

HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM



NGUYỄN THỊ GIANG

**NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC
XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG TỐI ĐA CHO PHÉP
CỦA MỘT SỐ KIM LOẠI NẶNG
TRONG NƯỚC TƯỚI CHO RAU ĂN LÁ**

Ngành: Kỹ thuật tài nguyên nước

Mã số: 9580212

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

HÀ NỘI - 2024

Công trình được hoàn thành tại:

HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

Người hướng dẫn khoa học:

PGS.TS. Nguyễn Văn Dung

PGS.TS. Nguyễn Thị Hằng Nga

Phản biện 1: PGS. TS. Nguyễn Ích Tân
Chuyên gia độc lập

Phản biện 2: PGS.TS. Nguyễn Trọng Hà
Hội Thủy lợi Việt Nam

Phản biện 3: PGS.TS. Lê Xuân Quang
Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Luận án đã được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp Học viện, họp tại:

Học viện Nông nghiệp Việt Nam

Vào hồi 8 giờ 30 phút, ngày 15 tháng 11 năm 2024

Có thể tìm hiểu Luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam

- Trung tâm Thông tin - Thư viện Lương Định Của, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

PHẦN 1. MỞ ĐẦU

1.1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Chất lượng nước đã và đang bị ảnh hưởng tiêu cực bởi sự gia tăng dân số, công nghiệp hóa, đô thị hóa và sử dụng tài nguyên thiên nhiên một cách quá mức. Các ion kim loại nặng là một trong những chất gây ô nhiễm được giải phóng nhiều nhất và có nguy cơ gây tích lũy độc tố trong môi trường rất cao. Kim loại nặng không bị phân hủy, có xu hướng tích lũy sinh học gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe con người thông qua chuỗi thức ăn. Trong đó, thông qua tiêu thụ rau chiếm tỷ lệ lớn. Mặc dù rau được công nhận là một trong những thực phẩm chứa nhiều chất dinh dưỡng được sử dụng phổ biến trong chế độ ăn hàng ngày, song tỷ lệ hấp thụ kim loại của các loại rau ăn lá được phát hiện là cao nhất trong số tất cả các loại cây trồng. Tại Việt Nam, nhiều hệ thống thủy lợi lớn như sông Nhuệ, Bắc Hưng Hải... ngoài vai trò cung cấp nước tưới, còn là nơi tiếp nhận nước thải, dẫn đến tiềm ẩn nguy cơ tích lũy kim loại nặng trong nông sản rất cao. Hầu hết các nghiên cứu về kim loại nặng trong rau nói chung và rau ăn lá nói riêng đều là khảo sát, đánh giá các mẫu đất và nước được thu thập từ các khu vực bị ảnh hưởng. Một số nghiên cứu đã được thực hiện để đánh giá sự hấp thụ của kim loại nặng trong nước tưới đến rau ăn lá, nhưng thông tin liên quan đến việc định lượng giới hạn an toàn của kim loại nặng trong nước tưới hiện vẫn chưa được đề cập trong bất cứ tài liệu nào.

Do đó, luận án thực hiện đề tài: *“Nghiên cứu cơ sở khoa học xác định hàm lượng tối đa cho phép của một số kim loại nặng trong nước tưới cho rau ăn lá”* là rất cần thiết.

1.2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

1.2.1. Mục tiêu tổng quát

Xác định giới hạn hàm lượng KLN (Cu, Pb, Cd) trong nước tưới cho rau phục vụ cho việc quản lý chất lượng nước tưới trong công trình thủy lợi, đảm bảo an toàn cho người tiêu dùng, bảo vệ môi trường đất và nước.

1.2.2. Mục tiêu cụ thể

- Xác định giới hạn hàm lượng Cu, Pb, Cd trong nước tưới phục vụ sản xuất rau ăn lá an toàn trồng trên đất phù sa sông Hồng.

- Đề xuất được giải pháp hạn chế tích lũy kim loại nặng trong rau ăn lá đối với các vùng ô nhiễm kim loại nặng trong nước tưới từ các nguồn vật liệu sẵn có trong tự nhiên.

1.3. PHẠM VI NGHIÊN CỨU

- Phạm vi không gian:

Các thí nghiệm được tiến hành trên đất phù sa sông Hồng trung tính ít chua không được bồi hàng năm.

Thí nghiệm chậu vại được thực hiện trong nhà lưới tại Học viện Nông nghiệp Việt Nam (Thị trấn Trâu Quỳ, huyện Gia Lâm, Hà Nội).

Thí nghiệm đồng ruộng được thực hiện tại xã Đa Tốn, huyện Gia Lâm, thành phố Hà Nội.

Đánh giá thực trạng hàm lượng KLN trong nước tưới và rau tại hệ thống thủy lợi Bắc Đuống, Bắc Hưng Hải và sông Nhuệ.

- Phạm vi thời gian: Nghiên cứu được thực hiện từ năm 2019 đến năm 2021.

1.4. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

- Xác định được hàm lượng tối đa cho phép của Cu (2,95-9,33ppm), Pb (0,04-0,93ppm), Cd (0,05-0,18ppm) trong nước tưới cho rau ăn lá trồng trên đất phù sa sông Hồng, nhằm đảm bảo an toàn sức khỏe của người tiêu dùng, đồng thời bảo vệ môi trường đất và nước.

- Bổ sung khoáng sét zeolite (2-3%), than sinh học và rơm ủ (5%) cho hiệu quả tốt trong việc hạn chế tích lũy Pb và Cd trong rau ăn lá khi sử dụng nước tưới ô nhiễm.

1.5. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI

1.5.1. Ý nghĩa khoa học

- Luận án cung cấp cơ sở khoa học xác định ngưỡng tối đa cho phép (giới hạn an toàn trong nước tưới) hàm lượng Cu, Pb và Cd trong nước

tươi cho rau ăn lá để vừa đảm bảo an toàn sức khỏe của người tiêu dùng, đồng thời bảo vệ môi trường đất và nước.

- Cung cấp cơ sở khoa học đánh giá khả năng sử dụng khoáng sét zeolite, than sinh học và phụ phẩm rơm rạ để giảm tích lũy Pb và Cd trong rau ăn lá trồng trên vùng ô nhiễm đất và nước tưới.

1.5.2. Ý nghĩa thực tiễn

- Kết quả nghiên cứu của luận án cung cấp thông tin khuyến cáo giới hạn hàm lượng Cu, Pb, Cd trong nước tưới cho rau ăn lá làm cơ sở cho sản xuất rau an toàn trồng trên vùng đất phù sa sông Hồng;

- Đề xuất tỷ lệ tối ưu sử dụng một số loại vật liệu tự nhiên (khoáng sét zeolite, than sinh học và rơm ủ) để giảm tích lũy KLN (Pb, Cd) trong rau ăn lá phục vụ sản xuất rau an toàn tại một số khu vực vùng đồng bằng sông Hồng có nguy cơ ô nhiễm KLN trong nước tưới và đất.

PHẦN 2. TỔNG QUAN CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

2.1. TÌNH HÌNH SẢN XUẤT VÀ TIÊU THỤ RAU TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM

Theo số liệu thống kê của Tổ chức Nông lương Liên hợp quốc (FAO, 2020) thì năm 2018 sản lượng 25 loại rau tươi chính trên toàn cầu đạt 1,09 tỷ tấn. Cho đến nay, châu Á vẫn là vùng sản xuất rau tươi lớn nhất, chiếm 3/4 sản lượng rau toàn cầu. Trong khoảng 10 năm 2008-2018, toàn cầu đã tăng 24% sản lượng rau thương mại, lượng tăng chủ yếu ở Châu Phi (Ebert, 2020). Theo dự báo của Bộ nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA) tiêu thụ nhiều loại rau sẽ tăng mạnh trong giai đoạn 2015-2025 đặc biệt là rau ăn lá.

Diện tích và sản lượng rau của Việt Nam qua 5 năm gần đây có sự gia tăng về chủng loại và chất lượng. Sản lượng rau hàng năm sản xuất ra được tiêu thụ chủ yếu ở thị trường trong nước là chủ yếu, chiếm khoảng 80%, phần còn lại xuất khẩu. tập trung vào một số loại rau chủ lực. Nhóm cải xanh các loại là loại rau có sự gia tăng nhanh nhất, diện tích loại rau này tăng 400% từ năm 2010 đến 2020.

2.2. TỔNG QUAN VỀ TÍCH LŨY KIM LOẠI NẶNG TRONG RAU

Kim loại nặng (KLN) là kim loại có khối lượng riêng lớn hơn 5g/cm^3 , gồm nhóm nguyên tố thiết yếu (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo...) và không thiết yếu (Hg, Pb, Cd, As...). KLN có nguồn gốc tự nhiên (rửa trôi chậm từ đất/đá vào nước) hoặc từ hoạt động của con người (hoạt động nông nghiệp, sản xuất công nghiệp, hoạt động khai thác khoáng sản, nước thải sinh hoạt). Thực vật hấp thụ KLN qua rễ là chủ yếu. Quá trình hấp thụ KLN vào trong cây trải qua 4 giai đoạn: KLN đi vào vùng tự do của rễ cây; KLN bị hấp thụ trong tế bào; KLN và cuối cùng được tích lũy lại ở trong các bộ phận của cây. Tốc độ lan truyền KLN trong đất phụ thuộc vào tính chất của đất. Ngoài ra, còn phụ thuộc vào quá trình phản ứng xảy ra trong đất. Rau có thể hấp thụ các kim loại này bằng cách hấp thụ từ đất bị ô nhiễm và từ sự lắng đọng của khí quyển. Chúng được chuyển đến các bộ phận khác nhau của cây thông qua nhiều con đường khác nhau và dẫn đến giảm tốc độ tăng trưởng do làm thay đổi các hoạt động sinh lý, sinh hóa và trao đổi chất của cây. Các KLN này xâm nhập vào cơ thể con người thông qua chuỗi thức ăn. Tác động độc hại mãn tính lên các cơ quan cơ thể con người. Rau, một phần quan trọng của chế độ ăn uống có thể hấp thụ KLN khi được trồng ở môi trường bị ô nhiễm; số lượng đáng kể KLN tích tụ trong lá và do đó việc tiêu thụ rau có thể là nguồn phơi nhiễm chính với KLN.

2.3. THỰC TRẠNG Ô NHIỄM KIM LOẠI NẶNG TRONG ĐẤT, NƯỚC TƯỚI TẠI VIỆT NAM

Theo Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016-2020, ô nhiễm KLN trong đất nông nghiệp ở Việt Nam đã có dấu hiệu xuất hiện ở một số vùng có ảnh hưởng lớn bởi hoạt động sản xuất công nghiệp và làng nghề. Mức độ ô nhiễm KLN trong đất nông nghiệp ở Việt Nam đã có một số nơi vượt ngưỡng cho phép của QCVN 03-2015/BTNMT từ 1,09 lần đến 2,3 lần.

Theo báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia ở các giai đoạn (2011-2015; 2016-2020) và kết quả quan trắc chất lượng nước của Tổng Cục Thủy lợi (2018-2022), Chất lượng nước trên các hệ thống thủy lợi (sông

Nhuệ, Bắc Hưng Hải, Bắc Đuống) và các lưu vực (lưu vực sông Nhuệ - Đáy, lưu vực sông Cầu, lưu vực hệ thống sông Đồng Nai) là nơi tiếp nhận nước của các đô thị, khu công nghiệp, làng nghề đã và đang bị suy giảm nghiêm trọng, trong đó hàm lượng Cd, Pb đã vượt giới hạn theo QCVN 08:2015/BTNMT.

2.4. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC VỀ GIỚI HẠN AN TOÀN KIM LOẠI NẶNG TRONG NƯỚC TƯỚI CHO RAU

Nhu cầu nước của cây rau lớn, cần được cung cấp nước thường xuyên với lượng nước nhỏ để đảm bảo cho bộ rễ và phần trên mặt đất phát triển tốt. Tưới rau bằng nước thải là thực tế phổ biến ở các nước đang phát triển có thể dẫn đến sự tích tụ các KLN độc hại. Amin & cs. (2013), Balkhair & Ashraf (2016), Danjuma & Abdulkadir (2018), Leblebici & Kar (2018), Souri & cs. (2018), Sahay & cs. (2019), Cao & cs. (2020), Berihun & cs. (2021). Ở Việt Nam, Lương Thị Hồng Vân & Nguyễn Mai Huệ (2002), Phạm Ngọc Thuy & cs. (2006), Bùi Thị Kim Anh & cs. (2016), Đỗ Thị Hồng Nhung & cs. (2018), Nguyễn Thị Minh Ngọc (2020).

Giới hạn an toàn KLN đối với nước tưới và trong rau được qui định rất khác nhau bởi các Quốc gia và các vùng lãnh thổ, giữa các tiêu chuẩn và qui chuẩn của Quốc gia và Quốc tế.

2.5. GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU TÍCH LŨY KIM LOẠI NẶNG TRONG ĐẤT VÀ THỰC VẬT

Sử dụng chất cải tạo đất có nguồn gốc hữu cơ (than sinh học, phụ phẩm nông nghiệp) cải thiện tính chất đất và giảm sự hấp thu KLN của cây trồng (Madejón & cs., 2006; Bolan & cs., 2014; Trần Viết Cường & cs., 2015; Hamid & cs., 2020; Gonzaga & cs., 2017; Inyang & cs., 2016; Xu & cs., 2016; Bashir & cs., 2019; Rizwan & cs., 2021). Sử dụng các vật liệu khoáng sét như montmorillonit, palygorskit, kaolinit, bentonit, zeolit, sepiolit, perlit... là các vật liệu hấp phụ KLN có hiệu quả cao Lin & Juang, 2002; Zheng & cs., 2020; Li Hua & cs., 2009; Moirou & cs., 2001; Hasanabadi & cs., 2015; Yi & cs., 2019).

PHẦN 3. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. ĐỐI TƯỢNG VÀ VẬT LIỆU NGHIÊN CỨU

Cải xanh (cải mөр Hoàng Mai), xà lách (Rapido 344), mồng tơi (HMT16) và 3 KLN (Cu, Pb, Cd) trong nước tưới.

Phân bón (Urea, lân Super, Kali sunfat); Hóa chất : Muối $Pb(NO_3)_2$, $CuSO_4$ và $Cd(NO_3)_2$; Khoáng sét zeolit, than sinh học (trấu hun), phân rơm (rơm ủ).

3.2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

(1) Đánh giá hiện trạng Cu, Pb, Cd trong nước tưới và rau tại khu vực sử dụng nước tưới từ một số hệ thống thủy lợi vùng đồng bằng sông Hồng.

(2) Xác định giới hạn an toàn nồng độ Cu, Pb, Cd trong nước tưới cho rau cải xanh, xà lách, mồng tơi trồng trên đất phù sa sông Hồng.

(3) Giải pháp giảm thiểu tích lũy Pb, Cd cho rau cải xanh, xà lách, mồng tơi do tưới nước ô nhiễm.

3.3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.3.1. Phương pháp thu thập thông tin và khảo sát thực địa

Thu thập các tài liệu liên quan đến địa hình, diễn biến chất lượng nước trên các HTTL Bắc Hưng Hải, Bắc Đuống, sông Nhuệ. Thu thập các tài liệu, số liệu về thực trạng sản xuất rau tại khu vực ĐBSH từ các phòng, ban ngành liên quan như Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Tổng cục Thống kê. Khảo sát hiện trạng KLN trong nước tại HTTL Bắc Hưng Hải, Bắc Đuống, sông Nhuệ trong năm 2020 và 2021.

3.3.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm

3.3.2.1. Thí nghiệm (1) ảnh hưởng của Cu, Pb, Cd trong nước tưới đến sinh trưởng, năng suất và sự tích lũy của chúng trong rau cải xanh, xà lách, mồng tơi

Cơ sở lựa chọn các mức bổ sung Cu, Pb, Cd vào nước tưới: Dựa trên quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN

08:2015/BTNMT), cột B1 - nước dùng cho mục đích tưới tiêu, thủy lợi và số liệu quan trắc từ năm 2015 đến 2018 của Viện Quy hoạch Thủy lợi về hiện trạng KLN trong nước tưới trên các HTTL vùng ĐBSH.

Thí nghiệm gồm 6 công thức, thiết kế theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD) với 3 lần lặp lại (3 chậu) cho mỗi công thức.

- Thí nghiệm 1.1: Ảnh hưởng của Pb trong nước tưới

CT1: Tưới nước không nhiễm Pb (Đối chứng) (Pb0)

CT 2: Tưới nước nhiễm 0,1ppm Pb (Pb0,1)

CT 3: Tưới nước nhiễm 0,5ppm Pb (Pb0,5)

CT 4: Tưới nước nhiễm 1ppm Pb (Pb1,0)

CT 5: Tưới nước nhiễm 2ppm Pb (Pb2,0)

CT 6: Tưới nước nhiễm 4ppm Pb (Pb4,0).

- Thí nghiệm 1.2: Ảnh hưởng của Cu trong nước tưới

CT1: Tưới nước không nhiễm Cu (Đối chứng) (Cu0)

CT 2: Tưới nước nhiễm 0,2ppm Cu (Cu0,2)

CT 3: Tưới nước nhiễm 0,5ppm Cu (Cu0,5)

CT 4: Tưới nước nhiễm 0,8ppm Cu (Cu0,8)

CT 5: Tưới nước nhiễm 1,6ppm Cu (Cu1,6)

CT 6: Tưới nước nhiễm 2ppm Cu (Cu2,0).

- Thí nghiệm 1.3: Ảnh hưởng của Cd trong nước tưới

CT1: Tưới nước không nhiễm Cd (Đối chứng) (Cd0)

CT 2: Tưới nước nhiễm 0,01ppm Cd (Cd0,01)

CT 3: Tưới nước nhiễm 0,05ppm Cd (Cd0,05)

CT 4: Tưới nước nhiễm 0,1ppm Cd (Cd0,1)

CT 5: Tưới nước nhiễm 0,5ppm Cd (Cd0,5)

CT 6: Tưới nước nhiễm 1ppm Cd (Cd1,0).

Chậu thí nghiệm 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. Mỗi chậu chứa 25kg đất. Ở mỗi chậu thí nghiệm, 30 hạt giống (cải xanh/xà lách/mồng toi) sau khi được ngâm ủ,

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.

Đất nền thí nghiệm: Đất phù sa trung tính ĐBSH (Eutric Fluvisols) thuộc khu vực Gia Lâm - Hà Nội. Hàm lượng Pb dạng di động trong đất (Pbdd) là 1,98 mg/kg; Cu là 20,24 mg/kg và Cd là 0,02 mg/kg.

Tưới nước: Áp dụng phương pháp tưới nhỏ giọt với hệ thống dây tưới nhỏ giọt của hãng Netafin, có đường kính 6,3mm, lưu lượng vòi nhỏ giọt là 0,43l/h, bán kính tưới của mỗi vòi nhỏ giọt là 0,05m, khoảng cách giữa các vòi nhỏ giọt là 20cm.

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

3.3.2.2. Thí nghiệm (2) ảnh hưởng của nước tưới trên hệ thống thủy lợi điển hình tại vùng đồng bằng sông Hồng đến cải xanh, xà lách, mồng tơi

Bố trí tại Khu ruộng trồng màu tại thôn Lê Xá, xã Đa Tốn, huyện Gia Lâm, Hà Nội

Thí nghiệm được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCBD) với 3 lần lặp lại với 3 loại rau. Diện tích mỗi ô thí nghiệm là 5m². Được thực hiện trong 2 vụ từ 01/10 đến 25/11 năm 2019 và 2020. Trong khoảng thời gian giữa 2 vụ rau thí nghiệm, đất được nghỉ, không canh tác.

Đất thí nghiệm là đất phù sa trung tính ĐBSH. Hàm lượng Cu, Pb, Cd lần lượt là 18,70; 8,21; 0,64 và 186,49 mg/kg đất khô.

Bón phân: 50g Ure + 147g Super lân + 25g Kalisunphat và 6kg phân gà hoai mục cho mỗi ô thí nghiệm.

Tưới nước: Sử dụng nước sông Cầu Bây (đoạn chảy qua khu vực bố trí thí nghiệm) thuộc hệ thống thủy lợi Bắc Hưng Hải để tưới. Công thức đối chứng sử dụng nước giếng khoan (nước không bị ô nhiễm).

3.3.2.3. Thí nghiệm (3) giải pháp giảm thiểu tích lũy Pb, Cd trong nước tưới cho rau cải xanh, xà lách, mồng tơi

Thí nghiệm sử dụng vật liệu là zeolite (tỷ lệ phối trộn 1-3%), than sinh học và rơm ủ (tỷ lệ 2,5-5%) dựa trên tiêu chí không làm ảnh hưởng đến năng suất, không đưa thêm chất độc hại vào môi trường đất, ít tác

động đến môi trường đất, chi phí thấp và dễ áp dụng. Thí nghiệm gồm 08 công thức, bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD)

Cải xanh, xà lách, mồng tơi được gieo trong khay ươm, sau khi có 2 lá thật được đem trồng vào chậu thí nghiệm. Bố trí trồng liên tục 3 vụ (trong năm 2020).

Đất nền được trộn với với các vật liệu (zeolite, than sinh học và phân rơm) theo từng công thức cho sẵn vào chậu trước khi trồng. Hàm lượng Cd và Pb và Cd tổng số trong đất là và 14,94 và 0,53 mg/kg.

Nước tưới: Sử dụng dung dịch Pb nồng độ 0,5ppm và Cd nồng độ 0,1ppm được pha bằng nước sạch với muối $Pb(NO_3)_2$ và $Cd(NO_3)_2$ để tưới mỗi lần.

Tỷ lệ phối trộn	Công thức
Đất nền không bổ sung vật liệu	CT1 (Đối chứng)
Đất nền + zeolite 1% (40 g/chậu)	CT2
Đất nền + zeolite 2% (80 g/chậu)	CT3
Đất nền + zeolite 3% (120 g/chậu)	CT4
Đất nền + than sinh học 2,5% (100 g/chậu)	CT5
Đất nền + than sinh học 5% (200 g/chậu)	CT6
Đất nền + phân rơm 2,5% (100 g/chậu)	CT7
Đất nền + phân rơm 5% (200 g/chậu)	CT8

3.3.3. Phương pháp theo dõi

Theo dõi chỉ tiêu sinh trưởng, sinh lý (chiều cao cây, số lá/cây, hàm lượng diệp lục), năng suất và lượng nước tưới.

3.3.4. Phương pháp xác định giới hạn tối đa cho phép hàm lượng Cu, Pb, Cd trong nước tưới

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 Cu, Pb, Cd trong rau. Các biến x giải thích cho biến y; x1: Hàm lượng Cu, Pb, Cd trong nước tưới; x2: Hàm lượng Cu, Pb, Cd trong đất.

Trong trường hợp này, biến phụ thuộc (hàm lượng Cu, Pb, Cd trong rau) đã được kiểm duyệt tại mức Pb = 0,3 mg/kg rau khô, Cd = 0,2 mg/kg rau khô và Cu = 30 mg/kg rau khô, đây là mức tối đa (ML) của KLN trong rau ăn lá theo QCVN 8-2:2011/ BYT và QĐ 106/2007/QĐ-BNN.

3.3.5. Phương pháp đánh giá rủi ro sức khỏe

Rủi ro sức khỏe tiềm ẩn của việc tiêu thụ KLN qua rau, được phân tích dựa trên lượng KLN tiêu thụ hàng ngày (DIM), chỉ số rủi ro sức khỏe (HRI) và chỉ số nguy cơ mục tiêu (THQ).

$$DIM = \frac{C_m \times C_f \times D}{BW}$$

$$HRI = \frac{DIM}{RfD}$$

$$THQ = \frac{EF \times ED \times FI \times C}{RfD \times BW \times AT} \times 10^{-3}$$

THQ nhỏ hơn 1 thì việc tiếp xúc được cho là an toàn.

3.3.6. Phương pháp lấy mẫu và xử lý mẫu

Mẫu rau được thực hiện theo TCVN 9016:2011. Mẫu đất áp dụng theo các tiêu chuẩn: TCVN 7538-2:2005 (ISO 10381-2:2002) và mẫu nước theo TCVN 6663-6:2018.

3.3.7. Phương pháp phân tích mẫu

Mẫu được phân tích tại phòng thí nghiệm Đất, Nước, Môi trường; Phòng thí nghiệm Hóa Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi; Viện Hoá, Viện Hàn lâm Khoa học Việt Nam. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu của đất, nước và rau theo TCVN.

3.3.8. Xử lý số liệu

Đánh giá mức độ ô nhiễm cho từng đối tượng (đất, nước, rau), nghiên cứu sử dụng Quy chuẩn Việt Nam, quy định của Bộ Y tế:

- + Trong nước: Theo QCVN 08- MT:2015/BTNMT cột B1.
- + Trong đất: Theo quy chuẩn QCVN 03- MT:2015/BTNMT.
- + Trong rau: Theo quy chuẩn QCVN 8-2 :2011/BYT và Quyết định số 106/2007/QĐ - BNN của Bộ NN&PTNT quy định về quản lý, sản xuất và chứng nhận rau an toàn thì hàm lượng Cu ≤ 30 mg/kg.

Số liệu được tổng hợp trên phần mềm Microsoft Excel. Sử dụng phần mềm R (4.2) trong phân tích phương sai (ANOVA). Các giá trị trung bình được so sánh bằng Tukey test ở độ tin cậy 95%.

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

PHẦN 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG Cu, Pb, Cd TRONG NƯỚC TƯỚI VÀ RAU TRÊN CÁC HỆ THỐNG THỦY LỢI VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG

4.1.1. Hiện trạng Cu, Pb, Cd trong nước tưới trên một số hệ thống thủy lợi vùng đồng bằng sông Hồng

Kết quả khảo sát mẫu nước tưới trên kênh thuộc HTTL Bắc Hưng Hải, Sông Nhuệ và Bắc Đuống qua 5 đợt tưới trong năm 2020 và 2021 nhận thấy hàm lượng Cu, Pb và Cd trong nước tưới đều vượt GHCP theo QCVN 08-MT:2015/BTNMT.

Bảng 4.1. Hàm lượng Cu, Pb, Cd trong nước tưới ở một số hệ thống thủy lợi

(Đơn vị: ppm)

HTTL	Cu	Pb	Cd
Bắc Hưng Hải	0,85 $\pm$ 0,25	0,20 $\pm$ 0,19	0,04 $\pm$ 0,01
Sông Nhuệ	0,87 $\pm$ 0,35	0,12 $\pm$ 0,07	0,07 $\pm$ 0,01
Bắc Đuống	0,77 $\pm$ 0,25	0,15 $\pm$ 0,07	0,07 $\pm$ 0,01
QCVN 08:2015/BTNMT	0,5	0,05	0,01

Nguồn: Kết quả khảo sát (TB $\pm$ SD, n = 5) năm 2020 và 2021

4.1.2. Hàm lượng kim loại nặng trong rau tại khu vực sử dụng nước tưới của một số hệ thống thủy lợi

Hàm lượng Cu, Cd trong cả 3 loại rau gồm cải xanh, xà lách và mồng tơi đều ở trong giới hạn an toàn theo TCVN. Mồng tơi là loại rau duy nhất tại vùng này hiện chưa bị tích lũy 3 KLN (Cu, Pb, Cd) vượt GHCP. Có tới 2/3 vụ cải xanh và cả 3/3 vụ xà lách đều nhiễm Pb vượt quá TCVN.

Bảng 4.2. Hàm lượng Cu, Pb, Cd trong rau khu vực sử dụng nước tưới từ hệ thống thủy lợi Bắc Đổng

(Đơn vị: mg/kg rau khô)

Loại rau	Cu	Pb	Cd
Vụ Xuân Hè 2020			
Cải xanh	7,6 ± 0,3	0,31 ± 0,01	0,042 ± 0,001
Xà lách	8,7 ± 0,2	0,34 ± 0,02	0,051 ± 0,002
Mồng tơi	6,1 ± 0,3	0,26 ± 0,02	0,027 ± 0,003
Vụ Đông 2020			
Cải xanh	7,2 ± 0,4	0,35 ± 0,03	0,043 ± 0,003
Xà lách	7,9 ± 0,3	0,41 ± 0,02	0,047 ± 0,003
Mồng tơi	6,2 ± 0,2	0,28 ± 0,04	0,028 ± 0,001
Vụ Xuân Hè 2021			
Cải xanh	6,2 ± 0,5	0,28 ± 0,02	0,052 ± 0,002
Xà lách	7,5 ± 0,5	0,33 ± 0,03	0,051 ± 0,001
Mồng tơi	6,1 ± 0,3	0,27 ± 0,03	0,027 ± 0,002
TCVN	30**	0,3*	0,2*

Ghi chú: * QCVN 8-2 :2011/BYT; TCVN 4832:2015/BKHCN;

**QĐ 106/2007/QĐ-BNN (n = 3)

4.2. GIỚI HẠN AN TOÀN HÀM LƯỢNG Cu, Pb, Cd TRONG NƯỚC TƯỚI CHO RAU CẢI XANH, XÀ LÁCH, MÒNG TƠI TRỒNG TRÊN ĐẤT PHÙ SA SÔNG HỒNG

4.2.1. Ảnh hưởng của hàm lượng kim loại nặng trong nước tưới đến tăng trưởng và năng suất của rau ăn lá

4.2.1.1. Ảnh hưởng của hàm lượng Cu trong nước tưới đến tăng trưởng và năng suất của rau

a. Ảnh hưởng của hàm lượng Cu trong nước tưới đến tăng trưởng chiều cao

Tại thời điểm thu hoạch, công thức tưới nước chứa Cu 0,5- 0,8ppm (cải xanh); 0,5-1,6ppm (xà lách) và 0,2-2ppm (mồng tơi) cho chiều cao cây tăng hơn so với các công thức khác, dao động từ 29,13cm-30,04cm (cải xanh); 22,79-23,39cm (xà lách) và 35,18-36,85cm (mồng tơi).

b. Ảnh hưởng của hàm lượng Cu trong nước tưới đến số lá

Công thức tưới nước nhiễm Cu 0,8ppm (cải xanh); 0,5-1,6ppm (xà lách) và 0,2 -0,8ppm (mồng tơi) có số lá cao hơn các công thức còn lại, dao động từ 9,91-10,35 (cải xanh); 9,31 đến 10 (xà lách) và 14,85-15,13 (mồng tơi).

c. Ảnh hưởng của hàm lượng Cu trong nước tưới đến chỉ số SPAD của rau

Tăng hàm lượng Cu trong nước tưới làm giảm chỉ số SPAD ở cải xanh, thấp nhất khi tưới nước 2ppm Cu-), tăng ở xà lách và mồng tơi.

d. Ảnh hưởng của hàm lượng Cu trong nước tưới đến năng suất của rau

Ở công thức nước tưới chứa 0,8ppm Cu cho khối lượng tươi lớn nhất: -241,07 g/chậu (cải xanh); - 184,08 g/chậu (xà lách). Năng suất mồng tơi sử dụng nước tưới chứa 2ppm Cu chỉ đạt 135,26 g/chậu, thấp hơn so với các công thức còn lại.

4.2.1.2. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong nước tưới đến tăng trưởng và năng suất của rau

a. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong nước tưới đến tăng trưởng chiều cao

Nước tưới chứa Pb có nồng độ 0,5-1ppm kích thích tăng chiều cao cải xanh (29,44-29,69cm). Chiều cao xà lách thấp nhất ở trường hợp

nước tưới nhiễm Pb 4ppm (21,23cm). Chiều cao mỏng tới không bị ảnh hưởng bởi ngưỡng Pb từ 0-4ppm, cao cây dao động từ 34,29-35,63cm

b. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong nước tưới đến tăng trưởng số lá

Nước tưới chứa Chì từ 0,1 đến 2ppm có khả năng thúc đẩy sự ra lá của cải xanh (9,91-10,17 lá/cây). Nồng độ Pb trong nước tưới 0 - 2ppm cho số lá xà lách cao hơn hẳn (9,99-10,11) so với trường hợp nước tưới chứa nồng độ Pb 4ppm (9,31 lá/cây). Nồng độ Pb 2-4ppm cho kết quả số lá mỏng tới 14,19-14,5 lá/cây, thấp hơn có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại (14,74-15,24 lá/cây).

c. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb (ppm) trong nước tưới đến chỉ số SPAD

Chỉ số SPAD của cải xanh không bị ảnh hưởng bởi hàm lượng Pb từ 0-4ppm, dao động từ 35,93 đến 36,05. Trên xà lách và mỏng tới, chỉ số SPAD tỷ lệ nghịch với nồng độ Pb trong nước tưới, thấp nhất ở công thức nhiễm 4ppm

d. Ảnh hưởng của Pb trong nước tưới đến năng suất của rau

Nước tưới chứa Pb từ 0,1 đến 2ppm thường xuyên không làm ảnh hưởng đến khối lượng tươi của rau cải xanh, dao động từ 213,34 đến 227,11 g/chậu. Tưới nước chứa Pb 4ppm cho năng suất xà lách, mỏng tới ở mức thấp nhất, tương ứng là 128,4 g/chậu và 114,56 g/chậu.

4.2.1.3. Ảnh hưởng của hàm lượng Cd trong nước tưới đến tăng trưởng và năng suất của rau

a. Ảnh hưởng của hàm lượng Cd trong nước tưới đến tăng trưởng chiều cao của rau

Cải xanh được tưới nước nhiễm 0,5ppm Cd luôn có chiều cao vượt trội so với nghiệm thức còn lại (đạt 30,15cm). Chiều cao xà lách ở công thức tưới nước nhiễm Cd dưới 1 ppm không có sự sai khác (22,68-23,33cm), cao hơn khi nước nhiễm 1ppm (22,3cm). Chiều cao mỏng tới không có sự sai khác ở các công thức (33,87 đến 35,62cm).

b. Ảnh hưởng của hàm lượng Cd trong nước tưới đến số lá của rau

Số lá cải xanh từ 9,46-9,94 lá, thấp nhất là nghiệm thức tưới nước sạch. Xà lách có số lá dao động 9,35 -10 lá, thấp nhất ở công thức tưới

nước nhiễm Cd 1ppm. Số lá mỏng tới ở công thức 1ppm Cd cho số lá cao nhất (15,17 lá).

c. Ảnh hưởng của hàm lượng Cd trong nước tưới đến chỉ số SPAD

Mức nhiễm của nước tưới 1ppm Cd làm chỉ số SPAD trên lá cải xanh suy giảm có ý nghĩa so với các công thức khác (35,18). Chỉ số này suy giảm khi nước nhiễm Cd từ trên 0,01ppm (xà lách) và 0,05ppm (mồng toi).

d. Ảnh hưởng của hàm lượng Cd trong nước tưới đến năng suất của rau

Nước tưới nhiễm Cd với mức 0,5ppm cho năng suất trung bình cao hơn hẳn so với trường hợp khác: tăng 15,19% so với ĐC ở rau cải xanh; 12,26% (xà lách). Năng suất mỏng tới thấp nhất ở mức nhiễm 1ppm Cd (126,9 g/chậu).

4.2.2. Ảnh hưởng của hàm lượng kim loại nặng trong nước tưới đến sự tích lũy trong rau ăn lá

4.2.2.1. Ảnh hưởng của hàm lượng Cu trong nước tưới đến sự tích lũy trong rau

Tăng hàm lượng Cu trong nước tưới từ 0-2ppm, hàm lượng Cu trong rau tăng từ 5,35-16,09 mg/kg (cải xanh); 5,62-16,91 mg/kg (xà lách); 4,41-11,27 mg/kg (mồng toi) và đều nằm trong giới hạn an toàn theo TCVN (QĐ 106/2007/QĐ- BNN).

4.2.2.2. Ảnh hưởng của hàm lượng Pb trong nước tưới đến sự tích lũy trong rau

Tưới nước nhiễm Pb trên 0,5ppm gây tích lũy trong rau vượt TCCP 1,5 lần (cải xanh); 1,83 lần (xà lách) và 1,2 lần (mồng toi).

4.2.2.3. Ảnh hưởng của hàm lượng Cd trong nước tưới đến sự tích lũy trong rau

Tích lũy Cd trong rau vượt TCCP với mức nhiễm trên 0,1ppm trong nước tưới.

4.2.3. Ảnh hưởng của hàm lượng kim loại nặng trong nước tưới đến sự tích lũy trong đất trồng

4.2.3.1. Tích lũy Cu trong đất trồng rau

a. Hàm lượng tích lũy

Hàm lượng Cu trong đất đối với đất trồng cải xanh từ 23,86 đến 37,37 mg/kg; đất trồng xà lách là 23,86 đến 36,43 mg/kg; đất trồng mồng toi tăng từ 23,91 đến 37,27 mg/kg và đều nằm trong ngưỡng an toàn theo TCVN.

b. Dự báo tích lũy Cu trong đất trồng khi sử dụng nước tưới nhiễm Cu

Cu trong nước từ 0,2 đến 2ppm sử dụng tưới cho cải xanh, xà lách và mồng toi trong 1,9-14,6 năm (20-153 vụ cải xanh); 1,9-12,6 năm (15-100 vụ xà lách) và 2,2-15,7 năm (18-128 vụ mồng toi) sẽ gây tích lũy Cu trong đất trồng vượt ngưỡng an toàn theo QCVN 03 - 2015/BTNMT.

4.2.3.2. Tích lũy Pb trong đất trồng rau

a. Hàm lượng tích lũy

Nồng độ Pb trong nước 4ppm làm tăng nồng độ Pb trong đất sau thu hoạch rau ở vụ thứ nhất từ 3,04 (xà lách) đến 3,96 mg/kg (mồng toi); 4,51(xà lách) đến 5,0 mg/kg thời điểm sau vụ 2 và cuối vụ 3 là từ 4,68 (xà lách) đến 5,42 mg/kg (mồng toi).

b. Dự báo tích lũy Pb trong đất trồng rau

Pb trong nước từ 0,1ppm đến 4ppm sử dụng tưới cho cải xanh, xà lách và mồng toi trong khoảng thời gian tương ứng từ 5,9-18,6 năm (61-191 vụ cải xanh); 5,5-16,4 năm (44-131 vụ xà lách) và 5,6-16,4 năm (46-133 vụ mồng toi) sẽ gây tích lũy Pb trong đất trồng vượt ngưỡng an toàn theo QCVN 03-2015/BTNMT.

4.2.3.3. Ảnh hưởng đến tích lũy Cd trong đất trồng rau

a. Hàm lượng tích lũy

Nước tưới nhiễm Cd từ 0 đến 1ppm đã làm tăng Cd trong đất tương ứng trung bình sau 3 vụ từ 0,013 đến 1,71 (cải xanh); 0,015 đến 1,743 (xà lách) và từ 0,013 đến 1,86 mg/kg (mồng toi).

b. Dự báo tích lũy Cd trong đất trồng rau

Cd trong nước từ 0,01 đến 0,1ppm sử dụng tưới cho cải xanh, xà lách và mồng tơi trong khoảng thời gian tương ứng từ 0,7-10,1 năm (2-106 vụ cải xanh); 1,7-10,1 năm (2-80 vụ xà lách) và 0,8-10,1 năm (1-82 vụ mồng tơi) sẽ gây tích lũy Cd trong đất trồng vượt ngưỡng an toàn theo QCVN 03 - 2015/BTNMT.

4.2.4. Đánh giá tích lũy kim loại nặng của rau ăn lá qua thí nghiệm đồng ruộng

4.2.4.1. Hiện trạng nguồn nước tưới và đặc tính lý hóa đất khu vực thí nghiệm

a. Chất lượng nguồn nước tưới khu vực thí nghiệm

Nguồn nước sông Cầu Bậy trong mùa khô của 2 năm: 2019 và 2020 có hàm lượng Cd ($0,032 > 0,01$ mg/l) vượt quá giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn nước dùng cho tưới tiêu.

b. Đặc tính lý hóa của đất khu vực khảo nghiệm

Đất thí nghiệm là đất phù sa trung tính, điển hình của đất phù sa Đồng bằng sông Hồng. Hàm lượng Cd, Cu, Pb lần lượt là 0,64; 18,70; 8,21 mg/kg.

4.2.4.2. Ảnh hưởng của nguồn nước tưới đến sinh trưởng và năng suất rau

Số lá và năng suất rau tươi trung bình của cả cải xanh, mồng tơi và xà lách 3 loại rau đều tăng cao hơn so với được tưới bởi nước giếng. Năng suất dao động từ 27,08-31,08 tấn/ha (cải xanh); 11,13-12,95 tấn/ha (mồng tơi), 24,13-26,38 tấn/ha (xà lách).

4.2.4.3. Ảnh hưởng của nguồn nước tưới đến tích lũy kim loại nặng trong rau và đất trồng tại khu khảo nghiệm

a. Tích lũy kim loại nặng trong rau

Tích lũy Cd và Pb trong rau được tưới nước sông Cầu Bậy cao hơn nước giếng và vượt GHCP, dao động tương ứng 0,25-0,28 mg/kg; 0,56-0,79 mg/kg rau khô.

b. Tích lũy kim loại nặng trong đất trồng rau

Hàm lượng Cu, Pb, Cd trong đất được tưới từ cả nước sông và nước giếng đều ở mức thấp hơn giới hạn tối đa cho phép.

4.2.5. Đánh giá rủi ro sức khỏe khi sử dụng rau được tưới nước nhiễm Cu, Pb, Cd

4.2.5.1. Đánh giá rủi ro sức khỏe từ tiêu thụ rau thí nghiệm đồng ruộng

Tiêu thụ rau cải xanh, mồng tơi hay xà lách thí nghiệm chưa có nguy cơ rủi ro về Cu, Pb và Cd, chỉ số nguy cơ mục tiêu THQ đều nhỏ hơn 1.

4.2.5.2. Đánh giá rủi ro sức khỏe từ tiêu thụ rau thí nghiệm nhà lưới

Chỉ số nguy cơ mục tiêu THQ từ $1,17 \times 10^{-5}$ đến $4,95 \times 10^{-3}$ (< 1), tiêu thụ rau cải xanh, mồng tơi hay xà lách được tưới nước nhiễm Cu (0-2ppm); Pb (0-4ppm) hay Cd (0-1ppm) đều chưa có nguy cơ rủi ro về sức khỏe.

4.2.6. Giới hạn an toàn về nồng độ kim loại nặng trong nước tưới cho rau ăn lá

Bảng 4.3. Mô hình hồi quy Tobit dự báo ngưỡng tối đa của Cu, Pb và Cd trong rau

Rau	Mô hình hồi quy Tobit		
	Cu	Pb	Cd
Cải xanh	$Cu_{\text{rau}} = 1,17 + 2,98 \times Cu_{\text{nước}} + 0,19 \times Cu_{\text{đất}}$	$Pb_{\text{rau}} = 0,12 + 0,26 \times Pb_{\text{nước}} + 0,01 \times Pb_{\text{đất}}$	$Cd_{\text{rau}} = 0,02 + 1,31 \times Cd_{\text{nước}} + 0,05 \times Cd_{\text{đất}}$
Xà lách	$Cu_{\text{rau}} = 1,55 + 3,54 \times Cu_{\text{nước}} + 0,18 \times Cu_{\text{đất}}$	$Pb_{\text{rau}} = 0,08 + 0,21 \times Pb_{\text{nước}} + 0,03 \times Pb_{\text{đất}}$	$Cd_{\text{rau}} = 0,013 + 1,52 \times Cd_{\text{nước}} + 0,024 \times Cd_{\text{đất}}$
Mồng tơi	$Cu_{\text{rau}} = 1,83 + 2,89 \times Cu_{\text{nước}} + 0,128 \times Cu_{\text{đất}}$	$Pb_{\text{rau}} = 0,07 + 0,23 \times Pb_{\text{nước}} + 0,02 \times Pb_{\text{đất}}$	$Cd_{\text{rau}} = 0,01 + 1,01 \times Cd_{\text{nước}} + 0,1 \times Cd_{\text{đất}}$

Mô hình hồi quy Tobit được sử dụng để dự báo ngưỡng tối đa của Cu, Pb và Cd trong rau cải xanh, xà lách và mồng tơi dựa vào nồng độ

các kim loại này trong nước tưới và nồng độ của nó có sẵn trong đất với ngưỡng giới hạn an toàn trong rau theo khuyến cáo của Bộ NN&PTNT Cu dưới 30 mg/kg (Bộ NN&PTNT, 2007); theo Bộ Y tế tại QCVN 8-2:2011/BYT đối với Pb phải dưới 0,3 mg/kg và Cd dưới 0,2 mg/kg rau khô

Bảng 4.4. Giới hạn an toàn của Cu trong nước tưới và đất bằng cách sử dụng mô hình Tobit

STT	Nồng độ Cu trong đất (mg/kg)	Giới hạn Cu trong nước tưới (ppm)		
		Cải xanh	Xà lách	Mồng toi
1	10	9,04	7,53	9,33
2	20	8,40	7,02	8,92
3	30	7,76	6,51	8,50
4	40	7,12	6,00	8,09
5	50	6,49	5,49	7,67
6	60	5,85	4,99	7,26
7	70	5,21	4,48	6,84
8	80	4,57	3,97	6,43
9	90	3,94	3,46	6,01
10	100	3,30	2,95	5,60

Giới hạn Cu trong nước tưới là từ 9,04ppm xuống 3,3ppm cho cải xanh, từ 7,53ppm xuống 2,95ppm cho rau xà lách và từ 9,33 đến 3,52ppm (mồng toi) tương ứng với Cu trong đất từ 10 đến 100 mg/kg.

Giới hạn Pb trong nước tưới từ 0,65 xuống đến 0,04ppm (cải xanh) khi hàm lượng Pb trong đất trồng ban đầu nếu được dao động từ 1 đến 17mg/kg. Từ 0,9ppm xuống 0,05ppm (xà lách) khi hàm lượng Pb trong đất trồng ban đầu nếu được dao động từ 1 đến 7 mg/kg. Từ 0,93 xuống đến 0,06ppm (mồng toi) trong trường hợp Pb trong đất trồng ban đầu dao động từ 1 đến 10 mg/kg (Bảng 4.5).

**Bảng 4.5. Giới hạn an toàn của Pb trong nước tưới
và đất bằng cách sử dụng mô hình Tobit**

STT	Nồng độ Pb di động trong đất (mg/kg)	Giới hạn Pb trong nước tưới (ppm)		
		Cải xanh	Xà lách	Mồng toi
1	1	0,65	0,90	0,93
2	2	0,62	0,76	0,84
3	3	0,58	0,62	0,74
4	4	0,54	0,48	0,64
5	5	0,50	0,33	0,55
6	6	0,46	0,19	0,45
7	7	0,42	0,05	0,35
8	8	0,38	-	0,26
9	9	0,35	-	0,16
10	10	0,31	-	0,06
11	11	0,27	-	-
12	12	0,23	-	-
13	13	0,19	-	-
14	14	0,15	-	-
15	15	0,12	-	-
16	16	0,08	-	-
17	17	0,04	-	-
18	18	0,00		

Hàm lượng Cd trong đất trồng ban đầu nếu được dao động từ 0,1 đến 1,5 mg/kg với khoảng cách là 0,1 mg/kg thì để đảm bảo hàm lượng Cd trong rau ở ngưỡng an toàn theo qui định (Bộ Y tế, 2011), Giới hạn Cd trong nước tưới từ 0,14 xuống đến 0,08ppm (cải xanh); từ 0,12ppm xuống 0,1ppm (xà lách) và từ 0,18 giảm đến 0,05ppm (mồng toi) (Bảng 4.6).

**Bảng 4.6. Giới hạn an toàn của Cd trong nước tưới
và đất bằng cách sử dụng mô hình Tobit**

STT	Nồng độ Cd trong đất (mg/kg)	Giới hạn Cd trong nước tưới (ppm)		
		Cải xanh	Xà lách	Mồng toi
1	0,1	0,14	0,12	0,18
2	0,2	0,13	0,12	0,17
3	0,3	0,13	0,12	0,16
4	0,4	0,13	0,12	0,15
5	0,5	0,12	0,12	0,14
6	0,6	0,12	0,11	0,13
7	0,7	0,11	0,11	0,12
8	0,8	0,11	0,11	0,11
9	0,9	0,11	0,11	0,10
10	1	0,10	0,11	0,10
11	1,1	0,10	0,11	0,09
12	1,2	0,10	0,10	0,08
13	1,3	0,09	0,10	0,07
14	1,4	0,09	0,10	0,06
15	1,5	0,08	0,10	0,05

4.3. GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU TÍCH LŨY KLN TRONG RAU ĂN LÁ DO TƯỚI NƯỚC Ô NHIỄM

4.3.1. Ảnh hưởng của khoáng sét zeolite, than sinh học và phân rơm đến hàm lượng Pb và Cd dễ tiêu trong đất

4.3.1.1. Ảnh hưởng của khoáng sét zeolite, than sinh học và phân rơm đến hàm lượng Pb dễ tiêu trong đất

Zeolite tự nhiên có khả năng giảm tính linh động của Pb trong đất trồng ở cả 3 loại rau tốt hơn so với than sinh học và rơm rạ. ở công thức bổ sung 1% zeolite, Pb_{dt} giảm: 21,47% (cải xanh); 17,22% (mồng toi);

22,5% (xà lách). Khi tăng hàm lượng bổ sung zeolite lên 2% trong đất, Pb_{dt} giảm: 35,89% (cải xanh); 32% (mồng toi); 34,74% (xà lách). Khi tăng hàm lượng zeolite lên 3%, Pb_{dt} giảm: 46,7% (cải xanh); 47,86% (mồng toi); 48,04% (xà lách) so với công thức đối chứng không sử dụng zeolite. Hiệu quả hạn chế tính linh động trong đất giảm đi khi hàm lượng tích lũy trong đất tăng lên ở vụ 2, 3.

4.3.1.2. Ảnh hưởng của khoáng sét zeolite, than sinh học và phân rơm đến hàm lượng Cd dễ tiêu trong đất

Bổ sung 1% zeolite, Cd_{dt} giảm: 25% (cải xanh); 36% (mồng toi); 26,1% (xà lách). Khi tăng hàm lượng bổ sung zeolite lên 2% trong đất, Cd_{dt} giảm: 37,5% (cải xanh); 48% (mồng toi); 47,83% (xà lách). Khi tăng hàm lượng zeolite lên 3%, Cd_{dt} giảm: 62,5% (cải xanh); 68% (mồng toi); 65,22% (xà lách) so với công thức đối chứng không sử dụng zeolite. Hiệu quả giảm Cd tốt hơn than sinh học và rơm rạ. Kết quả của vụ thứ 2 và 3, hàm lượng Cd_{dt} đều có xu hướng giảm khi tăng hàm lượng zeolite.

4.3.2. Ảnh hưởng của khoáng sét zeolite, than sinh học và phân rơm đến tích lũy Pb, Cd trong rau ăn lá do sử dụng nước tưới ô nhiễm

Sử dụng zeolite 2-3% giảm được lượng tích lũy Pb: 63,49-72,61% (cải xanh); 64,65-71,16% (mồng toi); 63,76-69,72% (xà lách). Lượng Cd tích lũy trong rau giảm được là 47,22-61,11% (cải xanh); 43,75-60,94% (mồng toi); 39,39-59,09% (xà lách). Khi sử dụng tỷ lệ 2,5% phối trộn vào đất làm giảm 24,48-25% khả năng tích lũy Pb và Cd trong rau cải; 19,53-18,75% ở rau mồng toi và 19,27-16,67% đối với xà lách so với đối chứng. Tích lũy Pb và Cd có thể giảm tới 43,57-40,28% (cải xanh); 40,47-37,5% (mồng toi); 52,29-42,42% (xà lách) nếu tăng tỷ lệ than sinh học lên 5%. Phân rơm cũng có khả năng giảm tích lũy Pb và Cd vào cây, giảm được 20,75-26,3% (cải xanh); 16,28-21,88% (mồng toi); 15,6-19,7% (xà lách) với công thức bổ sung 2,5% và có thể hạn chế được 42,32-48,61% (cải xanh); 36,28-43,75% (mồng toi); 35,32-43,94% (xà lách) so với đối chứng nếu sử dụng tỷ lệ phân rơm 5%.

PHẦN 5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1. KẾT LUẬN

1) Nước tưới tại một số hệ thống thủy lợi điển hình vùng đồng bằng sông Hồng (Bắc Hưng Hải, Sông Nhuệ và Bắc Đuống) được luận án phân tích trong mùa khô năm 2020 và 2021, cho kết quả cho thấy hàm lượng Cu gấp 1,5-1,7 lần, Pb vượt từ 2,4-4 lần và Cd cao gấp 4-7 lần GHCP theo QCVN 08-2015/BTNMT. Tích lũy Cu, Cd trong rau cải xanh, xà lách và mồng tơi đều ở trong GHCP theo TCVN. Tích lũy Pb trong rau cải xanh và xà lách vượt GHCP, dao động lần lượt là 0,31-0,35 mg/kg và 0,33-0,41 mg/kg. Mồng tơi là loại rau duy nhất hiện chưa bị tích lũy Cu, Pb, Cd vượt GHCP.

2) Trong điều kiện thí nghiệm, nước tưới có hàm lượng Cu (0,5-1,6)ppm; Pb (0,1-2)ppm và Cd (0,5ppm) làm tăng năng suất của cải xanh, xà lách và mồng tơi. Hàm lượng Cu trong nước tưới vượt 1,6ppm; Pb lớn hơn 2ppm và Cd vượt quá 0,5ppm làm giảm năng suất của cả 3 loại rau. Hàm lượng Cu trong 3 loại rau được tưới nước nhiễm Cu từ 0,2-2,0ppm nằm trong giới hạn cho phép theo TCVN. Hàm lượng Pb vượt 0,5ppm và Cd vượt 0,1ppm trong nước tưới đã gây ra hiện tượng tích lũy Pb và Cd vượt GHCP. Sau 3 vụ thí nghiệm liên tiếp, đất được tưới nước nhiễm Cu (0,2-2,0ppm), Pb (0,1-4,0ppm) vẫn chưa bị nhiễm Cu và Pb theo TCVN. Hàm lượng Cu và Pb trong đất sẽ vượt giới hạn cho phép sau 1,9-15,7 năm và 5,5-18,6 năm nếu tưới nước có hàm lượng Cu và Pb tương đương trong thí nghiệm. Hàm lượng Cd trong nước tưới từ 0,5-1,0ppm có thể tích lũy trong đất vượt GHCP ngay từ vụ đầu.

Cải xanh, xà lách và mồng tơi sử dụng nước tưới từ sông Cầu Bậy (thuộc HTTL Bắc Hưng Hải) bị ô nhiễm Cd có năng suất và tích lũy Cu, Pb, Cd cao hơn trường hợp dùng nước giếng để tưới. Tích lũy Cu trong rau (6,65-8,99 mg/kg rau khô) nằm trong GHCP; hàm lượng Pb (0,56-0,79 mg/kg rau khô) và Cd (0,25-0,28mg/kg rau khô) vượt GHCP theo TCVN.

Hàm lượng Cu tối đa cho phép trong nước tưới từ 3,3-9,04ppm (cải xanh); từ 2,95-7,53ppm (xà lách) và từ 3,52-9,33ppm (mồng tơi) tương

ứng với hàm lượng Cu tối đa trong đất theo TCVN là 100 mg/kg. Hàm lượng Pb tối đa cho phép từ 0,04-0,65ppm (cải xanh) tương ứng với hàm lượng Pb trong đất trồng ban đầu dao động từ 17 xuống 1mg/kg; 0,05-0,9ppm (xà lách) tương ứng với hàm lượng Pb trong đất trồng ban đầu từ 7 xuống 1 mg/kg; 0,06-0,93ppm (mồng toi) tương ứng với hàm lượng Pb trong đất trồng ban đầu dao động từ 10 xuống 1 mg/kg. Hàm lượng Cd tối đa cho phép từ 0,08-0,14ppm (cải xanh); 0,1-0,12ppm (xà lách) và từ 0,05-0,18ppm (mồng toi) tương ứng với hàm lượng Cd trong đất trồng ban đầu dao động từ 0,1 đến 1,5 mg/kg.

Chưa có nguy cơ rủi ro về sức khỏe khi tiêu thụ rau cải xanh, xà lách, mồng toi được tưới nước sông Cầu Bấy hay nước nhiễm Cu (0,2-2ppm); Pb (0,1-4ppm) và Cd (0,01-1ppm) vì chỉ số nguy cơ mục tiêu (THQ) cho tất cả các trường hợp này đều nhỏ hơn 1 ($1,17 \times 10^{-5}$ đến $4,95 \times 10^{-3}$).

3) Trong phạm vi nghiên cứu luận án cho thấy sử dụng khoáng sét zeolite, than sinh học và rơm ủ làm giảm hàm lượng Pb, Cd dễ tiêu trong đất và trong rau cải xanh, xà lách, mồng toi trồng trên nền đất phù sa sông Hồng. Bổ sung 3% hàm lượng zeolite cho hiệu quả cao nhất trong điều kiện thực hiện thí nghiệm, giảm hàm lượng Pb và Cd dễ tiêu trong đất tương ứng từ 46,7% - 68% ở vụ đầu tiên và hiệu quả giảm dần khi hàm lượng KLN này tích lũy trong đất tăng lên. Giảm tích lũy trong rau với Pb từ 69,72-72,61% và Cd từ 59,09-60,94%.

5.2. KIẾN NGHỊ

Ngưỡng giới hạn tối đa cho phép của Cu, Pb, Cd trong nước tưới cho cải xanh, xà lách, mồng toi trồng trên đất phù sa sông Hồng theo kết quả nghiên cứu của đề tài Luận án cao hơn so với QCVN hiện nay (08:2023/BTNMT). Do vậy, cần cân nhắc sử dụng ngưỡng này để điều hành công tác cấp nước linh hoạt trong điều kiện nguồn nước tưới bị ô nhiễm.

CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ

1. Nguyễn Thị Giang, Nguyễn Văn Dung, Nguyễn Thị Hằng Nga & Ngô Thị Dung (2021). Đánh giá sự tích lũy kim loại nặng của một số loại rau ăn lá do ảnh hưởng của nước tưới. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam. 19(5): 632-642.
2. Nguyễn Thị Giang, Nguyễn Thị Ngọc Dinh, Nguyễn Thị Phương & Nguyễn Thị Hằng Nga (2021). Nghiên cứu sử dụng zeolite tự nhiên, than sinh học và phân rơm để hạn chế tích lũy kim loại nặng chì và cadimi trong rau ăn lá do sử dụng nước tưới ô nhiễm. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường. Số 74(6/2021): 94-102
3. Nguyễn Thị Giang, Nguyễn Văn Dung & Nguyễn Thị Hằng Nga (2023). 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. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam. 21(5): 570-577.