

## **SINH TRƯỞNG, NĂNG SUẤT VÀ SỰ TÍCH LŨY Cd TRONG LÚA DƯỚI ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC TƯỚI Ô NHIỄM**

**Vũ Thị Khắc<sup>1</sup>, Đinh Thị Lan Phương<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Hằng Nga<sup>2</sup>**

**Tóm tắt:** Cadmium (Cd) là chất độc đối với con người, nhưng ảnh hưởng của nó đối với năng suất lúa và tích lũy trong gạo vẫn chưa được làm rõ. Trong nghiên cứu này, đất trồng lúa ở Đồng bằng sông Hồng được lựa chọn cho thực nghiệm với mục đích làm rõ ảnh hưởng của nước tưới ô nhiễm Cd đến sinh trưởng, năng suất, tích lũy Cd trong hạt và thân, rễ cây lúa. Thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện nhà lưới, được thiết kế với ba mức tưới có hàm lượng Cd 0,01 - 0,05 - 0,5 ppm trong suốt vụ lúa. Kết quả của bốn vụ thí nghiệm trồng lúa (2019-2021) cho thấy sự tích lũy Cd trong lúa giảm theo thứ tự rễ > thân > hạt. Trong đó, nồng độ Cd trong nước tưới càng cao sự tích lũy trong hạt gạo và đất lúa càng lớn. Về sinh trưởng và năng suất, nồng độ Cd 0,01 ppm ít tác động đến sinh trưởng và năng suất, nhưng hai mức nồng độ Cd 0,05 ppm và 0,5 ppm ảnh hưởng rõ rệt lên chiều cao cây và năng suất hạt.

**Từ khóa:** Đất ô nhiễm Cd, tích lũy Cd trong lúa, nước tưới ô nhiễm, sinh trưởng lúa.

### **1. GIỚI THIỆU CHUNG**

Cadmium (Cd) là kim loại rất độc và được liệt vào nhóm chất gây ung thư hàng đầu bởi mức độ tích lũy sinh học nghiêm trọng do nó gây ra (Lu et al. 2019). Dưới ảnh hưởng nguồn nước tưới ngày càng ô nhiễm, Cd đã được tìm thấy trong đất nông nghiệp. Nước tưới cho lúa rau màu bị nhiễm Cd từ nước thải có thể là nguyên nhân chính gây ô nhiễm đất và tích lũy vào nông sản. Ngoài ra, sự ô nhiễm Cd trong đất lúa còn do lạm dụng phân bón hóa học (Banerjee et al. 2020). Trong đất, Cd thuộc nhóm kim loại dễ hòa tan và khả năng di động trong dịch đất cao hơn các kim loại nặng khác. Đặc tính này dẫn đến Cd di động dễ dàng được thực vật hấp thu qua hệ thống rễ và di chuyển đến các bộ phận khác nhau của cây sau đó tích lũy vào hạt (Adil et al. 2020).

Trong số các loài thực vật, lúa và lúa mì là hai trong số những cây có thể hấp thu Cd dễ dàng qua rễ, quá trình này diễn ra mạnh hơn trong đất nghèo

dinh dưỡng (Rizwan et al. 2017). So với các kim loại khác như Pb, Cu, Zn và As, lượng Cd trong đất dù ở nồng độ thấp hơn nhưng lại được cây ngũ cốc hấp thụ nhiều hơn. Cơ chế này được giải thích là do Cd có hệ số tích lũy cao hơn nên lượng Cd từ đất di chuyển vào lúa dễ hơn so với các kim loại khác (Zhu et al. 2016). Đây là một trong những nguyên nhân dẫn đến Cd được tìm thấy trong gạo nhiều hơn so với các kim loại khác trong những vùng đất ô nhiễm.

Sự tích tụ Cd trong gạo tiềm ẩn nguy cơ về sức khỏe cho con người. Nếu một người ăn gạo bị nhiễm Cd liên tục có thể dung nạp tới 20–40 µg Cd mỗi ngày (Sebastian and Prasad 2014). Sự tích tụ Cd đến một mức độ nào đó sẽ xuất hiện các triệu chứng ngộ độc Cd mãn tính. Con người có thể bị mắc các bệnh liên quan đến tổn thương phổi, gan, thận, xương và các cơ quan sinh sản, đồng thời gây độc cho hệ miễn dịch và tim mạch (Tian et al. 2012). Gạo là lương thực chính của người Việt Nam, hơn 2 tỷ dân số Châu Á và hơn 50% dân số thế giới (Honma 2017). Ở một số vùng nông nghiệp, tình trạng lúa gạo được phát hiện bị ô nhiễm Cd và các kim loại khác trong

---

<sup>1</sup> Trung tâm Khoa học Công nghệ và Môi trường, Liên minh Hợp tác xã Việt Nam; NCS ĐH Thủy lợi.

<sup>2</sup> Khoa Hóa và Môi Trường, Đại học Thủy lợi;

những năm gần đây gia tăng, đặc biệt là ở các vùng nông nghiệp đông dân cư tận dụng nguồn nước thải làm nước tưới (Xie et al. 2017).

Khoảng  $2,35 \times 10^{12}$  m<sup>2</sup> đất nông nghiệp trên thế giới trong tình trạng ô nhiễm kim loại nặng trong đó có Cd (Bermudez et al. 2012). Ô nhiễm Cd trong gạo ở Trung Quốc đã được phát hiện gia tăng trong những năm gần đây. Cụ thể, khoảng  $2.786 \times 10^9$  m<sup>2</sup> đất nông nghiệp bị ô nhiễm Cd nghiêm trọng, với hàm lượng Cd vượt tiêu chuẩn khoảng 7% (Zhu et al. 2016).

Sự xuất hiện của Cd trong đất nông nghiệp xuất phát từ ô nhiễm nguồn nước tưới, phân bón, thuốc trừ sâu, hoạt động khai thác khoáng sản và đốt nhiên liệu hóa thạch. Biến đổi khí hậu dẫn đến nhiều vùng canh tác trở nên khan hiếm nước tưới vào mùa khô phải tận dụng nước thải làm nguồn tưới. Điều này dẫn đến Cd tích tụ trong đất canh tác, xâm nhập vào cây trồng ảnh hưởng đến sức khỏe con người (Zhu et al. 2016). Các hệ thống thủy lợi như sông Nhuệ, sông Cầu Bấy, Bắc Hưng Hải... ngoài vai trò cung cấp nước tưới, còn là nơi tiếp nhận nước thải, dẫn đến tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm kim loại nặng trong đó có Cd. Kết quả khảo sát Cd trong lúa gạo tại 61 địa điểm rải rác khắp miền Bắc đã phát hiện thấy Cd có mặt trong gạo tại một số vùng. Bên cạnh đó, kết quả phân tích còn chỉ ra có sự khác biệt lớn về tích lũy Cd trong gạo giữa vùng trũng và vùng cao (Bui, Duong, and Nguyen 2020). Trong khi Cd không được tìm thấy trong hầu hết mẫu gạo ở vùng cao nhưng được tìm thấy trong gạo vùng đất trũng với hàm lượng trung bình là 0,033 ppm. Nguyên nhân chính của sự khác nhau là do ô nhiễm Cd từ nguồn nước tưới. Ở các cánh đồng lúa vùng cao, nguồn nước tưới chủ yếu là nước mưa được phân bổ từ các hệ thống hồ chứa. Ngược lại, nước tưới từ hệ thống thủy lợi ở đồng bằng gồm cả nước mặt, nước mưa và nước thải nên chất lượng nước có thể bị suy giảm từ nước thải ô nhiễm. Một khi kim loại Cd có trong nước tưới, sẽ dẫn đến tích tụ trong đất nông nghiệp và tích lũy trong gạo (Peng et al. 2019).

Từ những lí do trên, nghiên cứu trong bài báo này tập trung vào đánh giá sự tích lũy Cd trong lúa gạo, sinh trưởng và năng suất của cây lúa dưới điều kiện nguồn tưới bị ô nhiễm Cd. Các kết quả thu được sẽ cung cấp cơ sở khoa học xác định mức độ ảnh hưởng của nước tưới ô nhiễm lên năng suất và mức độ tích lũy Cd trong cây lúa và hạt gạo.

## **2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Vật liệu**

Các mẫu đất thực nghiệm được thu thập trên cánh đồng lúa thuộc huyện Gia Lâm, Hà Nội (21°01'43'' N, 105°48'13'' E) ở độ sâu 0 – 20 cm. Tính chất đất nghiên cứu thuộc nhóm phù sa trung tính với pH<sub>KCl</sub> từ 6,6-6,8, hàm lượng chất hữu cơ trong đất (SOC) 35,3 ppm, hàm lượng N tổng số 3,42 ppm, dung tích trao đổi cation của đất (CEC) từ 21,23–22,41 mmol<sub>+</sub>/kg, Cd tổng số dao động trong khoảng 0,001 ppm. Thành phần cấp hạt gồm: sét 37,4%, limon 42,2% và cát 20,4%.

### **2.2. Bố trí thí nghiệm**

*Địa điểm nghiên cứu:* Để đảm bảo an toàn, tránh rủi ro từ sự phơi nhiễm Cd ra đất ruộng và kênh dẫn nước tưới, thực nghiệm được thực hiện trong hệ thống chậu vại tại khu nhà lưới Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Trâu Quỳ, Gia Lâm, Hà Nội (21°0'35'' B, 105°49'29'' E). Thời gian thực hiện 02 năm, từ 5/2019 tới 5/2021 trên khu thí nghiệm có diện tích 30 m<sup>2</sup> với 4 vụ lúa bao gồm 02 vụ xuân hè và 02 vụ hè thu. Đất sau thí nghiệm được thu gom theo thông tư 36/2015/TT-BTNMT ngày 30 tháng 6 năm 2015 về Quản lý chất thải nguy hại.

*Mẫu đất* sau khi lấy về được phơi khô tự nhiên trong không khí, làm nhỏ và cho qua rây 2 mm. Tiếp theo cân khoảng 10 kg đất chuyển vào mỗi chậu vại có kích thước đường kính 30 cm, cao 40 cm.

*Số chậu thí nghiệm:* tổng số chậu là 36, bao gồm 27 chậu cho 03 mức tưới ô nhiễm Cd, theo 3 giai đoạn sinh trưởng của cây lúa, mỗi công thức được lặp lại 03 lần, đối chứng là 09 chậu, tương ứng.

### 2.3. Các công thức thí nghiệm

*Đối chứng (CF)*: lúa được tưới nước không nhiễm Cd.

*Công thức thí nghiệm*: được thiết kế với 03 mức tưới ô nhiễm Cd với các nồng độ Cd: 0,01 –

0,05 – 0,5 mg/L trong suốt mùa vụ. Sử dụng hệ thống tưới nhỏ giọt với lượng tưới 1000 mL cho mỗi chu kì tưới 3 ngày. Các công thức tưới tương ứng với các nồng độ trên được kí hiệu lần lượt là Cd 0,01; Cd 0,05; Cd 0.5.



Hình 1. Các chậu đất chuẩn bị trước khi cấy lúa



Hình 2. Lúa trên các công thức đang đẻ nhánh

### 2.4. Giống lúa và phân bón

Giống bắc thơm số 7 có nguồn gốc từ Trung Quốc, đã được trồng phổ biến ở miền bắc nước ta với chất lượng gạo dẻo, thơm. Bắc thơm số 7 là giống lúa sinh trưởng khỏe mạnh, chống hạn và chống rét, có thời gian sinh trưởng 125 - 135 ngày vụ đông xuân, 105 - 110 ngày vụ hè thu.

Phân NPK Việt Nhật được sử dụng để bón thúc với tỉ lệ 1,25g N + 0,75 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 0,75 g K<sub>2</sub>O cho mỗi chậu. Phân hữu cơ (phân trùn quế) được sử dụng bón lót với lượng 125 g/chậu. Thuốc trừ sâu

Nouvo3.6EC được phun phòng bệnh trong thời kỳ lúa đẻ nhánh và làm đòng.

### 2.5. Hóa chất

Để chiết Cd từ đất và thân rễ lúa, hạt gạo, sử dụng các axit đặc HClO<sub>4</sub> 30%, HNO<sub>3</sub> 98% của Xichlong, Trung Quốc. Dung dịch chuẩn Cd 1000 ppm của Merck cho lập đường chuẩn.

### 2.6. Thu mẫu và phân tích mẫu

*Thu mẫu*: Sau thu hoạch, cây lúa được chia làm 03 phần bao gồm thân, rễ và hạt. Rễ được rửa sạch dưới vòi nước. Sau đó cả hạt, thân rễ (cắt nhỏ) được sấy ở 70 °C trong 72 giờ.



Hình 3. Mẫu thu đợt 1



Hình 4. Mẫu thu đợt 3

*Phân tích:* Chiết Cd trong thân, hạt và rễ bởi phương pháp chiết uớt bằng hỗn hợp  $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$  (3:1, v:v) và phân tích trên hệ thống máy quang phổ hấp phụ nguyên tử (John Ryan, George Estefan, and Abdul Rashid 2001).

*Chỉ số sinh trưởng:* Bao gồm các thông số chiều cao cây và năng suất sau khi thu hoạch. Chiều cao cây được đo từ mặt đất đến chóp lá cao nhất (trước khi trổ) và đo từ mặt đất đến chóp bông cao nhất (sau khi trổ). Năng suất được tính theo khối lượng hạt/ diện tích chậu trồng.

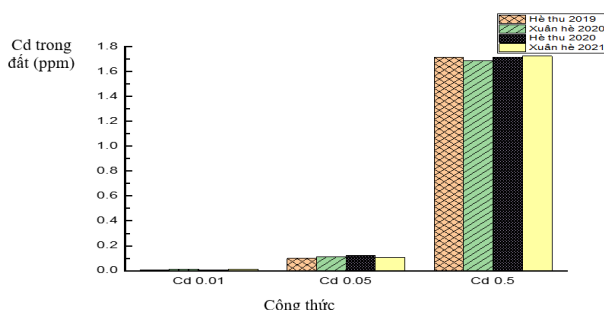
## 2.7. Xử lý số liệu

Dữ liệu thí nghiệm được phân tích trên phần mềm Microsoft Excel version 5.5 (Microsoft, USA). Các kết quả thu được là trung bình của 03 lần phân tích. Sử dụng chương trình ANOVA để đánh giá sự khác nhau có ý nghĩa ( $P < 0,05$ ).

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Sự tích lũy Cd trong đất

Hàm lượng Cd trong đất được phân tích sau khi thu hoạch lúa. pH đất dao động trong khoảng 6,4 – 6,8. Các kết quả thu được cho thấy sự tích lũy Cd trong đất gia tăng tỉ lệ thuận với nồng độ Cd trong nước tưới. Cụ thể, hàm lượng Cd trong đất lúa của công thức (CT) tưới Cd 0,5 cao gấp 150 lần so với CT Cd 0,05 và cao gấp 170 lần so với CT Cd 0,01 (hình 5). Mặc dù nồng độ Cd trong nước tưới của CT Cd 0,05 chỉ cao hơn 5 lần so với CT Cd 0,01, nhưng sự tích lũy Cd trong CT Cd 0,05 trong đất cao gấp 16-17 lần so với CT Cd 0,01. Kết quả này có thể được giải thích là do Cd có hệ số tích lũy cao so với các kim loại khác (Zhu et al. 2016).



Hình 5. Sự tích lũy Cd trong đất lúa dưới ảnh hưởng của nước tưới ô nhiễm.

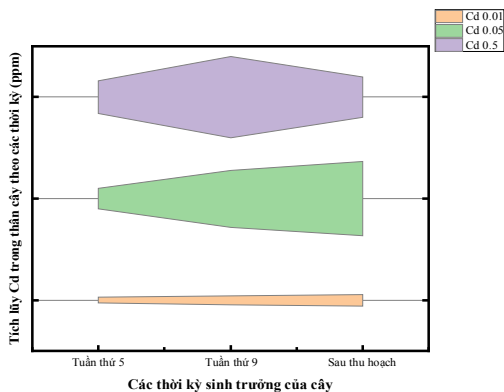
### 3.2. Sự tích lũy Cd trong lúa

#### Tích lũy trong thân

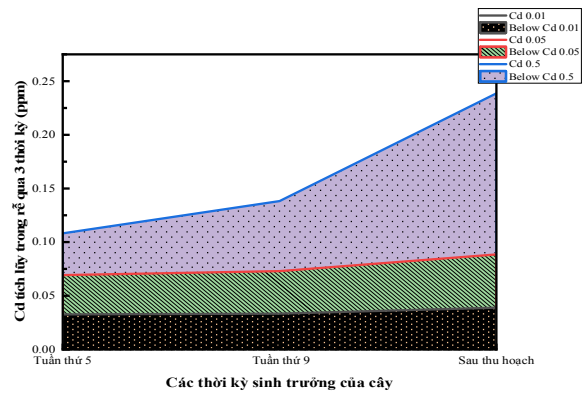
Sự tích lũy Cd trong lá và thân lúa (gọi chung là thân) được theo dõi qua ba thời kì: tuần thứ 5, tuần thứ 9 sau gieo sạ và thu hoạch. Trong khi không có sự khác biệt về tích lũy Cd trong thân của CT Cd 0,01, Cd trong thân lúa của CT Cd 0,5 tăng mạnh vào tuần thứ 9, nhưng lại giảm sau thu hoạch ( $P > 0,05$ ). Tuy nhiên, hàm lượng Cd tích lũy trong thân của CT Cd 0,5 cao hơn 7,5 – 8,3 lần so với CT Cd 0,01 ( $P < 0,05$ ). Với CT Cd 0,05, hàm lượng Cd tích lũy trong thân tăng theo các thời kì sinh trưởng, cao hơn 4,3 – 7,8 lần so với CT Cd 0,01 (hình 6). Kết quả này có thể được lí giải là ở mức nồng độ thấp, do Cd không là nguyên tố dinh dưỡng nên ít được hấp thụ bởi rễ lúa, sự tích lũy Cd trong thân lúa của CT Cd 0,01 tăng không đáng kể giữa các giai đoạn sinh trưởng. Tuy nhiên, là nguyên tố có khả năng di động nên ở nồng độ cao Cd cạnh tranh với các nguyên tố dinh dưỡng khác và đi vào hệ thống rễ lúa, nồng độ càng cao sự hấp thụ và tích lũy Cd trong lúa càng lớn.

#### Tích lũy Cd trong rễ

Các kết quả phân tích trong 04 vụ thí nghiệm cho thấy sự tích lũy Cd trong rễ lúa ít có sự thay đổi đáng kể trong CT Cd 0,01 ( $P > 0,05$ ). Từ tuần thứ 5 đến thời kì thu hoạch, sự tích lũy Cd trong rễ chỉ tăng khoảng 1,2-1,5%. So với đối chứng (CF), sự tích lũy Cd trong rễ của cả ba mức nồng độ tưới chỉ tăng 3,5 – 3,8%. Trong tuần thứ 5, không có sự khác biệt giữa nồng độ Cd trong rễ ( $P > 0,05$ ), tuy nhiên hàm lượng Cd trong rễ của các CT Cd 0,05 và Cd 0,5 tăng mạnh gấp 2,0 – 3,1 lần vào tuần thứ 9 và 4,2 – 4,7 lần sau thu hoạch so với CT Cd 0,01. Các kết quả thí nghiệm còn cho thấy không có sự khác biệt về tích lũy Cd trong rễ giữa các CT tưới Cd 0,05 và Cd 0,05 ( $P > 0,05$ ), cụ thể là tại tuần thứ 9 hàm lượng Cd trong rễ của CT Cd 0,5 chỉ cao hơn 1,2 lần so với CT Cd 0,05 (hình 7). Sau thu hoạch sự tích lũy Cd trong rễ không có sự khác biệt ( $P > 0,05$ ), kết quả này có thể cho thấy cây lúa có hệ số tích lũy Cd nhất định.



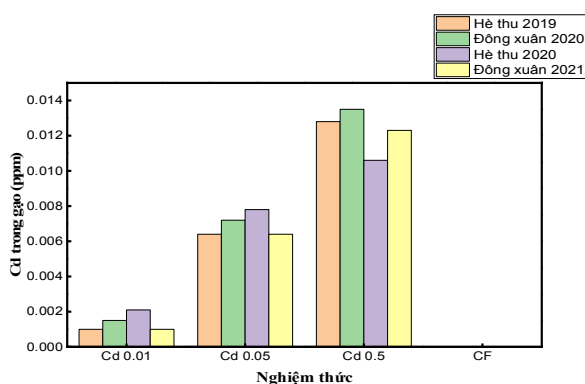
Hình 6. Sự tích lũy Cd trong thân lúa.



Hình 7. Sự tích lũy Cd trong rễ lúa.

### Sự tích lũy Cd trong hạt

Sự tích lũy Cd được quan sát thấy có sự khác biệt đáng kể ở các CT có nồng độ tưới Cd cao ( $P < 0,05$ ). Tỷ lệ tích lũy Cd trong hạt của CT Cd 0,05 cao hơn 64 lần so với CT Cd 0,01, tỷ lệ tích lũy Cd trong hạt của CT Cd 0,5 cao hơn 120 lần so với CT Cd 0,01. Trong đó, hàm lượng Cd trong hạt của CT Cd 0,05 là 0,064 ppm. Hàm lượng Cd trong hạt của CT Cd 0,5 cao hơn hai lần so với CT Cd 0,05. Với CT Cd 0,01, hàm lượng Cd tích lũy trong hạt là 0,001 ppm Cd, hàm lượng Cd trong thân và rễ lớn hơn hạt lần lượt là 27 và 334 lần (hình 8).



Hình 8. Sự tích lũy Cd trong hạt gạo

Nhìn chung, so với CT có nồng độ tưới thấp nhất Cd 0,01, hàm lượng Cd trong thân và rễ ở CT Cd 0,05 cao hơn lần lượt là 3,15 lần và 10,18 lần. CT tưới có nồng độ Cd cao nhất - Cd 0.5 làm tăng đáng kể hàm lượng Cd trong rễ và hạt, cụ thể là

0,173 ppm Cd trong rễ và 0,012 ppm Cd trong hạt. Như vậy, hàm lượng Cd tích lũy trong thân và rễ tăng theo các giai đoạn sinh trưởng. Sự tích lũy kim loại Cd theo thứ tự rễ > thân > hạt được quan sát thấy là xu hướng chung ở tất cả các CT.

Lý do cho kết quả này, sự hấp thụ Cd từ đất và nước tưới của cây lúa phụ thuộc vào nồng độ Cd và đặc tính sinh trưởng của cây lúa. Trong cơ chế vận chuyển, sự xâm nhập của kim loại Cd vào tế bào thực vật xảy ra trong đất lúa bị ô nhiễm, kim loại Cd có thể dễ dàng được hệ thống rễ cây hấp thụ, sau đó, Cd được vận chuyển đến các bộ phận khác của cây lúa. Các loài thực vật khác nhau có mức độ hấp thụ Cd khác nhau và cho hàm lượng tích lũy nhất định (Verbruggen, Hermans, and Schat 2009).

### 3.3. Ảnh hưởng của Cd lên sinh trưởng và năng suất lúa

#### Chiều cao cây

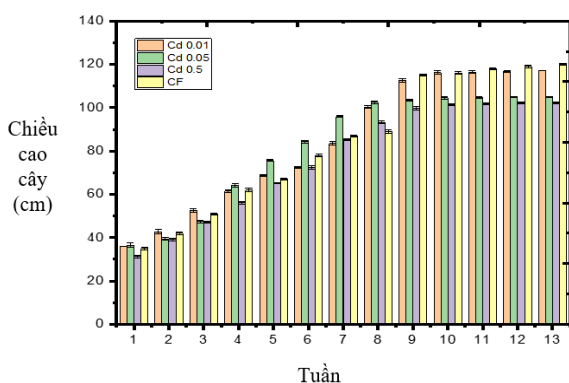
Để làm rõ ảnh hưởng của Cd đến tốc độ phát triển của cây trong mỗi thí nghiệm, các phép đo thông số tăng trưởng được thực hiện sau mỗi tuần. Các phép đo dựa trên chiều cao cây với số lượng cây lúa được quan sát mỗi vụ là 60 cây, trong đó có 45 cây sinh trưởng bình thường, 15 cây có tốc độ sinh trưởng chậm vào cuối thời kỳ quan sát (hình 9).

Từ kết quả trên đồ thị cho thấy, trong 3 tuần đầu chiều cao cây lúa của các CT giảm theo thứ tự Cd 0,01 > CF > Cd 0,05 > Cd 0,5. Trong 5 tuần tiếp theo (từ tuần thứ 4 - 8), chiều cao cây lúa của

CT Cd 0,05 là cao nhất với mức tăng trung bình từ 8,1 - 15,1% so với CF. Ngược lại, chiều cao lúa ở CT Cd 0,01 chỉ cao hơn so với CF khoảng 1,8%. Trong thí nghiệm này, có sự thay đổi về chiều cao cây ở CT Cd 0,01 so với CF. Chiều cao trung bình của cây ở CT Cd 0,5 thấp nhất trong giai đoạn này.

Nhìn chung, từ tuần đầu đến tuần thứ 9, chiều cao cây ở CT Cd 0,01 và CF là như nhau ( $P > 0,05$ ). Cũng trong giai đoạn này, chiều cao cây của CF cao hơn ở CT Cd 0,05 từ 11,2 - 14,2%. Chiều cao cây của CF cao hơn ở CT Cd 0,5 từ 15,2 - 17,3%.

Các kết quả thí nghiệm cho thấy nồng độ Cd 0,05 ppm và 0,5 ppm trong nước tưới gây ra sự hạn chế đối với phát triển chiều cao cây so với đối chứng. Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu trước, khi nồng độ Cd hấp thụ có trong lá từ 5 - 10  $\mu\text{g Cd/g}$  trọng lượng khô có thể gây độc cho hầu hết các loài thực vật. Cd làm ức chế quá trình quang hợp của lá qua tác động lên quá



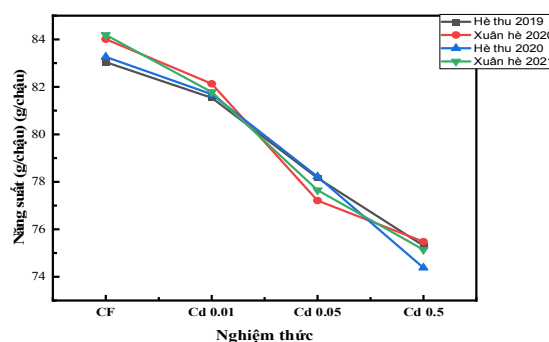
Hình 9. Chiều cao cây dưới ảnh hưởng của nước tưới nhiễm Cd.

Kim loại Cd ức chế sự hấp thụ dinh dưỡng của cây và ảnh hưởng đến sự phát triển sinh trưởng và góp phần làm cây thiếu dinh dưỡng (Khan et al. 2015). Cd có thể gây ra sự thiếu hụt dinh dưỡng ở vùng rễ bằng cách cạnh tranh hấp thụ với các khoáng chất có tính chất tương tự như Ca và Mg. Ngoài ra, sự tích lũy sinh học của Cd trong thực vật có thể gây ra sự thay đổi cơ học chuyển hóa N, P, ảnh hưởng đến các chức năng sinh lý và sự phát triển của cây. Sự giảm hàm lượng N và P của lúa

trình tổng hợp diệp lục cũng như cơ chế trao đổi chất. Đối với cây lúa, Cd làm giảm đáng kể sự phát triển của rễ và chồi do đó làm giảm chiều cao cây và giảm khả năng hấp thụ dinh dưỡng (Khan et al. 2016).

#### Năng suất

Cd không phải là nguyên tố dinh dưỡng cho cây trồng nên Cd tích lũy ở nồng độ lớn sẽ có hại cho sự phát triển của cây và ảnh hưởng đến năng suất. Sự tích lũy Cd không chỉ có ảnh hưởng tiêu cực đến sự hấp thụ chất dinh dưỡng mà còn làm giảm khả năng sinh trưởng và năng suất của cây lúa (Bari et al. 2019). Kết quả cho thấy năng suất của các CT CF cao hơn so với các CT khác là 83,04 g / chậu, trong khi năng suất của các CT Cd 0,05 và Cd 0,5 lần lượt giảm 5,9% và 7,6% (hình 10). Kết quả này phù hợp với các nghiên cứu của về ảnh hưởng của tích lũy Cd đến quá trình quang hợp và hấp thụ các nguyên tố dinh dưỡng dẫn đến giảm năng suất hạt (Tran and Popova 2013).



Hình 10. Năng suất hạt dưới ảnh hưởng của nước tưới nhiễm Cd.

cũng như các cây trồng khác cũng được báo cáo trong điều kiện đất bị ô nhiễm Cd. Hơn nữa, Cd đã được chứng minh là có thể hạn chế sự hấp thụ các vi chất dinh dưỡng như Cu, Fe, Zn và Mo trong cây rau và cây trồng (Catalan et al. 2006).

#### 4. KẾT LUẬN

Những kết quả của nghiên cứu này cho thấy, dưới điều kiện nước tưới ô nhiễm, sự tích lũy Cd trong lúa tăng theo các giai đoạn sinh trưởng và nồng độ ô nhiễm Cd trong nước tưới càng cao thì

sự tích lũy Cd trong cây lúa và đất trồng càng lớn. Hàm lượng Cd tích lũy trong lúa theo thứ tự rễ > thân > hạt. Đáng chú ý, tỉ lệ tích lũy Cd trong hạt của CT Cd 0,05 cao hơn 64 lần so với CT Cd 0,01, tỉ lệ tích lũy Cd trong hạt của CT Cd 0,5 cao hơn 120 lần so với CT Cd 0,01. Sự tích lũy Cd trong đất trồng lúa ở CT Cd 0,5 và Cd 0,05 cao hơn 244,81 và 14,0 lần so với CT Cd 0,01. Bên cạnh đó, nồng độ tưới Cd 0,5 ảnh hưởng đến sinh trưởng của lúa, năng suất của các CT Cd 0,05 và Cd 0,5 lần lượt giảm 5,9% và 7,6% so với mức tưới Cd 0,01.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Adil, Muhammad Faheem et al. 2020. “*Cadmium-Zinc Cross-Talk Delineates Toxicity Tolerance in Rice via Differential Genes Expression and Physiological / Ultrastructural Adjustments.*” *Ecotoxicology and Environmental Safety* 190: 110076. DOI: 10.1016/J.ECOENV.2019.110076
- Banerjee, Aditya, Santanu Samanta, Ankur Singh, and Aryadeep Roychoudhury. 2020. “*Deciphering the Molecular Mechanism behind Stimulated Co-Uptake of Arsenic and Fluoride from Soil, Associated Toxicity, Defence and Glyoxalase Machinerics in Arsenic-Tolerant Rice.*” *Journal of Hazardous Materials* 390: 121978. DOI: 10.1016/J.JHAZMAT.2019.121978
- Bari, Md Azizul, Mst Salma Akther, Md Abu Reza, and Ahmad Humayan Kabir. 2019. “*Cadmium Tolerance Is Associated with the Root-Driven Coordination of Cadmium Sequestration, Iron Regulation, and ROS Scavenging in Rice.*” *Plant Physiology and Biochemistry* 136. DOI: 10.1016/j.plaphy.2019.01.007
- Bermudez, Gonzalo M.A., Raquel Jasan, Rita Plá, and María L. Pignata. 2012. “*Heavy Metals and Trace Elements in Atmospheric Fall-out: Their Relationship with Topsoil and Wheat Element Composition.*” *Journal of Hazardous Materials* 213–214: 447–56. DOI: 10.1016/J.JHAZMAT.2012.02.023
- Bui, Anh T.K., Lim T. Duong, and Minh N. Nguyen. 2020. “*Accumulation of Copper and Cadmium in Soil–Rice Systems in Terrace and Lowland Paddies of the Red River Basin, Vietnam: The Possible Regulatory Role of Silicon.*” *Environmental Geochemistry and Health* 42(11). DOI: 10.1007/s10653-020-00626-y
- Catalan, Jordi et al. 2006. “*High Mountain Lakes: Extreme Habitats and Witnesses of Environmental Changes.*” *Limnetica* 25(1–2).
- Honma, Masayoshi. 2017. “*Agricultural Policy in Japan.*” In *Handbook of International Food and Agricultural Policies* (In 3 Volumes). DOI: 10.1142/9789813226463\_0008
- John Ryan, George Estefan, and Abdul Rashid. 2001. *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual*.
- Khan, Anwarzeb et al. 2015. “*The Uptake and Bioaccumulation of Heavy Metals by Food Plants, Their Effects on Plants Nutrients, and Associated Health Risk: A Review.*” *Environmental Science and Pollution Research* 22(18). DOI: 10.1007/s11356-015-4881-0
2016. “*Toxic Metal Interactions Affect the Bioaccumulation and Dietary Intake of Macro- and Micro-Nutrients.*” *Chemosphere* 146. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2015.12.014
- Lu, Qinhui et al. 2019. “*Cadmium Contamination in a Soil-Rice System and the Associated Health Risk: An Addressing Concern Caused by Barium Mining.*” *Ecotoxicology and Environmental Safety* 183: 109590. DOI: 10.1016/J.ECOENV.2019.109590
- Peng, Hao et al. 2019. “*Comparisons of Heavy Metal Input Inventory in Agricultural Soils in North and South China: A Review.*” *Science of The Total Environment* 660: 776–86. DOI: 10.1016/J.SCITOTENV.2019.01.066

- Rizwan, Muhammad et al. 2017. "A Critical Review on Effects, Tolerance Mechanisms and Management of Cadmium in Vegetables." *Chemosphere* 182: 90–105. DOI: 10.1016/J.CHEMOSPHERE.2017.05.013
- Sebastian, Abin, and Majeti Narasimha Vara Prasad. 2014. "Cadmium Minimization in Rice. A Review." *Agronomy for Sustainable Development* 34(1). DOI: 10.1007/s13593-013-0152-y
- Tian, Z Ryan et al. 2012. "Nanowired Drug Delivery to Enhance Neuroprotection in Spinal Cord Injury." *CNS & neurological disorders drug targets* 11(1).
- Tran, Tuan Anh, and Losanka Petrova Popova. 2013. "Functions and Toxicity of Cadmium in Plants: Recent Advances and Future Prospects." *Turkish Journal of Botany* 37(1). DOI: 10.3906/bot-1112-16
- Verbruggen, Nathalie, Christian Hermans, and Henk Schat. 2009. "Mechanisms to Cope with Arsenic or Cadmium Excess in Plants." *Current Opinion in Plant Biology* 12(3). DOI: 10.1016/j.pbi.2009.05.001
- Xie, L. H. et al. 2017. "The Cadmium and Lead Content of the Grain Produced by Leading Chinese Rice Cultivars." *Food Chemistry* 217: 217–24. DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2016.08.099
- Zhu, Hanhua et al. 2016. "Effects of Soil Acidification and Liming on the Phytoavailability of Cadmium in Paddy Soils of Central Subtropical China." *Environmental Pollution* 219: 99–106. DOI: 10.1016/J.ENVPOL.2016.10.043

#### **Abstract:**

#### **GROWTH, YIELD AND CD ACCUMULATION IN RICE UNDER CONDITION OF CONTAMINATED IRRIGATION WATER**

*Cadmium element (Cd) is toxic for humans, but its effects on the yield and quality of rice under contaminated irrigation conditions remains uncertain. In this study, paddy soils in the Red River Delta were selected for the experiment with the purpose of understanding the effects of Cd contaminated irrigation water on growth, yields, and accumulation of Cd in grain. Three levels of Cd contents including 0.01 - 0.05 - 0.5 mg/L in irrigation water was applied throughout the entirety of the crop season. The results showed that an accumulation of Cd in rice in the order roots > stems > seeds and Cd concentrations 0.05 mg/L and 0.5 mg/L in irrigation water affected significantly plant height and grain yield. In addition, the accumulation of Cd in paddy soil under conditions of contaminated irrigation water (treatments of Cd 0.5 and Cd 0.05) increased 244.81 và 14.0 times compared Cd 0.01 treatment.*

**Keywords:** Cd contaminated soil, grain Cd, Cd accumulation, Cd contaminated irrigation.

---

*Ngày nhận bài:* 30/11/2021

*Ngày chấp nhận đăng:* 31/12/2021