất gây ô nhiễm này trong các loại rau ăn lá là tương tự nhau. Trong số năm loại rau được nghiên cứu bởi Li & cs. (2015), Pb là một trong bốn kim loại nặng có hàm lượng cao nhất trong lá rau xà lách. Trong những điều kiện tiếp xúc với Pb cao, rau có thể tiếp tục phát triển và tích lũy Pb ở nồng độ có thể vượt quá tiêu chuẩn an toàn thực phẩm.

Do tác động của biến đổi khí hậu, nhiều vùng đất canh tác bị thiếu nước tưới nên đã phải sử dụng nước nhiễm bẩn làm nguồn nước tưới. Điều này dẫn đến nguy cơ rất cao Pb tích tụ trong đất canh tác, tích lũy vào nông sản và ảnh hưởng đến sức khỏe con người (Khalid & cs., 2017). Tại Việt Nam, nhiều hệ thống thủy lợi lớn như sông Nhuệ, sông Cầu, sông Cầu, sông Cầu... ngoài vai trò cung cấp nước tưới, còn là nơi tiếp nhận nước thải, dẫn đến tiềm ẩn nguy cơ tích lũy Pb trong nông sản rất cao. Mặc dù có nhiều thông tin về rủi ro tới sức khỏe người tiêu dùng do dư lượng Pb gây ra nhưng vẫn còn thiếu thông tin về sự hấp thu Pb của rau được tưới bằng nguồn nước nhiễm Pb. Hầu hết các nghiên cứu về Pb trong rau nói chung và rau xà lách nói riêng đều là khảo sát điều tra và đánh giá các mẫu đất và nước được thu thập từ các khu vực bị ảnh hưởng. Hơn nữa, tuy đã có một số nghiên cứu được thực hiện để đánh giá sự hấp thu của Pb trong nước tưới đến rau xà lách (Mensah, 2007), nhưng thông tin liên quan đến việc định lượng giới hạn an toàn của Pb trong nước tưới ở khu vực hiện vẫn chưa được đề cập trong bất cứ tài liệu nào. Do đó, sử dụng mô hình hồi quy Tobit xác định giới hạn an toàn nồng độ Pb trong nước tưới để đảm bảo phạm vi cho phép của hàm lượng Pb trong rau xà lách trồng trên đất phù sa sông Hồng dựa trên lượng Pb sẵn có trong đất là rất cần thiết.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

2.1.1. Đất nền thí nghiệm

Đất phù sa trung tính Đồng bằng sông Hồng (Eutric Fluvisols) thuộc khu vực Gia Lâm - Hà Nội, có vị trí như trong hình 1.

Đất được phơi khô không khí, loại bỏ sỏi đá, rễ và lá cây sau đó 25kg đất (độ ẩm 15%) được cho vào mỗi chậu có kích thước 62cm × 40cm × 20cm. Cách đáy chậu 3cm có một tấm phen được đục lỗ dùng để ngăn cách lớp đất tiếp xúc với mặt đáy của chậu. Đất thí nghiệm có thành phần cơ giới thịt trung bình với 26% sét, 55,88% limon và 18,12% cát, phản ứng trung tính (pH_{KCl} 6,4), dung tích trao đổi cation CEC 17,8 meq/100g ở mức trung bình; giàu chất hữu cơ (OM 2,53%); Hàm lượng P₂O_{5at} là 9,4 (mg/100g đất); K₂O_{dt} là 20,1 (mg/100g đất); Hàm lượng N_{dt} là 10,5 (mg/100g đất). Hàm lượng Pb dạng di động trong đất (Pb_{dd}) là 1,98 mg/kg.

2.1.2. Nước tưới

Nước sử dụng để tưới được pha hóa chất để tạo nồng độ Pb giả định được lấy từ hệ thống cấp nước sạch của Học viện Nông nghiệp Việt Nam, nước được kiểm soát các chất ô nhiễm và không bị nhiễm Pb. Muối Pb(NO₃)₂ được pha với nước sạch để tạo thành dung dịch gốc và pha loãng thành dung dịch theo các mức nồng độ thí nghiệm khác nhau.

2.1.3. Cây trồng

Đối tượng cây trồng là giống xà lách Rapido 344 (*Lactuca sativa* L.) được nhập từ Thái Lan, có thời gian sinh trưởng từ 46 đến 52 ngày.

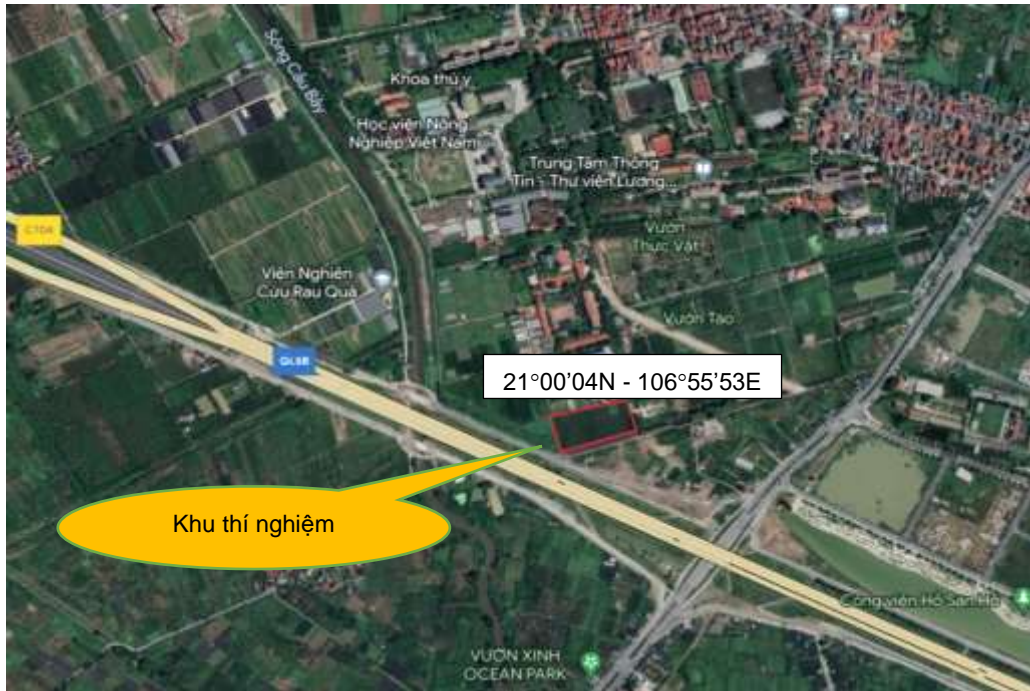
2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí và theo dõi thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí trong nhà lưới có mái che tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam, thị trấn Trâu Quỳ, huyện Gia Lâm, Hà Nội theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD) gồm 6 công thức, mỗi công thức được nhắc lại 3 lần, tổng cộng gồm 18 chậu.

CT1: Tưới nước sạch (Đối chứng) (Pb₀)

Sử dụng mô hình hồi quy Tobit để xác định giới hạn an toàn của chì trong nước tưới cho rau xà lách trồng trên đất phù sa sông Hồng



Hình 1. Vị trí lấy mẫu đất thí nghiệm

CT 2: Tưới nước nhiễm 0,1ppm Pb ($Pb_{0,1}$)

CT 3: Tưới nước nhiễm 0,5ppm Pb ($Pb_{0,5}$)

CT 4: Tưới nước nhiễm 1ppm Pb ($Pb_{1,0}$)

CT 5: Tưới nước nhiễm 2ppm Pb ($Pb_{2,0}$)

CT 6: Tưới nước nhiễm 4ppm Pb ($Pb_{4,0}$)

Mỗi công thức gồm 3 chậu tương ứng với 3 lần lặp lại. Ở mỗi chậu thí nghiệm, 30 hạt giống xà lách sau khi được ngâm trong vòng 3-5 giờ trong nước ấm 2 sôi 3 lạnh, sau đó vớt ra ủ ẩm 8-12 giờ cho đến khi hạt nứt nanh thì được gieo vào 6 hốc (5 hạt/hốc), khoảng cách 20cm × 20cm. Sau khi gieo hạt xong lấp một lớp đất mỏng khoảng 1cm. Khi hạt nảy mầm và mọc lá thật thứ nhất, mỗi hốc để lại một cây khỏe mạnh để nghiên cứu.

- Thời vụ: Gieo hạt 26/2/2019; Thu hoạch ngày 13/4/2019.

- Phương pháp tưới:

Nước tưới nhiễm Pb với các nồng độ khác nhau được thực hiện sau khi cây có 3-4 lá thật (khoảng 20 ngày sau gieo). Kỹ thuật tưới nhỏ giọt được sử dụng để tưới khi độ ẩm đất ở các chậu thí nghiệm xuống dưới 70% độ trữ ẩm đồng ruộng. Giám sát độ ẩm đất 2 lần/ngày (7h

sáng và 5h chiều) bằng Tensiometer 100. Lượng nước tưới: 7,8 l/chậu/vụ.

- Bón phân: Sử dụng theo quy trình khuyến cáo của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Hà Nội

+ Lượng bón Theo quy trình khuyến cáo cho 1 ha: 40kg N + 35kg P_2O_5 + 40kg K_2O .

Tương đương lượng bón cho 1 chậu thí nghiệm: 2,2g Ure + 5,1g Super lân + 1,9g Kali sunphat (K_2SO_4).

+ Cách bón:

Bón lót: 100% P_2O_5 (5,1g super lân) + 30% K_2O (0,56g K_2SO_4)

Bón thúc lần 1 (khi cây có 3-4 lá): 50% N (1,1g Ure) + 35% K_2O (0,67g K_2SO_4).

Bón thúc lần 2 (khi cây có 7-8 lá): 50% N (1,1g Ure) + 35% K_2O (0,67g K_2SO_4).

2.2.2. Phân tích mẫu

a. Mẫu đất

Mẫu đất được lấy ở tầng mặt có độ sâu từ 0-10cm sau khi thu hoạch rau ở tất cả các chậu. Phương pháp lấy mẫu, bảo quản và xử lý mẫu đất áp dụng theo các tiêu chuẩn: TCVN 7538-

2:2005 (ISO 10381-2:2002) về Chất lượng đất - Lấy mẫu - Phần 2: Hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu.

Mẫu đất thu từ mỗi chậu được xử lý theo Tiêu chuẩn Việt Nam - TCVN

pH_{KCl}: Đo bằng máy pH meter.

Xác định:

Hàm lượng chất hữu cơ OM theo TCVN 8941:2011; P₂O_{5dt} theo phương pháp Olsen; K₂O_{dt} theo phương pháp Matslova; Dung lượng cation trao đổi CEC theo TCVN 8568:2010; Thành phần cơ giới theo TCVN5257:1990.

Hàm lượng chì dạng di động (Pb_{dd}) trong mẫu đất được xác định theo phương pháp đề xuất của Nomed & cs. (2004). Lấy 1g đất sau xử lý lắc với 10 ml dung dịch HCl 0,1M (tỉ lệ 1:10) trong thời gian 30 phút, để lắng 6 tiếng, dịch chiết sau khi lọc được đo bằng máy quang phổ hấp phụ nguyên tử.

b. Mẫu rau

Khi thu hoạch rau, bỏ toàn bộ rễ và phần hỏng, lấy toàn bộ phần ăn được và đựng trong các túi nilon mang về phòng thí nghiệm, sấy khô ở nhiệt độ 70°C trong 48 giờ đến khi khối lượng không đổi. Sau đó được nghiền nhỏ bằng cối sứ, sàng qua rây 1mm, trộn đều và cất trong túi nilon, bảo quản lạnh đến khi phân tích. Phương pháp lấy mẫu rau được thực hiện theo TCVN 9016:2011. Hàm lượng Pb trong rau được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp phụ nguyên tử, TCVN 7766:2007.

2.2.3. Xác định giới hạn an toàn sử dụng mô hình hồi quy Tobit

Mô hình Tobit (Tobin, 1958) có dạng như sau:

$$y_i = \begin{cases} \beta x_i + u_i & \text{if } y_i > 0 \\ 0 & \text{if } y_i \leq 0 \end{cases}$$

$$u_i \sim IN(0, \sigma^2)$$

Trong đó:

y là hàm lượng Pb trong rau xà lách. Các biến x giải thích cho biến y.

x₁: Hàm lượng Pb trong nước; x₂: Hàm lượng Pb trong đất.

Ước tính tham số:

Hàm phân phối chuẩn:

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$$

Hàm phân phối tích lũy:

$$F(z) = \int_{-\infty}^z f(t) dt$$

Do đó, hàm khả năng của mô hình Tobit được viết như sau:

$$L = \prod_{y_i > 0} \frac{1}{\sigma} f\left(\frac{y_i - \beta x_i}{\sigma}\right) \prod_{y_i < 0} F\left(-\frac{\beta x_i}{\sigma}\right)$$

Mô hình Tobit sử dụng phương pháp hợp lý tối đa (ML) của các tham số β và σ có thể thu được bằng cách tối đa hóa hàm khả năng ở trên đối với β và σ.

Trong trường hợp này, biến phụ thuộc (hàm lượng Pb trong rau) đã được kiểm duyệt tại mức 0,3 mg/kg, đây là mức tối đa (ML) của Pb trong rau ăn lá theo QCVN 8-2:2011/BYT.

2.2.4. Xử lý số liệu

Số liệu được tổng hợp trên phần mềm Microsoft Excel. Sử dụng phần mềm R (4.2) trong phân tích phương sai (ANOVA) cho nồng độ chì trong nước tưới đối với các chỉ tiêu: pH, hàm lượng chất hữu cơ, nồng độ chì trong đất và rau xà lách. Kiểm định sự sai khác trung bình giữa các công thức bằng phép so sánh Tukey HSD.

Phân tích hồi quy Tobit sử dụng phần mềm Stata phiên bản 17.0.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của việc tưới nước nhiễm Pb đến một số tính chất của đất thí nghiệm

Giá trị pH của đất ở các trường hợp được tưới nước nhiễm Pb với các mức khác nhau được thể hiện tại bảng 1. pH của đất ít thay đổi so với trước thí nghiệm. Sự thay đổi pH không có ý nghĩa về mặt thống kê. Kết quả này tương tự như nghiên cứu của Mahdi & cs. (2020).

Hàm lượng chất hữu cơ (OM) giữa các chậu được tưới nước nhiễm Pb có giảm nhẹ (2,31-2,34%) so với trường hợp được tưới nước sạch (2,36%). Hàm lượng Pb tổng số trong đất

Sử dụng mô hình hồi quy Tobit để xác định giới hạn an toàn của chì trong nước tưới cho rau xà lách trồng trên đất phù sa sông Hồng

tăng từ 1,93 mg/kg ở Pb₀ lên mức tối đa là 4,97 mg/kg ở Pb₄. Như vậy, hàm lượng Pb trong đất được tưới nước nhiễm Pb tăng lên khi tăng nồng độ Pb trong nước tưới. Kết quả có xu hướng tương tự với kết quả nghiên cứu của Igwegbe (1992) và Turkdogan (2003) cho rằng mức độ ô nhiễm cao được tìm thấy trong một số loại rau có thể do tác động của các chất ô nhiễm trong

nước tưới, đất hoặc do ô nhiễm khí thải (Igwegbe & cs., 1992; Turkdoğan & cs., 2003). Đất trồng xà lách sau khi được tưới nước chứa nồng độ Pb từ 0,1-4ppm có làm tăng lượng Pb trong đất so với đối chứng, tuy nhiên theo QCVN 03-MT:2015/BTNMT giá trị vẫn nằm dưới ngưỡng cho phép qui định đối với hàm lượng Pb trong đất (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2015).

Bảng 1. Ảnh hưởng của nước tưới nhiễm Pb đến một số tính chất của đất

Công thức	pH	OM (%)	Pb (mg/kg)
Pb ₀	6,4 ^a	2,36 ^a	1,93 ^e
Pb _{0,1}	6,3 ^a	2,34 ^a	2,63 ^d
Pb _{0,5}	6,3 ^a	2,31 ^a	3,33 ^c
Pb _{1,0}	6,3 ^a	2,33 ^a	4,33 ^b
Pb _{2,0}	6,3 ^a	2,32 ^a	4,88 ^{ab}
Pb _{4,0}	6,3 ^a	2,33 ^a	4,97 ^a
CV%	0,65	1,54	9,0
LSD _{0,05}	0,07	0,06	0,59

Ghi chú: Trong cùng một hàng, những giá trị không mang cùng chữ cái, sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 2. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong nước tưới đến sự tích lũy Pb trong rau xà lách

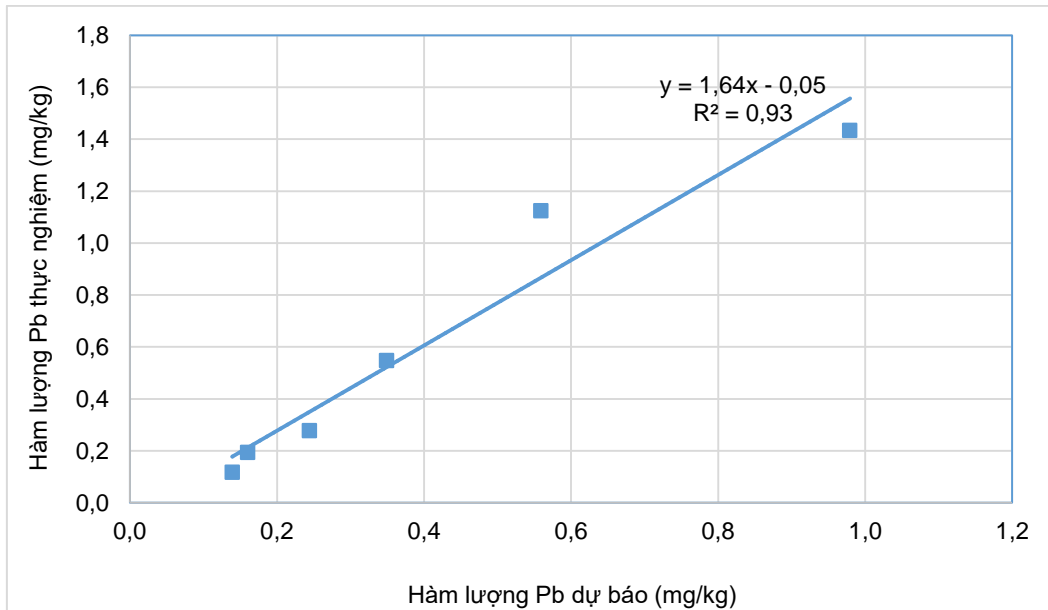
Công thức	Pb (mg/kg)
Pb ₀	0,12 ^e
Pb _{0,1}	0,19 ^{de}
Pb _{0,5}	0,28 ^d
Pb _{1,0}	0,55 ^c
Pb _{2,0}	1,12 ^b
Pb _{4,0}	1,43 ^a
CV%	10,74
LSD _{0,05}	0,12

Ghi chú: Những giá trị không mang cùng chữ cái, sai khác có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Bảng 3. Kết quả đánh giá tác động của hàm lượng Pb trong nước tưới và đất đến tích lũy Pb trong rau xà lách

Var.	Coefficient	Std. err,	t	P> t	[95% conf, interval]
Pb_Nuoc	0,214895	0,0562106	3,82	0,001	0,0957337 0,3340562
Pb_Dat	0,029169	0,0193764	1,51	0,152	-0,0119071 0,0702451
_cons	0,0758621	0,0420622	1,80	0,090	-0,0133057 0,16503

LR chi²(10) = 46,82
 Prob > chi² = 0,0000
 Pseudo R² = 145,2651
 Log likelihood = 23,249467



Hình 2. So sánh hàm lượng Pb đo được và dự đoán trong rau xà lách

Bảng 4. Giới hạn an toàn của Pb trong nước tưới và đất bằng cách sử dụng mô hình Tobit

Nồng độ Pb di động trong đất (mg/kg)	Giới hạn Pb trong nước tưới (ppm)
1	0,90
2	0,76
3	0,62
4	0,48
5	0,33
6	0,19
7	0,05

3.2. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong nước tưới đến sự tích lũy Pb trong rau xà lách

Sự tích lũy Pb trong phần ăn được của rau xà lách được tưới nhỏ giọt bằng nước nhiễm Pb với các mức khác nhau được thể hiện trong hình 2. Pb được biết đến là kim loại nặng không thiết yếu cho cây trồng. Sự hấp thụ Pb của thực vật phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Nồng độ Pb tăng lên đáng kể trong rau xà lách cùng với sự gia tăng nồng độ Pb trong nước tưới, dao động từ 0,19 mg/kg rau khô ở lô xà lách được tưới nước có nồng độ Pb 0,1ppm đến 1,43 mg/kg khi nước tưới chứa 4ppm.

Kết quả này có cùng xu hướng với nghiên cứu của Phan Thị Thu Hằng (2008) và Mensah cs. (2008). Nguyên nhân là do sự tích lũy Pb trong lá rau xà lách có liên quan đến sự vận chuyển Pb thông qua dòng nhựa trong cây theo cơ chế sinh lý (Pourrut & cs., 2013).

3.3. Mô hình hồi quy Tobit và các giới hạn an toàn của nước tưới và đất

Mô hình hồi quy Tobit được sử dụng để dự báo ngưỡng tối đa của Pb trong rau xà lách dựa vào nồng độ Pb trong nước tưới và nồng độ Pb có sẵn trong đất với ngưỡng giới hạn an toàn trong rau theo khuyến cáo của Bộ Y tế tại QCVN 8-2:2011/BYT đối với Pb phải dưới 0,3 mg/kg.

Sử dụng mô hình hồi quy Tobit để xác định giới hạn an toàn của chì trong nước tưới cho rau xà lách trồng trên đất phù sa sông Hồng

Mô hình hồi quy Tobit có dạng:

$$Pb_{rau} = 0,08 + 0,21 \times Pb_{nước} + 0,03 \times Pb_{đất} \quad (1)$$

Kết quả nghiên cứu cho thấy, hàm lượng Pb trong nước tưới có tác động rõ rệt đến sự tích lũy Pb trong lá rau xà lách ($P > |t| = 0,001$), theo đó nếu nồng độ Pb trong nước tưới tăng thêm 1 mg/l thì hàm lượng Pb trong rau xà lách sẽ tăng lên 0,21 mg/kg rau khô.

Hình 2 thể hiện hồi quy giữa hàm lượng Pb trong rau xà lách theo kết quả thực nghiệm và dự báo theo phương trình Tobit (1) với hệ số xác định $R^2 = 93,83\%$.

Hàm lượng Pb trong đất trồng xà lách ban đầu nếu được dao động từ 1 đến 7 mg/kg với khoảng cách là 1 mg/kg thì có thể cho thấy giới hạn Pb trong nước tưới cho rau xà lách là từ 0,9ppm xuống 0,05ppm để đảm bảo hàm lượng Pb trong rau ở ngưỡng an toàn theo qui định (Bộ Y tế, 2011). Đối với hàm lượng Pb trong đất trên 7 mg/kg, việc sử dụng nước tưới bị ô nhiễm sẽ có hại vì hàm lượng Pb tích lũy trong rau sẽ vượt giới hạn 0,3 mg/kg (Bảng 4).

Nghiên cứu đã sử dụng biến về hàm lượng Pb trong nước tưới, trong đất và trong rau để dự báo ngưỡng an toàn trong nước tưới cho rau xà lách được trồng trên đất phù sa sông Hồng trung tính. Theo tác giả Kumari & cs. (2021) thì mô hình Tobit được sử dụng phổ biến trong nhiều lĩnh vực nhằm dự báo một biến phụ thuộc gắn với một giá trị ngưỡng giới hạn. Nhiều tác giả đã vận dụng mô hình Tobit trong các điều kiện tương tự với nghiên cứu này và đã cho kết quả dự báo tin cậy. Chẳng hạn như để xác định liều hiệu quả của một loại thuốc bằng cách phân tích dữ liệu đáp ứng liều theo đã được áp dụng trong nghiên cứu của Wang (2009). Việc sử dụng Tobit đã được chứng minh là có hiệu quả khi dự báo nồng độ chất gây ô nhiễm nước ngầm trong khu vực sản xuất nông nghiệp ở Chuncheon, Hàn Quốc (Lim & cs., 2010).

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy việc sử dụng nước tưới nhiễm Pb từ 0,1-4ppm cho

rau xà lách trồng trên nền đất phù sa sông Hồng trung tính, thành phần cơ giới trung bình đã làm tăng nồng độ Pb trong rau từ 0,19 mg/kg đến 1,43 mg/kg và trong đất từ 2,63-4,97 mg/kg so với trường hợp được tưới bằng nước không nhiễm Pb. Sử dụng mô hình hồi quy Tobit dựa trên kết quả thí nghiệm trong nhà lưới của 01 vụ trồng rau xà lách đã ước tính được giới hạn an toàn của Pb trong nước tưới cho rau xà lách trồng trên đất phù sa trung tính vùng Đồng bằng sông Hồng là dưới 0,9ppm với hàm lượng Pb di động trong đất thấp hơn 7 mg/kg.

4.2. Kiến nghị

Kết quả của nghiên cứu ban đầu được thực hiện trong thời gian ngắn, thí nghiệm đánh giá trên một loại đất phù sa trung tính vùng Đồng bằng sông Hồng có thành phần cơ giới trung bình. Do giới hạn an toàn của Pb trong nước tưới phụ thuộc nhiều vào tính chất lý hóa của đất, vì vậy cần tiếp tục thử nghiệm và kiểm chứng trên nhiều loại đất khác nhau để kết luận chính xác về giới hạn an toàn của nước tưới cho rau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Blanco A., Pignata M. L., Lascano H.R. & Rodriguez J.H. (2021). Assessment of lead tolerance on *Glycine max* (L.) Merr. at early growth stages. *Environmental Science and Pollution Research*. 28(18): 22843-22852.
- Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015). QCVN 03-MT:2015/BTNMT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn cho phép của một số kim loại nặng trong đất.
- Bộ Y tế (2011). QCVN 8-2:2011/BYT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với giới hạn ô nhiễm kim loại nặng trong thực phẩm.
- Chary N.S., Kamala C. & Raj D.S.S. (2008). Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 69(3): 513-524.
- Dala-Paula B.M., Custódio F.B., Knupp E.A.N., Palmieri H.E.L., Silva J.B.B. & Glória M.B.A. (2018). Cadmium, copper and lead levels in different cultivars of lettuce and soil from urban agriculture. *Environmental Pollution*. 242: 383-389.
- Flora G., Gupta D. & Tiwari A. (2012). Toxicity of lead: a review with recent updates. *Interdisciplinary toxicology*. 5(2): 47-58.

- Igwegbe A., Belhaj H., Hassan T. & Gibali A. (1992). Effect of a highway's traffic on the level of lead and cadmium in fruits and vegetables grown along the roadsides. *Journal of food safety*. 13(1): 7-18.
- Karkush M.O., Ali S.D., Karkush M. & Ali S. (2020). Impacts of lead nitrate contamination on the geotechnical properties of clayey soil. *J Eng Sci Technol*. 15(2): 1032-1045.
- Khalid S., Shahid M., Dumat C., Niazi N.K., Bibi I., Gul Bakhat H.F.S., Abbas G., Murtaza B. & Javeed H.M.R. (2017). Influence of groundwater and wastewater irrigation on lead accumulation in soil and vegetables: Implications for health risk assessment and phytoremediation. *International Journal of Phytoremediation*. 19(11): 1037-1046.
- Kumari P.B., Singh Y.K., Mandal J., Shambhavi S., Sadhu S.K., Kumar R., Ghosh M., Raj A. & Singh M. (2021). Determination of safe limit for arsenic contaminated irrigation water using solubility free ion activity model (FIAM) and Tobit Regression Model. *Chemosphere*. 270: 128630.
- Li N., Kang Y., Pan W., Zeng L., Zhang Q. & Luo J. (2015). Concentration and transportation of heavy metals in vegetables and risk assessment of human exposure to bioaccessible heavy metals in soil near a waste-incinerator site, South China. *Science of The Total Environment*. 521: 144-151.
- Lim J.W., Bae G.O., Kaown D. & Lee K.K. (2010). Prediction of groundwater contamination with multivariate regression and probabilistic capture zones. *Journal of environmental quality*. 39(5): 1594-1603.
- Margenat A., Matamoros V., Díez S., Cañameras N., Comas J. & Bayona J.M. (2018). Occurrence and bioaccumulation of chemical contaminants in lettuce grown in peri-urban horticulture. *Science of The Total Environment*. 637-638: 1166-1174.
- Mensah E. (2007). Modelling cadmium and lead uptake from irrigation water by some vegetables through transpiration in the semi-deciduous forest zone of Ghana. Thesis.
- Mensah E., Allen H., Shoji R., Odai S., Kyei-Baffour N., Ofori E. & Mezler D. (2008). Cadmium (Cd) and lead (Pb) concentrations effects on yields of some vegetables due to uptake from irrigation water in Ghana. *International Journal of Agricultural Research*. 3(4): 243-251.
- Nomeda S. & Dalia M.B. (2004). Determination of heavy metal mobile forms by different extraction methods, *International Journal of Ekologija*. 4(1): 36-41
- Phan Thị Thu Hằng (2008). Nghiên cứu hàm lượng nitrat và kim loại nặng trong đất, nước, rau và một số biện pháp nhằm hạn chế sự tích lũy của chúng trong rau tại Thái Nguyên. Luận án Tiến sĩ Nông nghiệp, Đại học Thái Nguyên.
- Pourrut B., Shahid M., Douay F., Dumat C. & Pinelli E. (2013). Molecular Mechanisms Involved in Lead Uptake, Toxicity and Detoxification in Higher Plants. *In: Heavy Metal Stress in Plants*. Gupta D. K., Corpas F. J. & Palma J. M. (eds.). Springer Berlin Heidelberg Berlin, Heidelberg. pp. 121-147.
- Sở NN&PTNT Hà Nội (2016). Quyết định số 2993/QĐ- SNN ngày 30/12/2016 về Quy trình sản xuất rau an toàn.
- Tarrago O. & Brown M.J. (2017). Case studies in environmental medicine (CSEM) lead toxicity. Agency for toxic substances and disease registry.
- Türkdođan M.K., Kilicel F., Kara K., Tuncer I. & Uygan I. (2003). Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environmental toxicology and pharmacology*. 13(3): 175-179.
- Wang J. (2009). Interval estimation of excess risk related effective doses in Tobit models. *All Theses and Dissertations (ETDs)*. 520.