



Original Article

The Effect of Fertilizer use on Nitrate and Metal Content in Dong Du Mustard Green (*Brassica campestris* L.)

Le Thi Hoang Oanh, Nguyen Dang Anh, Pham Van Quang,
Nguyen Huu Huan, Nguyen Thi Ha*

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

Received 08th August 2025

Revised 15th September 2025; Accepted 30th September 2025

Abstract: Fertilizers are widely used in farming, contributing to improving crop productivity and quality. However, the uncontrolled use of fertilizers in vegetable production may cause consequences on the environment, crops, and human health. This study evaluated the effects of fertilizer use on nitrate and metal content in Dong Du mustard green (*Brassica campestris* L.). The effects of fertilizers were analyzed for different fertilizer types, nitrogen content, quantity, and fertilization regime on the field scale in Me Linh, Hanoi. Nitrate content in *Brassica campestris* L. ranged from 47 to 344 mg/kg when applying the studied fertilizer formulas, which was lower than the limits in Decision 99/2008 of the Ministry of Agriculture and Rural Development for plants of the same family *Brassicaceae* and the average limit from Circular 68/2010 of the Ministry of Agriculture and Rural Development for on food safety limits. The Cd and Pb contents fluctuated at 0.05-0.13 mg/kg and 0.99–3.26 mg/kg in this vegetable, respectively, which were both higher than the limits prescribed by safe vegetable standards (according to CODEX STAN 193-1995). The study demonstrated the level of safety of the studied fertilizer formulas in the production of Dong Du mustard green in term of nitrate accumulation.

Keywords: nitrate, mustard green, fertilizer use, chicken feather waste, metal.

* Corresponding author.

E-mail address: nguyenthiha@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5414>

Ảnh hưởng của sử dụng phân bón đến hàm lượng NO_3^- và kim loại trong cải Đông Dư (*Brassica campestris* L.)

Lê Thị Hoàng Oanh, Nguyễn Đăng Anh, Phạm Văn Quang,
Nguyễn Hữu Huân, Nguyễn Thị Hà*

Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 8 tháng 8 năm 2025

Chỉnh sửa ngày 15 tháng 9 năm 2025; Chấp nhận đăng ngày 30 tháng 9 năm 2025

Tóm tắt: Phân bón được ứng dụng phổ biến trong trồng trọt, góp phần nâng cao năng suất và chất lượng cây trồng. Tuy nhiên, việc sử dụng phân bón một cách thiếu kiểm soát trong sản xuất rau có thể dẫn đến hậu quả đối với môi trường, cây trồng và sức khỏe con người. Nghiên cứu này đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng phân bón đến hàm lượng nitrat và kim loại trong rau cải Đông Dư (*Brassica campestris* L.). Ảnh hưởng của phân bón được đánh giá theo loại phân bón, hàm lượng N của phân bón, lượng phân bón và chế độ bón phân được sử dụng trên quy mô đồng ruộng tại Mê Linh, Hà Nội. Hàm lượng nitrat trong rau cải Đông Dư dao động từ ~197 đến ~1405 mg/kg khi áp dụng các công thức phân bón nghiên cứu, và thấp hơn so với mức giới hạn tối đa trong quy định của Ủy ban Châu Âu (EU) 2023/915 về chất ô nhiễm trong thực phẩm đối với cây cùng họ Brassicaceae và mức giới hạn cho phép đối với rau bina và diếp xoăn ở Thông tư 68/2010 của Bộ NN&PTNT về mức giới hạn cho phép về an toàn vệ sinh thực phẩm. Hàm lượng Cd và Pb trong rau tương ứng trong khoảng 0,05-0,13 và 0,99-3,26 mg/kg và đều cao hơn so v giới hạn quy định theo tiêu chuẩn rau an toàn (theo CODEX STAN 193-1995). Nghiên cứu góp phần đưa ra các công thức phân bón an toàn trong phạm vi nghiên cứu đối với sản xuất cải Đông Dư đối với hàm lượng NO_3^- tích lũy trong rau.

Từ khóa: NO_3^- , cải Đông Dư, sử dụng phân bón, lông gà thải, kim loại.

1. Mở đầu

Phân bón được sử dụng phổ biến trong trồng trọt, góp phần nâng cao năng suất và chất lượng cây trồng. Tuy nhiên, việc sử dụng phân bón một cách thiếu kiểm soát trong canh tác rau có thể dẫn đến hậu quả đối với môi trường, cây trồng và sức khỏe con người. Dinh dưỡng như nitrat trong đất dư thừa bị rửa trôi ngấm xuống nguồn nước ngầm gây ô nhiễm [1]. Phân bón vô cơ (đặc biệt là phân lân từ quặng photpho) [2, 3] và phân bón hữu cơ [4] có thể chứa kim loại nặng

(Cd, Cr, Pb, Zn, As và Hg, ...). Kim loại nặng tích tụ trong đất, được cây rau hấp thu, đi vào cơ thể người qua chuỗi thức ăn [5, 6]. Kim loại nặng trong phân bón cũng bị rửa trôi vào nước, gây ô nhiễm nguồn nước và tích lũy trong chuỗi thức ăn [7]. Sử dụng quá nhiều phân đạm (N) hoặc bón không cân đối (không bón lân, kali, hữu cơ) sẽ làm cho nitrat (NO_3^-) tích tụ cao trong lá rau. Trong cơ thể người, NO_3^- bị khử thành nitrit (NO_2^-), sau đó hình thành nitrosamin (chất gây ung thư dạ dày) khi gặp amin trong dạ dày và tăng nguy cơ ung thư thực quản và túi mật [8].

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: nguyenthaha@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5414>

Nitrit còn liên quan đến chứng methemoglobin máu (“trẻ xanh” do thiếu oxy) và có thể làm hạ huyết áp, ảnh hưởng sinh sản (tăng nguy cơ sảy thai) [9]. Các nghiên cứu cho thấy kim loại nặng là yếu tố nguy hại thứ hai sau nitrat gây ra rau quả “không an toàn” [10]. Cd tích tụ ở thận, xương và là nguyên nhân gây bệnh “itai-itai” (tràn canxi và đau xương), trong khi Pb ảnh hưởng thần kinh, và As gây ung thư da, phổi,... Phụ nữ mang thai bị phơi nhiễm Pb, Cd,... sẽ làm thai nhi kém phát triển (sinh non, thiếu tháng, suy dinh dưỡng bào thai), vì Pb và Hg dễ xuyên qua nhau thai, Cd cũng ảnh hưởng đến sinh trưởng của thai nhi [11]. Ảnh hưởng này kéo dài, gây nguy cơ trẻ sinh ra gặp các vấn đề về thần kinh, trí tuệ, nội tiết và mắc bệnh mạn tính ở tuổi trưởng thành. Nghiên cứu hiện đại cho thấy phơi nhiễm Pb và As làm thay đổi thành phần vi khuẩn đường ruột, liên quan đến nguy cơ tăng cân, béo phì và tiểu đường type 2 [12].

Manegabea & cộng sự (cs) (2025) tổng quan về ô nhiễm kim loại trong rau trồng ở các khu vực đất tưới bón cho thấy hàm lượng Cd, Cu, Pb, Cr, Zn tích tụ trong các loại rau tương ứng trong khoảng 0,005-59 mg/kg (1,0997 mg/kg), 0,4-35,55 mg/kg (10,8795 mg/kg), 0,01-50,328 mg/kg (9,8718 mg/kg), 0,006-300,52 mg/kg (45,8311 mg/kg), và 2,18-203,25 mg/kg (55,716 mg/kg) [13]. Giá trị trung bình của hàm lượng kim loại trong rau tăng theo trình tự $Cd > Pb > Cu > Cr > Zn$. Hàm lượng Cd và Cu cao được thấy ở cải xoong trồng vườn. Trong khi đó hàm lượng Pb, Cr, Zn được tìm thấy trong rau bina, rau diếp và súp lơ. Trong ớt xanh, Cd, Cr có hàm lượng thấp và Cu, Pb, Zn cũng có hàm lượng thấp trong củ cải. Nghiên cứu của Anant & Bhagat (2018) [14] và Rahim & cs (2024) [15] cho thấy, ngoài Cu, Zn, các kim loại còn lại trong rau đều có hàm lượng cao hơn giá trị quy định bởi WHO/FAO. Điều đó củng cố quan điểm rằng Cd, Pb, Cr có thể gây tác động tiêu cực với sức khỏe con người khi tiêu thụ rau [16-18]. Pb tích tụ trong củ khoai tây cũng vượt quá giá trị quy định bởi WHO/FAO (0,1 mg/kg) trong khi các kim loại khác không vượt ngưỡng cho phép khi sử dụng phân bón vô cơ và hữu cơ [19].

Hàm lượng NO_3^- trong đất do bón phân dư thừa N làm tăng lượng hấp thu và tích lũy ion này trong rau, đặc biệt đối với rau xanh ăn lá [20]. Mức độ tích lũy NO_3^- phụ thuộc vào loài

rau và các bộ phận trên cây rau. Thông thường, mức độ tích lũy cao ở lá của các cây không thuộc họ đậu và thấp ở củ, rễ, quả và hạt [21]. Các loại rau xanh ăn lá như Apiaceae (cần tây, mùi tây), Asteraceae (rau diếp), Chenopodiaceae (cải Thụy Sĩ, rau bina) và Brassicaceae (arugula, củ cải, mù tạt) được biết đến là các loại rau tích tụ NO_3^- [22]. Hàm lượng NO_3^- tích lũy trong các loại rau bina, arugula, cải Thụy Sĩ, diếp, húng, thì là, mùi tây lần lượt là 8-7793; 963-9000; 53-4774; 8-4795; 94-5174; 2236-3267 và 10-3590 mg/kg, phụ thuộc vào mùa và điều kiện sinh trưởng [22]. Tuy vậy, nghiên cứu cụ thể về ảnh hưởng của loại phân, lượng sử dụng, chế độ bón, ... đến tích tụ kim loại và NO_3^- còn rất hạn chế.

Cải Đông Dư (cải bẹ, cải dưa), tên khoa học là *Brassica campestris* L., thuộc họ Cải (Brassicaceae) [23]. Đây là một loại rau ăn lá có giá trị kinh tế quan trọng và được sử dụng rộng rãi trong ẩm thực. Rau ăn lá đứng thứ 2 trong dãy trình tự các thực vật về tiềm năng tích lũy NO_3^- : thực vật thân thảo > rau ăn lá > rau ăn thân > rau ăn củ và ăn rễ > rau ăn quả > cây họ đậu > rau ăn hoa và mầm > hành > quả > nấm [22]. Rau ăn lá và rễ cũng có hệ số tích lũy sinh học của kim loại cao [24]. Ở rau ăn lá, tiềm năng tích lũy Pb và Cd là cao nhất trong các kim loại chủ yếu [25]. Nghiên cứu về tác động của phân bón đến tích tụ NO_3^- và kim loại trong cải Đông Dư, một giống cải địa phương rất hạn chế.

Nghiên cứu này đánh giá hàm lượng NO_3^- và kim loại trong cải Đông Dư trong các điều kiện sử dụng phân bón khác nhau: loại phân, lượng phân, chế độ bón phân, từ đó đưa ra các khuyến nghị nhằm đảm bảo an toàn khi trồng và sử dụng loại cây này.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Rau cải Đông Dư (*Brassica campestris* L.) được thu hoạch từ thí nghiệm đồng ruộng tại Mê Linh, Hà Nội ở vụ đông, sau 41 ngày trồng. Cải Đông Dư được đóng túi nhựa kín và chuyển về phòng thí nghiệm ngay sau khi thu hoạch để bảo quản và xử lý mẫu cho các thí nghiệm phân tích.

Phân bón sử dụng trong nghiên cứu gồm phân Đầu trâu NPK 13-13-13 + TE (NPK), phân

gà (PG) là hỗn hợp vỏ trấu (~80%) và phân gà đã ủ hoai 5 tháng (~19%), phân compost chế tạo từ lông gà thải và vỏ chuối (T1, T2, T3, T4), và phân compost vỏ chuối (T5) với các chỉ tiêu tổng nitơ (TN), kim loại nặng và vi sinh vật đã được

phân tích (Bảng 1). Coliform phân và *Salmonella* không phát hiện trong phân bón, trong khi đó tổng coliform chỉ có giá trị rất nhỏ và chỉ xuất hiện ở 2 trong 6 loại phân nghiên cứu.

Bảng 1. Tính chất của các loại phân bón sử dụng trong nghiên cứu

Phân bón		TN (%)	Kim loại (mg/kg)				Tổng Coliform MPN/g	Salmonella MPN/g	Fecal Coliform MPN/g
Kí hiệu	Mô tả		As	Pb	Hg	Cd			
PG	Phân gà	2,09	0,788	0,228	<0,01	<0,1	KPH	KPH	KPH
T1	Phân lông gà (90%) vỏ chuối	12,6	0,668	<0,2	<0,01	<0,1	KPH	KPH	KPH
T2	Phân lông gà (60%) vỏ chuối	12,3	0,874	0,633	<0,01	<0,1	9,2	KPH	KPH
T3	Phân lông gà (30%) vỏ chuối	10,7	0,771	0,633	<0,01	<0,1	KPH	KPH	KPH
T4	Phân lông gà (15%) vỏ chuối	9,5	0,977	<0,2	<0,01	<0,1	KPH	KPH	KPH
T5	Phân vỏ chuối	3,6	0,103	0,382	<0,01	<0,1	9,3×10 ¹	KPH	KPH
NPK	Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	13	-	-	-	-	KPH	KPH	KPH
QCVN 01-189/2019-BNNPTNT về phân bón hữu cơ sinh học			≤ 10	≤ 200	≤ 2	≤ 5		KPH	< 1,1×10 ³

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng phân bón lên chất lượng cây rau cải Đông Du

Ảnh hưởng của phân bón đến hàm lượng NO_3^- và kim loại trong cây cải Đông Du được xác định ở quy mô thí nghiệm đồng ruộng tại Mê Linh, Hà Nội với các công thức thí nghiệm giúp so sánh điều kiện không có phân bón, có phân bón vô cơ, có phân bón hữu cơ thông thường và có phân bón hữu cơ chế tạo từ lông gà thải và vỏ chuối. Lượng phân bón sử dụng theo hiện trạng sử dụng bởi người nông dân địa phương tính theo khối lượng khô (trung bình 250 kg PG/sào (~6,944 tấn/ha)). PG được phân tích có độ ẩm ~19%. Bón lót được thực hiện theo cách trộn phân bón vào đất ở độ sâu canh tác 10-20 cm trước khi cấy rau 3 ngày. Bón thúc được thực hiện ở 2 tuần sau khi cấy cây rau cải, khi cây rau cải đã sống ổn định và chuẩn bị xòe lá. Các ô thí nghiệm có kích thước 1 m² được phân bố ngẫu nhiên và một công thức thí nghiệm được lặp lại

3 lần. Ở mỗi ô thí nghiệm, 16 cây rau cải Đông Du có 4 lá thực, có kích thước đồng đều, được cấy với khoảng cách đều ~27 cm (2 cây ngoài cùng cách mép ô thí nghiệm 10 cm).

2.2.2. Phương pháp phân tích NO_3^- và kim loại trong rau

Mẫu rau cải được lấy theo TCVN 9016:2011 về rau tươi - phương pháp lấy mẫu trên ruộng sản xuất. Mẫu rau cải sau thu hoạch được mang về phòng thí nghiệm và xử lý trong vòng 4 giờ. Mỗi cây cải được chia thành 4 phần và chia thành 2 nửa theo các phần đối diện. Cải sau đó được rửa sạch bằng nước máy, tráng 2 lần bằng nước cất rồi để ráo. Một nửa được cân rồi đem sấy khô ở 70°C, để phân tích độ ẩm và hàm lượng kim loại, nửa còn lại cho vào túi nilon cho vào tủ đông lạnh đã để bảo quản trước khi đem phân tích NO_3^- .

Hàm lượng NO_3^- trong mẫu rau tươi được phân tích theo TCVN 6180:1996 - Xác định nitrat - Phương pháp trắc phổ dùng axit sunfosalixylic. Toàn bộ mẫu rau tươi được nghiền nhỏ cùng với nước deion (1:1 v/v) bằng

máy xay sinh tố, ly tâm lạnh (4°C) và lọc lấy dịch bằng giấy lọc Whatmann No. 2. Dịch lọc được pha loãng trước khi cho phản ứng tạo màu vàng và NO_3^- được xác định theo phương pháp đo quang ở bước sóng 415 nm trên máy quang phổ HACH 3900. Ngưỡng phân tích NO_3^- theo phương pháp này là 0,02-0,2 mgN/L.

Kim loại trong mẫu rau khô được phân tích theo TCVN 9525:2018 - thực phẩm - xác định các nguyên tố vết - phân hủy mẫu bằng áp lực. Quy trình phá mẫu: 0,2 g mẫu khô dạng bột được trộn với 5 mL nước cường toan, phá mẫu ở

180°C trong 30 phút. Dung dịch sau phá mẫu được lọc qua giấy lọc GF/C, thu thể tích đến 25 mL trước khi đem phân tích trên thiết bị phổ khối plasma cảm ứng (ICP-MS 7900 Agilent). Ngưỡng đo của các kim loại As, Pb, Hg, Cd, Cr, Cu, Zn là 0,01 ppb.

2.2.3. Phương pháp xử lý số liệu

Kết quả hàm lượng nitrat NO_3^- và kim loại trong rau được thu nhập và xử lý thống kê bằng phần mềm Microsoft Excel và phân tích phương sai một chiều (ANOVA).

Bảng 2. Công thức thí nghiệm đánh giá tác động của phân bón từ lông gà thải đến cây trồng ở quy mô đồng ruộng

Ký hiệu	Bón lót		Bón thúc	
	Loại phân	Lượng (tấn/ha)	Loại phân	Lượng (kg/ha)
ĐC	Không bón phân			
PG	Phân gà	5,625		
PG+	Phân gà	5,625	Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	200
PGx2	Phân gà	11,250		
T1	Phân lông gà (90%) + vỏ chuối	5,625		
T1+	Phân lông gà (90%) + vỏ chuối	5,625	Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	200
T2	Phân lông gà (60%) + vỏ chuối	5,625		
T2+	Phân lông gà (60%) + vỏ chuối	5,625	Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	200
T2x2	Phân lông gà (60%) + vỏ chuối	11,250		
T2/4	Phân lông gà (60%) + vỏ chuối	1,406		
T2/4+	Phân lông gà (60%) + vỏ chuối	1,406	Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	200
T3	Phân lông gà (30%) + vỏ chuối	5,625		
T3+	Phân lông gà (30%) + vỏ chuối	5,625	Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	200
T3x2	Phân lông gà (30%) + vỏ chuối	11,250		
T4	Phân lông gà (15%) + vỏ chuối	5,625		
T4+	Phân lông gà (15%) + vỏ chuối	5,625	Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	200
T5	Phân vỏ chuối	5,625		
T5+	Phân vỏ chuối	5,625	Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	200
NPK 0,55	Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	5,625		
NPK 0,28			Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	2.813
NPK 0,16			Đầu trâu NPK 13-13-13+TE	1.607

3. Kết quả và thảo luận

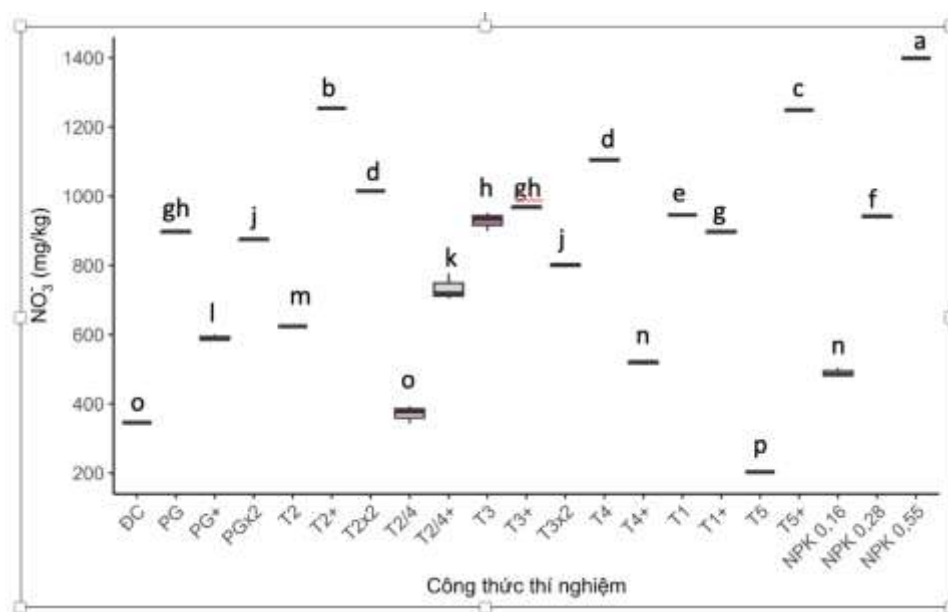
3.1. Ảnh hưởng của phân bón đến hàm lượng NO_3^- trong cây rau cải Đồng Dư

Kết quả phân tích phương sai một chiều (ANOVA) cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức bón phân về hàm

lượng NO_3^- tích lũy trong rau ($p \leq 0,001$) (Hình 1). Ở công thức NPK 0,55; hàm lượng NO_3^- trong rau $1405,07 \pm 6,45$ mg/kg cao nhất; cho thấy phân vô cơ làm tăng tích lũy NO_3^- trong rau ở mức cao nhất. Ngược lại, ở công thức T5, hàm lượng NO_3^- trong rau là $197,15 \pm 5,34$ mg/kg, là thấp nhất, nhỏ hơn cả ở công thức đối chứng (ĐC) với hàm lượng NO_3^- trong rau là $\sim 346,09$

mg/kg, cho thấy không có sự tích lũy ion này khi sử dụng phân compost vỏ chuối. Ngoài T5, tất cả các loại phân bón nghiên cứu đều làm gia tăng tích lũy NO_3^- trong rau. Với các loại phân bón khác nhau, mức độ tích lũy NO_3^- trong rau khác nhau phản ánh sự khác biệt về dạng tồn tại và lượng của các dạng N trong từng loại phân. Do đó, mức độ tích lũy NO_3^- trong rau không thể hiện mối tương quan tỉ lệ thuận với hàm lượng N tổng số trong các loại phân bón sử dụng (Hình 2). Khi sử dụng cùng một loại phân bón,

mức độ tích lũy NO_3^- trong rau tỉ lệ thuận với lượng phân bón được sử dụng và mức độ tích lũy này cao hơn rõ rệt khi sử dụng phân bón vô cơ (NPK) so với trường hợp sử dụng phân bón hữu cơ (T2) (Hình 3). Tuy vậy, mối liên hệ này không đúng với tất cả các loại phân bón được thử nghiệm (PG, T3) (Hình 2). Mặt khác, việc bón thúc bằng phân bón NPK không phải lúc nào cũng làm gia tăng tích lũy NO_3^- trong rau (Hình 2), có thể do cây cải đã sử dụng cho sự tích lũy sinh khối ở dạng N hữu cơ.



Hình 1. Hàm lượng NO_3^- (mg/kg dw) trong cây rau cải Đông Dư ở các công thức thí nghiệm (chữ cái biểu thị phân nhóm thống kê của kết quả, khác nhóm là khác biệt có ý nghĩa thống kê).

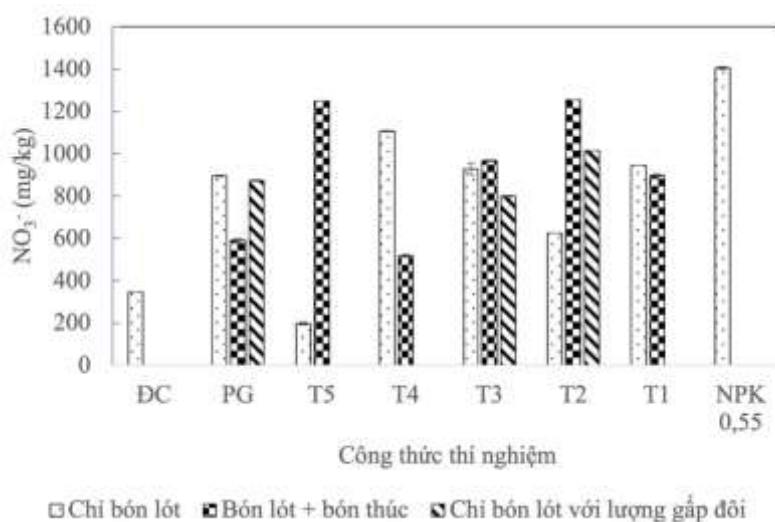
Hàm lượng NO_3^- trung bình trong cây rau cải Đông Dư được bón phân theo các công thức nghiên cứu chỉ bằng khoảng từ 1/10 đến 1/3 mức giới hạn tối đa cho phép trong một số loại rau (bina, diếp, cải) theo thông tư số 68/2010/TT-BNNPTNT và quy định của Ủy ban Châu Âu (EU) 2023/915 về chất ô nhiễm trong thực phẩm. Mức hàm lượng này chỉ bằng hơn một nửa cho đến gấp hơn 2 lần mức giới hạn tối đa cho phép đối với một số loại cây họ cải khác theo Quyết định số 99/2008/QĐ-BNN về quản lý sản xuất, kinh doanh rau, quả và chè an toàn. Do vậy, với loại, lượng, chế độ phân bón áp dụng trong nghiên cứu, hàm lượng NO_3^- trong cây rau cải

Đông Dư ở mức độ an toàn với con người. Hàm lượng NO_3^- tích lũy nằm ở mức thấp so với mức tích lũy trong các loại rau ăn lá được nghiên cứu trong tác phẩm của Colla & cs (2018) [22] và Cuch (2025) [26].

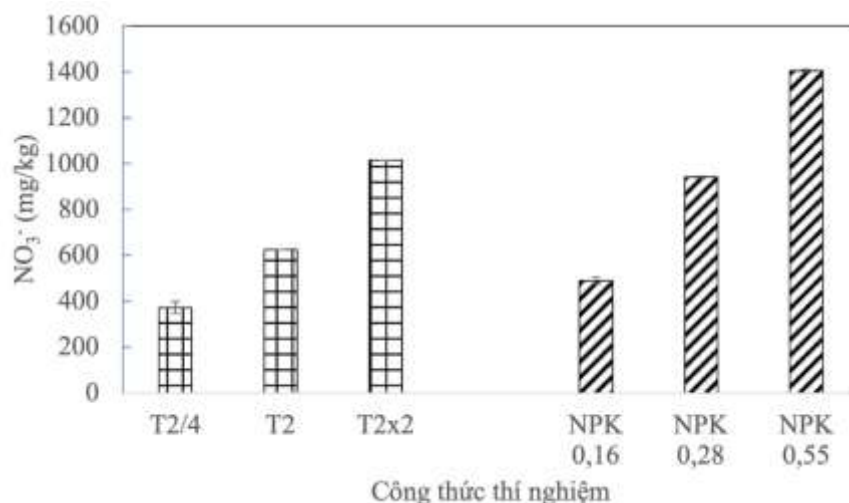
Việc gia tăng tích lũy NO_3^- trong cây rau cải Đông Dư khi bón phân theo công thức nghiên cứu được giải thích bởi sự gia tăng hấp thụ từ đó gia tăng tích lũy trong các bộ phận của rau [20]. Tích lũy NO_3^- trong rau khi bón phân vô cơ cao hơn so với phân hữu cơ được giải thích bởi N tổng số trong phân vô cơ NPK áp dụng cao hơn và N có thể được chuyển hóa thành dạng dễ tiêu cho cây trồng (NH_4^+ , NO_3^-) [27]. Trong phân hữu

cơ, N hữu cơ cần thời gian khoáng hóa để được hấp thụ bởi thực vật, và đôi khi sản phẩm khoáng hóa không được tiêu thụ bởi thực vật do tạo ra không đúng thời điểm [28]. Một nghiên cứu khác cũng cho thấy cây cải thìa bón phân hóa học thường chứa lượng nitrat cao hơn và hàm lượng

vitamin C, đường thấp hơn so với khi dùng phân hữu cơ [29]. Phân hữu cơ nói chung giúp giảm dư lượng nitrat, nitrit trong rau sản phẩm. Phân tích trên cải thảo ghi nhận lượng nitrat và nitrit giảm tương ứng khoảng 19 và 21% khi dùng phân hữu cơ thay cho phân hóa học [30].



Hình 2. Hàm lượng NO₃⁻ (mg/kg dw) trong cây rau cải Đông Du theo loại và chế độ bón phân.



Hình 3. Hàm lượng NO₃⁻ (mg/kg dw) trong cây rau cải Đông Du theo lượng bón phân.

3.2. Ảnh hưởng của phân bón đến hàm lượng kim loại trong cây rau cải Đông Du

Phân tích hàm lượng kim loại trong cây rau cải Đông Du cho thấy mức độ tích lũy kim loại

theo trình tự Cu>Zn>Cr>Pb>Cd, Hg. Tích lũy Cd và Pb đều vượt so với mức giới hạn quy định bởi TCVN 4832: 2015 (CODEX STAN 193-1995) về chất ô nhiễm và độc tố trong thực phẩm và thức ăn chăn nuôi, cũng là mức quy

định thống nhất bởi WHO/FAO (Cd 0,05 mg/kg; Pb 0,1 mg/kg đối với rau họ cải và Cd 0,2 mg/kg; Pb 0,3 mg/kg đối với rau ăn lá) đối với tất cả các mẫu thí nghiệm, bao gồm cả mẫu đối chứng

không bón phân. Do vậy, không thể kết luận chắc chắn về sự gia tăng tích lũy kim loại trong rau do việc sử dụng phân bón theo các công thức nghiên cứu.

Bảng 3. Hàm lượng kim loại (mg/kg) trong cây rau cải Đông Dư trồng theo các công thức thí nghiệm

Công thức phân bón	Cr	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb
ĐC	2,03	80,26	84,37	0,08	0,04	2,02
PG	7,70	81,91	69,72	0,13	0,23	2,09
PG+	12,19	69,61	70,87	0,07	0,16	1,20
PGx2	8,91	59,04	60,51	0,08	0,11	1,77
T5	2,20	142,79	71,76	0,10	0,03	2,92
T5+	3,47	134,46	87,88	0,12	0,05	2,38
T4	1,29	97,70	66,95	0,07	0,03	1,77
T4+	1,85	67,44	57,57	0,07	0,09	1,60
T3	3,81	83,93	77,87	0,07	0,08	2,05
T3+	2,51	102,21	63,47	0,08	0,05	3,26
T3x2	0,57	79,89	63,51	0,07	0,06	1,45
T2	2,08	61,71	73,51	0,08	0,04	2,30
T2+	11,74	90,02	70,50	0,09	0,07	2,44
T2x2	5,44	66,31	67,56	0,08	0,04	1,77
T2/4	0,76	65,01	65,58	0,05	0,07	1,37
T2/4+	1,36	70,92	67,54	0,08	0,05	1,95
T1	1,43	86,52	72,70	0,09	0,01	0,99
T1+	3,66	104,27	77,79	0,12	0,07	2,99
NPK0,55	1,52	61,83	60,94	0,08	0,02	1,50
CODEX STAN 193-1995				0,05/0,2		0,1/0,3

Việc tích lũy kim loại với lượng lớn trong rau ăn lá ở các khu vực tưới bón được ghi nhận trong các nghiên cứu [13]. Trong các kim loại, Cd và Pb tích lũy với lượng lớn hơn và vượt quá giá trị quy định của WHO/FAO, gây nguy cơ đối với sức khỏe con người [14-18]. Rau ăn lá có xu hướng tích lũy hàm lượng Cd cao hơn so với cây ăn quả và ngũ cốc [19]. Hệ số chuyển dịch kim loại từ đất vào cây trồng như lúa và rau giảm dần theo thứ tự $Cd > Cr > Pb$ [31]. Hệ số chuyển dịch từ đất vào rau của Cd cao hơn Pb do Cd là nguyên tố dễ dàng tham gia vào thành phần hòa tan của phân bón hữu cơ (axit fulvic) nên linh động và dễ được thực vật hấp thu [32]. Hệ số chuyển dịch của Zn từ đất vào cây trồng lại cao hơn so với Cd do 2 nguyên tố có tính chất hóa học tương tự nên có tính cạnh tranh khi hấp thu bởi thực vật [32].

Trong các loại phân bón nghiên cứu, hàm lượng các kim loại As, Pb, Hg, Cd đều thấp hơn so với giá trị quy định trong QCVN 01-189:2019/BNNPTNT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón). Các loại phân bón cũng chỉ mới được áp dụng ở một vụ trong 41 ngày, hàm lượng các kim loại trong phân bón đáp ứng yêu cầu. Do vậy, tích lũy kim loại trong cây rau cải Đông Dư nghiên cứu có thể do kim loại tích tụ lâu ngày trong đất trồng từ quá trình canh tác, sử dụng phân bón, nước tưới (lấy từ đầm) và thuốc trừ sâu. Trong đất được tưới bón ở Việt Nam, hàm lượng một số kim loại được phát hiện ở mức cao như Pb (131,38 mg/kg), Cr (175 mg/kg), và Zn (204,25 mg/kg) [13]. Phân bón nitơ làm tăng lượng Cd trong đất, phân photpho làm gia tăng tích lũy Cd, Cr, Pb, Zn, As và Hg và làm tăng tính linh động của As, Cd, Zn và

Pb [2, 3, 19]. Tương tự, việc sử dụng phân bón hữu cơ làm tăng Zn, Cu, Cd, As và Hg trong đất và tính linh động của Cd và Zn [19]. Các kim loại nặng như Cu, As, Pb, Hg, Cr, Zn, Al, và Ni được tìm thấy trong đất phơi nhiễm với thuốc trừ sâu [13]. Mặt khác, nước thải dùng làm nước tưới đóng vai trò quan trọng trong gây ô nhiễm kim loại trong đất [13]. Nghiên cứu hệ số chuyển dịch của kim loại từ trong đất vào cây trồng cho thấy hệ số này phụ thuộc vào nguồn nước tưới và loại rau trồng [32].

4. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy các loại phân bón sử dụng dù theo loại, lượng hay chế độ bón nào cũng làm tăng tích lũy NO_3^- trong cây rau cải Đông Du, ngoại trừ trường hợp chỉ bón lót với phân compost vỏ chuối (T5). Khi áp dụng các loại phân bón khác nhau, sự tích lũy NO_3^- không tỉ lệ thuận với lượng N tổng số trong phân bón. Khi sử dụng cùng một loại phân bón, tích lũy NO_3^- trong rau tỉ lệ thuận với lượng phân bón đối với cả phân hữu cơ (T2) và vô cơ (NPK), tuy nhiên kết luận này không đúng cho trường hợp phân hữu cơ T3 và PG. Mức độ tích lũy NO_3^- khi sử dụng phân NPK cao vượt trội so với khi sử dụng các loại phân bón hữu cơ. Chế độ bón thúc với phân NPK không phải lúc nào cũng dẫn đến gia tăng tích lũy NO_3^- trong rau. Ở tất cả các công thức thí nghiệm, hàm lượng NO_3^- trong rau đều thấp hơn giá trị giới hạn quy định bởi WHO/FAO hay một số quy định của Việt Nam. Ngược lại, hàm lượng kim loại tích lũy trong rau cao và mức độ tích lũy Cd, Pb vượt đáng kể so với mức quy định bởi WHO/FAO. Tuy vậy, kết quả ở mẫu đối chứng cho thấy nguồn gốc chủ yếu của kim loại được tích lũy không phải từ phân bón trong nghiên cứu mà từ kim loại đã tích tụ sẵn trong đất trồng hay từ trong nước tưới, thuốc trừ sâu. Nghiên cứu cho thấy chế độ bón phân hiện tại đối với cây cải Đông Du ở địa phương không gây nguy cơ tối sức khỏe do tích tụ NO_3^- ; tuy nhiên chế độ bón phân, tưới nước và sử dụng thuốc trừ sâu đã làm gia tăng tích tụ kim loại trong rau ở mức độ cao hơn giới hạn quy định.

Tài liệu tham khảo

- [1] H. Yu, S. Feng, Q. Li, Insight into Nitrate-Contaminated Shallow Groundwater Using Nitrate Isotopes and Microbial Community: A Case Study of Vegetable Cultivation Area in the Huaibei Plain, China, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, Vol. 13, 2025, pp. 117780, <https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.117780>.
- [2] K. Wajid, K. Ahmad, Z. I. Khan, M. Nadeem, H. Bashir, F. Chen, I. Ugulu, Effect of Organic Manure and Mineral Fertilizers on Bioaccumulation and Translocation of Trace Metals in Maize, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, Vol. 104, 2020, pp. 649-657, <https://doi.org/10.1007/s00128-020-02841-w>.
- [3] J. Khatun, A. Intekhab, D. Dhak, Effect of Uncontrolled Fertilization and Heavy Metal Toxicity Associated with Arsenic(As), Lead(Pb) and Cadmium (Cd), and Possible Remediation, *Toxicology*, Vol. 477, 2022, pp. 153274, <https://doi.org/10.1016/j.tox.2022.153274>.
- [4] W. Sun, J. Ye, H. Lin, Q. Yu, Q. Wang, Z. Chen, Jinchuan Ma, Junwei M, Dynamic Characteristics of Heavy Metal Accumulation in Agricultural Soils after Continuous Organic Fertilizer Application: Field-scale Monitoring, *Chemosphere*, Vol. 335, 2023, pp. 139051, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139051>.
- [5] S. Ahmed, F. T. Zohra, M. M. Mahdi, M. Nurnabi, M. Z. Alam, T. R. Choudhury, Health Risk Assessment for Heavy Metal Accumulation in Leafy Vegetables Grown on Tannery Effluent Contaminated Soil, *Toxicol. Rep.*, Vol. 9, 2022, pp. 346-355, <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2022.03.009>.
- [6] G. N. Ngweme, E. K. Atibu, D. M. M. A. Salah, P. M. Muanamoki, G. M. Kiyombo, C. K. Mulaji, J. P. Otamonga, J. W. Poté, Heavy Metal Concentration in Irrigation Water, Soil and Dietary Risk Assessment of *Amaranthus viridis* Grown in Peri-urban Areas in Kinshasa, Democratic Republic of the Congo, *WEE*, Vol. 2, 2020, pp. 16-24, <https://doi.org/10.1016/j.wsee.2020.07.001>.
- [7] L. T. C. Bonten, P. F. A. M. Römkens, D. J. Brus, Contribution of Heavy Metal Leaching from Agricultural Soils to Surface Water Loads, *Environmental Forensics*, Vol. 9, No. 2-3, 2008, pp. 252-257, <https://doi.org/10.1080/15275920802122981>.
- [8] A. Kiani, K. Sharafi, A. K. Omer, B. K. Matin, R. Davoodi, B. Mansouri, H. Sharafi, H. Soleimani, T. Massahi, E. Ahmadi, Accumulation and Human Health Risk Assessment

- of Nitrate in Vegetables Irrigated with Different Irrigation Water Sources- transfer Evaluation of Nitrate from Soil to Vegetables, *Environmental Research*, Vol. 205, 2022, pp. 112527.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112527>.
- [9] A. H. Gorenjak, A. Cencič, Nitrate in Vegetables and Their Impact on Human Health, A Review, *Acta Alimentaria*, Vol. 42, No. 2, 2013, pp. 158-172, <https://doi.org/10.1556/aalim.42.2013.2.4>.
- [10] P. K. Rai, S. S. Lee, M. Zhang, Y. F. Tsang, K. H. Kim, Heavy Metals in Food Crops: Health Risks, Fate, Mechanisms, and Management, *Environment International*, Vol. 125, 2019, pp. 365-385, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.067>.
- [11] S. S. Zinia, K. H. Yang, E. J. Lee, M. N. Lim, J. Kim, W. J. Kim, C. Park, H. J. Kim, Effects of Heavy Metal Exposure During Pregnancy on Birth Outcomes, *Scientific Report*, Vol. 13, 2023, pp. 18990, <https://doi.org/10.1038/s41598-023-46271-0>.
- [12] J. A. Jorgensen, C. Choo-Kang, L. Wang, L. Issa, J. A. Gilbert, E. M. Gertrude, A. Luke, K. Bedu-Addo, T. Forrester, P. Bovet, E. V. Lambert, D. Rae, M. Argos, T. N. Kelly, R. M. Sargis, L. R. Dugas, Y. Dai, B. T. Layden, Toxic Metals Impact Gut Microbiota and Metabolic Risk in Five African-origin Populations, *Gut Microbes Reports*, Vol. 2, No. 1, 2025, pp. 1-15, <https://doi.org/10.1080/29933935.2025.2481442>.
- [13] B. J. Manegabe, T. A. M. Msagati, A. A. Ojutalayo, M. M. K. Ntabugi, J. B. Dewar, K. De Bryun, Assessment of Heavy Metals Pollution in Vegetables Grown on Irrigated Soil and Their Potential Threat to Human Health and Global Food Security, *Hygiene and Environmental Health Advances*, Vol. 14, 2025, pp. 100129, <https://doi.org/10.1016/j.heha.2025.100129>.
- [14] J. K. Anant, S. R. Inchulkar, S. Bhagat, An Overview of Copper Toxicity Relevance to Public Health, *EJPMR*, Vol. 5, 2018, pp. 232-237.
- [15] N. Rahim, A. Noor, A. Kanwal, M. M. Tahir, A. Yaqub, Assessment of Heavy Metal Contamination in Leafy Vegetables: Implications for Public Health and Regulatory Measures, *Environ. Monit. Assess.*, Vol. 196, 2024, pp. 684, <https://doi.org/10.1007/s10661-024-12855-0>.
- [16] S. Andleeb, K. U. Rehman, A. Mahmood, M. F. Elsadek, N. U. Safa, D. S. Hussein, M. M. E. E. Din, Human Health Risk Hazards by Heavy Metals through Consumption of Vegetables Cultivated by Wastewater, *J. King. Saud. Univ. Sci.*, Vol. 35, 2023, pp. 102467, <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102467>.
- [17] A. Zwolak, M. Sarzyn'ska, E. Szpyrka, K. Stawarczyk, Sources of Soil Pollution by Heavy Metals and Their Accumulation in Vegetables: A Review, *Water Air Soil Pollut.*, Vol. 230, 2029, pp. 164-173, <https://doi.org/10.1007/s11270-019-4221-y>.
- [18] M. I. Atta, S. S. Zehra, D. Q. Dai, H. Ali, K. Naveed, I. Ali, M. Sarwar, B. Ali, R. Iqbal, S. Bawazeer, U. K. A. Hameed, I. Ali, Amassing of Heavy Metals in Soils, Vegetables and Crop Plant Irrigated with Wastewater: Health Risk Assessment of Heavy Metals in Dera Ghazi khan, Punjab, Pakistan, *Front. Plant Sci.*, Vol. 13, 2023, pp. 1080635, <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1080635>.
- [19] E. O. Mendoza, V. Camel, L. Yallico, V. Q. Coquil, R. Cosme, Effect of Fertilization on the Accumulation and Health Risk for Heavy Metals in Native Andean Potatoes in the Highlands of Perú, *Toxicology Reports*, Vol. 12, 2024, pp. 594-606, <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2024.05.006>.
- [20] O. Zayed, O. A. Hewedy, A. Abdelmoteleb, M. Ali, M. F. Youssef, A. F. Roumia, Z. C. Yuan, Nitrogen Journey in Plants: from Uptake to Metabolism, Stress Response, and Microbe Interaction, *Biomolecules*, Vol. 13, No. 10, 2023, pp. 1443, <https://doi.org/10.3390/BIOM13101443>.
- [21] M. Tegeder, C. M. Daubresse, Source and Sink Mechanisms of Nitrogen Transport and Use, *New Phytologist*, Vol. 217, No. 1, 2018, pp. 35-53, <https://doi.org/10.1111/NPH.14876>.
- [22] G. Colla, H. J. Kim, M. C. Kyriacou, Y. Roupheal, Nitrate in Fruits and Vegetables, *Sci. Hortic.*, Vol. 237, 2018, pp. 221-238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.016>.
- [23] F. Branca, E. Cartea, Brassica, In: Kole C. (ed.), *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Oilseeds*, Springer, Heidelberg, Dordrecht, London, New York, pp. 17-36, https://doi.org/10.1007/978-3-642-14871-2_2.
- [24] M. Jalali, A. Meyari, Heavy Metal Contents, Soil-to-plant Transfer Factors, and Associated Health Risks in Vegetables Grown in Western Iran, *J. Food Compos. Anal.*, Vol. 106, 2022, pp. 104316, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104316>.
- [25] B. Yargholi, A. A. Azimi, A. Baghvand, A. M. Liaghat, G. A. Fardi, Investigation of Cadmium Absorption and Accumulation in Different Parts of Some Vegetables, *Am. J. Agric. Environ. Sci.*, Vol. 3, 2008, pp. 357-364.
- [26] D. C. Cuch, A. A. Niklas, L. D. Olesen, H. Amlund, J. J. Sloth, Nitrite, Nitrate and N-

- nitrosamine Occurrence in Processed Nitrate Accumulating Vegetables Stored under Different Conditions, Food Chemistry, Vol. 493, 2025, pp. 145631,
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.145631>.
- [27] J. R. Caicedo, N. P. V. Steen, O. Arce, H. J. Gijzen, Effect of Total Ammonia Nitrogen Concentration and pH on Growth Rate of Duckweed (*Spirodela polyrrhiza*), Water Res., Vol. 34, No. 15, 2000, pp. 3829-3835,
[https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00128-7](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00128-7).
- [28] H. Frick, A. Oberson, E. Frossard, E. K. Bünemann, Leached Nitrate Under Fertilised Loamy Soil Originates Mainly from Mineralisation of Soil Organic N, Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 338, 2022, pp. 108093,
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108093>.
- [29] K. Kano, H. Kitazawa, K. Suzuki, A. Widiastuti, H. Odani, S. Zhou, Y. D. Chinta, Y. Eguchi, M. Shinohara, T. Sato, Effects of Organic Fertilizer on Bok Choy Growth and Quality in Hydroponic Cultures, Agronomy, Vol. 11, No. 3, 2021, pp. 491,
<https://doi.org/10.3390/agronomy11030491>.
- [30] Y. Zhang, J. Zhang, J. Zhang, H. Li, C. Li, X. Wang, Effects of the Application of Organic Fertilizers on the Yield, Quality, and Soil Properties of Open-Field Chinese Cabbage (*Brassica rapa spp. pekinensis*) in China: A Meta-Analysis, Agronomy, Vol. 14, No. 11, 2024, pp. 2555,
<https://doi.org/10.3390/agronomy14112555>.
- [31] H. Cao, J. Chen, J. Zhang, H. Zhang, L. Qiao, Y. Men, Heavy Metals in Rice and Garden Vegetables and Their Potential Health Risks to Inhabitants in the Vicinity of an Industrial Zone in Jiangsu, China, J. Environ. Sci., Vol. 22, No. 11, 2010, pp. 1792-1799,
[https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(09\)60321-1](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(09)60321-1).
- [32] K. Sharafi, A. K. Omer, B. Mansouri, T. Massahi, H. Soleimani, M. Moradi, K. Parnoon, G. Ebrahimzadeh, Transfer of Heavy Metals from Soil to Vegetables: A Comparative Assessment of Different Irrigation Water Sources, Heliyon, Vol. 10, 2024, pp. 32575,
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32575>.