

Thẩm định phương pháp xác định hàm lượng chì và cadmi trong hoa đậu biếc (*Clitoria ternatea*) tại quận Cái Răng, thành phố Cần Thơ bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử AAS

Nguyễn Kim Đông*, Phạm Huyền Trang, Nguyễn Văn Bá,
Hà Phương Thảo, Nguyễn Thị Thu Thảo, Võ Thị Kiên Hảo, Lê Nguyễn Tường Vi
Khoa Sinh học ứng dụng, Trường Đại học Tây Đô, Cần Thơ, Việt Nam

(Ngày đến tòa soạn: 26/06/2022; Ngày chấp nhận đăng: 24/09/2022)

Tóm tắt

Hàm lượng cadmi (Cd), chì (Pb) được xác định trong mẫu hoa đậu biếc bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS). Thẩm định phương pháp được tiến hành thông qua xác nhận các thông số như khoảng tuyến tính, giới hạn phát hiện (LOD), giới hạn định lượng (LOQ), độ thu hồi, độ lặp lại và độ chụm trung gian. Kết quả thẩm định cho thấy LOD của Cd, Pb lần lượt là 1,20 và 6,20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, trong khi đó LOQ của Cd, Pb lần lượt là 4,01 và 20,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Độ thu hồi của Cd là 96 - 98% và Pb là 98 - 100%. Độ lệch chuẩn lặp lại tương đối (RSD_r) của Cd, Pb lần lượt trong khoảng 1,50 - 2,50% và 1,90 - 2,13%. Trong khi đó, độ chụm trung gian của Cd, Pb lần lượt là 2,02% và 1,97%. Khoảng làm việc của phương pháp là 0,2 - 4 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Cd) và 3 - 30 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Pb) với các phương trình đường chuẩn đều có hệ số tương quan $R^2 \geq 0,995$. Phương pháp định lượng Cd, Pb bằng quang phổ hấp thụ nguyên tử là chính xác và có độ tin cậy cao, được sử dụng để phân tích các mẫu hoa đậu biếc thu thập ở quận Cái Răng, thành phố Cần Thơ.

Từ khóa: thẩm định, kim loại nặng, GF-AAS, chì, cadmi, hoa đậu biếc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tất cả các nền văn minh và văn hóa đều quen thuộc với việc sử dụng các loại thảo mộc trong y học, mỹ phẩm, dinh dưỡng và làm đẹp [1-3]. Hoa đậu biếc (*Clitoria ternatea*) là loại thực vật có hoa thuộc họ đậu. Hoa đậu biếc chứa lượng anthocyanins cao so với hoa hồng và quả thanh long [4]. Các anthocyanin được tìm thấy trong tự nhiên là nguồn hữu ích cho ngành công nghiệp chất tạo màu thực phẩm vì nó có thể tạo ra màu sắc rực rỡ cho sản phẩm [5]. Hoa đậu biếc có nguồn gốc từ khu vực Đông Nam Á, những vùng khí hậu nhiệt đới, có khí hậu nóng ẩm, từ lâu được ứng dụng như một chất giải lo âu và giúp tăng cường trí nhớ. Ở Việt Nam, hoa đậu biếc được trồng và sử dụng rộng rãi như nước trà và chất tạo màu trong thực phẩm. Tuy nhiên, các kim loại nặng như chì và cadmi có thể tích tụ trong quá trình phát triển của hoa đậu biếc và gây hại cho sức khỏe con người khi sử dụng. Chì (Pb) có đặc tính

*Điện thoại: 0859783737

Email: nkdong@tdu.edu.vn

gây ung thư, làm suy yếu cả hệ hô hấp, hệ thống tiêu hóa và ức chế hệ thống miễn dịch. Kim loại này đặc biệt có hại ở trẻ em, làm tổn hại đến trí tuệ và hệ thần kinh [6]. Cadmi (Cd) là chất gây ung thư, gây độc cho thận, tế bào, gen, miễn dịch [7]. Phép đo quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS) là một trong những kỹ thuật được biết đến nhiều nhất để xác định kim loại nặng bao gồm Cd và Pb [8-9]. Sự hiện diện của Cd và Pb trong các loại thảo mộc truyền thống đã được báo cáo [8]. Tuy nhiên, không có báo cáo nào liên quan đến việc xác định Cd và Pb trong hoa đậu biếc. Do đó, nghiên cứu này đã thực hiện thẩm định các điều kiện phân tích Cd và Pb trong hoa đậu biếc bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử nhiệt điện GF-AAS.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các kim loại nặng bao gồm Cd và Pb trong các mẫu hoa đậu biếc khô được thu mua tại chợ truyền thống Quận Cái Răng, Thành Phố Cần Thơ.

2.2. Hóa chất, chất chuẩn

Các acid HCl 6M và HNO₃ 0,1N được chuẩn bị bằng cách pha loãng các dung dịch acid đậm đặc tương ứng (Merck). Nước khử ion có điện trở suất 18,2 MΩ-cm (Milli-Q Millipore). Dung dịch chuẩn gốc (1000 mg/L) được mua từ Merck (Darmstadt, Đức) ở dạng Cd(NO₃)₂ và Pb(NO₃)₂. Các dung dịch chuẩn làm việc được chuẩn bị bằng cách pha loãng chất chuẩn gốc và chất chuẩn trung gian. Các dung dịch chuẩn làm việc của Cd trong khoảng 0,2 - 4 µg/L và Pb trong khoảng 3 - 30 µg/L được chuẩn bị trong dung dịch acid nitric 0,1 M.

2.3. Thiết bị

Máy quang phổ hấp thụ nguyên tử AA-7000 với lò điện GFA-7000 và bộ hút mẫu tự động ASC-7000 của Shimadzu. Cân phân tích HT224R- Nhật (220g/0,1mg). Lò nung FO200 Yamato-Nhật. Bếp điện DLD 101- Trung Quốc.

2.4. Phương pháp nghiên cứu

2.4.1. Phương pháp lấy mẫu

Hoa đậu biếc khô bán sẵn trên thị trường, các mẫu được nghiền và đồng nhất sau đó thực hiện phân tích xác định hàm lượng Cd và Pb.

2.4.2. Phương pháp phân tích

Mẫu được đồng nhất, cân 5 g chính xác đến 0,1 mg mẫu vào chén sứ có nắp đậy. Than hóa mẫu trên bếp điện trong thời gian 2 - 3 giờ hoặc đến khi không còn khói đen bốc lên. Chuyển chén sứ vào lò nung, tăng nhiệt độ lò từ từ đến khi đạt 450°C. Giữ nhiệt độ này ít nhất là 8 giờ. Hạ nhiệt độ lò nung xuống, để nguội và lấy chén sứ ra. Nếu mẫu chưa trắng, thêm 1 - 2 mL nước vào chén sứ, đun nhẹ trên bếp điện cho khô mẫu. Đặt chén sứ trở lại lò nung, tăng nhiệt độ lên lại mức nhiệt 450°C. Giữ nhiệt độ này khoảng 1 - 2 giờ, lặp lại thao tác này cho đến khi tro của mẫu trắng/xám hoặc sáng màu. Tắt lò nung, để nguội mẫu về nhiệt độ phòng. Thêm 5 mL dung dịch HCl 6 M vào chén sứ, sau đó làm bay hơi trên bếp

điện. Thêm vào chén 10 - 30 mL HNO₃ 0,1 N, khuấy cho tan cặn, nếu không tan có thể đun nhẹ trên bếp. Sau đó, chuyển toàn bộ dung dịch trong chén vào bình định mức 50 mL. Định mức đến vạch bằng HNO₃ 0,1N, lọc và phân tích trên AAS.

2.4.3. Điều kiện phân tích

Các điều kiện phân tích nguyên tố Cd, Pb trên thiết bị GF-AAS được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Điều kiện phân tích các nguyên tố Cd, Pb trên thiết bị GF-AAS

	<i>Cd</i>	<i>Pb</i>
Cường độ đèn	8 mA	10 mA
Bước sóng	228,8 nm	283,3 nm
Chế độ đèn	BGC-D2	BGC-D2
Khe	0,7 nm	0,7 nm
Thể tích mẫu	10 µl	10 µl
Nhiệt độ nguyên tử hóa	2000 °C	2000 °C

2.4.4. Phương pháp thẩm định

Thẩm định phương pháp phân tích được thực hiện theo hướng dẫn của ICH thông qua khoảng làm việc của đường chuẩn, giới hạn phát hiện (LOD), giới hạn định lượng (LOQ), độ thu hồi, độ lặp lại và độ chụm trung gian [10-13].

2.4.5. Phương pháp xử lý số liệu

Dữ liệu thu được từ phân tích được xử lý thống kê dựa trên phần mềm Excel và SPSS 20.

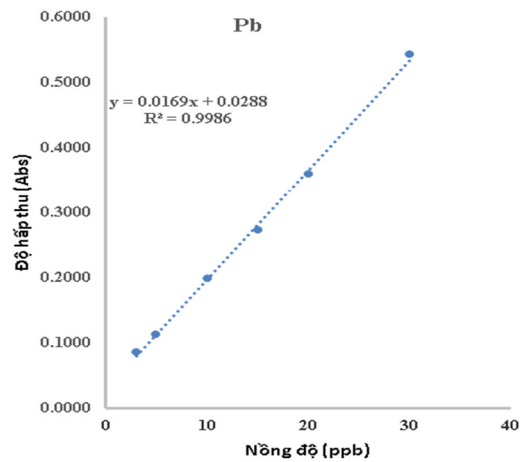
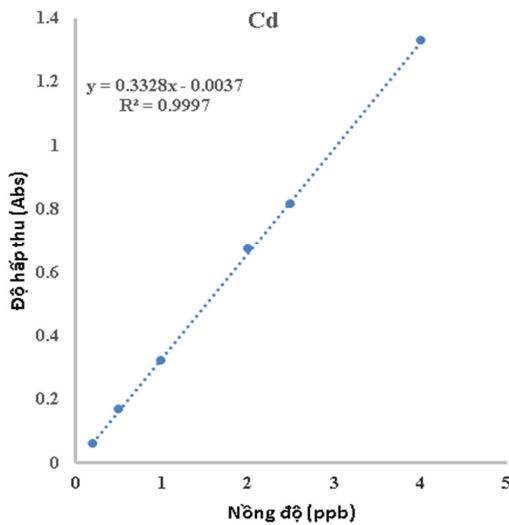
3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Khoảng làm việc của đường chuẩn

Đường chuẩn là yếu tố quyết định sự chính xác của kết quả phân tích, do đó nếu trong quá trình xây dựng đường chuẩn mắc những sai số lớn sẽ cho kết quả có độ tin cậy không cao. Đường chuẩn: $y = ax + b$, được xác định bằng cách sử dụng các dung dịch chuẩn, trong đó y là độ hấp thụ và x là nồng độ đã biết của dung dịch chuẩn. Các khoảng nồng độ được sử dụng là Cd: 0,2; 0,5; 1; 2; 2,5; 4,0 µg/L và Pb: 3; 5; 10; 15; 20; 30 µg/L. Một mối quan hệ tuyến tính tồn tại cho cả hai phương trình hồi quy của Cd và Pb với hệ số R² trong Bảng 2. Theo Trần Cao Sơn *et al.*, 2012[14] đường chuẩn đạt yêu cầu khi hệ số tương quan hồi quy R² đáp ứng $0,995 \leq R^2 \leq 1$. Kết quả khảo sát khoảng làm việc của Cd và Pb thấy rằng Cd có R² = 0,9997 và Pb có R² = 0,9986, điều này chỉ ra có một mối tương quan tuyến tính tốt giữa độ hấp thụ và nồng độ chất phân tích tương ứng trong khoảng khảo sát.

Bảng 2. Đánh giá đường chuẩn làm việc của phương pháp

STT	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	Nồng độ µg/L	STT	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Trung bình	Nồng độ µg/L
1	0,0611	0,0595	0,0606	0,0604	0,2	1	0,0876	0,0842	0,0856	0,0858	3
2	0,1669	0,1706	0,1689	0,1688	0,5	2	0,1111	0,1147	0,1132	0,1130	5
3	0,3339	0,3108	0,3225	0,3224	1	3	0,2009	0,1951	0,1983	0,1981	10
4	0,6911	0,6564	0,6739	0,6738	2	4	0,2702	0,2761	0,2733	0,2732	15
5	0,7753	0,8600	0,8181	0,8178	2,5	5	0,3566	0,3556	0,3687	0,3603	20
6	1,2740	1,3841	1,3295	1,3292	4	6	0,5346	0,5491	0,5417	0,5418	30
Độ dốc a					0,3328	Độ dốc a					0,0169
Hằng số b					- 0,0037	Hằng số b					0,0288
R ²					0,9997	R ²					0,9986
Phương trình đường chuẩn y = 0,3328x - 0,0037						Phương trình đường chuẩn y = 0,0169x + 0,0288					



Hình 1. Mối quan hệ giữa nồng độ (x) và các giá trị độ hấp thụ tương ứng (y) của Cd, Pb

3.2. Giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ)

LOD và LOQ được định nghĩa là nồng độ thấp nhất của chất phân tích có thể được phát hiện và định lượng với mức độ chính xác có thể chấp nhận được [15]. Để xác định LOD và LOQ, tiến hành đo 12 mẫu trắng ghi nhận độ hấp thụ và tính toán LOD và LOQ theo công thức sau:

$$LOD = \frac{3SD}{a}$$

$$LOQ = 3,3xLOD$$

Trong đó SD là độ lệch chuẩn và a là hệ số góc của đường chuẩn. Giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ) được tính toán dựa trên độ lệch chuẩn (SD) và hệ số góc (a) của đường chuẩn. Giới hạn phát hiện của Cd, Pb trong dung dịch phân tích lần lượt là 0,12 µg/L và 0,62 µg/L, tương ứng với LOD của Cd, Pb trong mẫu thực là 1,20 µg/kg và 6,20 µg/kg. Từ đó, giới hạn định lượng của Cd, Pb trong dung dịch phân tích là 0,40 µg/L và 2,05 µg/L, tương ứng với LOQ trong mẫu thực lần lượt là 4,0 µg/kg và 20,5 µg/kg. Giới hạn định lượng này đáp ứng tốt yêu cầu kiểm soát hàm lượng Cd và Pb trong các mẫu hoa đậu biếc theo quy định hiện hành.

Bảng 3. Giới hạn phát hiện LOD, LOQ của Cd và Pb trong các mẫu hoa đậu biếc

Thông số	Cd	Pb
LOD (µg/kg)	1,20	6,20
LOQ (µg/kg)	4,01	20,5

3.3. Độ lặp lại, độ chụm trung gian

Độ chính xác thường được đánh giá dựa trên giá trị của độ lệch chuẩn tương đối (RSD) của một tập hợp dữ liệu. Các đánh giá được thực hiện bằng cách xác định RSD theo điều kiện của độ lặp lại và độ chụm trung gian (ngày đo khác nhau). Độ lặp lại được đánh giá bằng cách phân tích 10 dung dịch mẫu trắng được bổ sung thêm các dung dịch chuẩn của Cd ở nồng độ 2 µg/L và Pb có nồng độ 10 µg/L, mỗi dung dịch, trong các điều kiện tương tự (ngày, máy phân tích, dụng cụ, mẫu). Độ lặp lại của phương pháp có độ lệch chuẩn tương đối (RSD) quan sát được là 1,50 - 2,50% đối với Cd, 1,90 - 2,13% đối với Pb. Độ chụm trung gian có độ lệch chuẩn tương đối (RSD) là 2,02% (Cd) và 1,97% (Pb). Theo tiêu chuẩn đánh giá của AOAC, đối với nồng độ chất phân tích trong khoảng 100 µg/kg thì %RSD cho phép là 15%. Như vậy, độ lặp lại và độ chụm trung gian thu được là phù hợp.

Bảng 4. Kết quả khảo sát độ lặp lại và độ chụm trung gian của phương pháp định lượng

Ngày	Nồng độ chuẩn thêm vào (µg/L)	Nồng độ tính toán (µg/L)	Hàm lượng mẫu thực (µg/kg)	RSD %		
				Độ lặp lại	Độ chụm trung gian	
Cd	1	2	2,02 ± 0,03	20,0 ± 0,30	1,50	2,02
	2	2	1,99 ± 0,05	19,9 ± 0,50	2,50	
	3	2	2,00 ± 0,04	20,0 ± 0,40	2,00	
Pb	1	10	9,84 ± 0,21	98,4 ± 2,10	2,13	1,97
	2	10	9,78 ± 0,19	97,8 ± 1,94	2,00	
	3	10	9,86 ± 0,19	98,6 ± 1,90	1,90	

3.4. Độ thu hồi

Xác định độ thu hồi (%) bằng cách tính toán lượng chất chuẩn của chất cần phân tích thêm vào nền mẫu thực không chứa chất phân tích (mẫu trắng). Lượng chất chuẩn thêm vào Cd 2, 5, 10 µg/kg; Pb 50, 100, 150 µg/kg. Tại mỗi mức nồng độ, tiến hành phân tích 10 lần

lặp lại trong cùng điều kiện khảo sát. Kết quả được trình bày trong Bảng 5 cho thấy độ thu hồi thu được trong khoảng 96 - 98% đối với Cd và 98 - 100% của Pb. Theo AOAC khoảng phần trăm thu hồi chấp nhận được là 70 - 110% đối với mức chất phân tích từ 1 - 10 µg/kg và 80 - 110% với chất phân tích từ 10 -100 µg/kg.

Bảng 5. Khảo sát độ thu hồi của phương pháp định lượng Cd, Pb

	Nồng độ thêm vào thực tế (µg/kg)	Nồng độ thêm vào tính toán (µg/kg)	Thu hồi %	RSD (%)
Cd	2	1,92 ± 0,10	96	5,20
	5	4,91 ± 0,12	98	2,44
	10	9,76 ± 0,12	98	1,22
Pb	50	50,0 ± 1,16	100	2,32
	100	98,8 ± 1,73	99	1,75
	150	147 ± 2,75	98	1,87

3.5. Áp dụng

Phương pháp phân tích trên được áp dụng để xác định Cd, Pb trong hoa đậu biếc khô thu thập trên địa bàn ở Quận Cái Răng, Thành phố Cần Thơ. Kết quả xác định hàm lượng Cd, Pb trong hoa đậu biếc được thể hiện trong Bảng 6 cho thấy đều không phát hiện Cd, Pb trong các mẫu khảo sát. Dựa theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 8-2:2011/BYT, mức tối đa Cd, Pb cho phép trong rau khô lần lượt là 0,2 mg/kg, 0,3 mg/kg. Kết quả khảo sát sơ bộ này chứng tỏ các mẫu hoa đậu biếc trên địa bàn quận Cái Răng, thành phố Cần Thơ hầu như ít nguy cơ ô nhiễm kim loại nặng độc hại Cd và Pb.

Bảng 6. Hàm lượng Cadmi, Chì, trong hoa đậu biếc trên thị trường

Mẫu	Cd (µg /kg)	Pb (µg /kg)
ST1	KPH	KPH
ST2	KPH	KPH
ST3	KPH	KPH
ST4	KPH	KPH
ST5	KPH	KPH
ST6	KPH	KPH
ST7	KPH	KPH
ST8	KPH	KPH
ST9	KPH	KPH
ST10	KPH	KPH
ST11	KPH	KPH
ST12	KPH	KPH
ST13	KPH	KPH

- KPH: không phát hiện

4. KẾT LUẬN

Phương pháp định lượng Cd, Pb trong hoa đậu biếc khô trên máy quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS) đã được tối ưu và thẩm định thông qua các thông số như khoảng tuyến tính, giới hạn phát hiện (LOD), giới hạn định lượng (LOQ), độ thu hồi, độ lặp lại và độ chụm trung gian. Kết quả cho thấy phương pháp có thể sử dụng để phân tích và đánh giá hàm lượng Cd, Pb trong hoa đậu biếc.

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Khoa Sinh học Ứng dụng Trường Đại học Tây Đô đã tạo điều kiện thuận lợi về cơ sở vật chất, trang thiết bị để nghiên cứu này được hoàn thành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. M. Senica, F. Stampar, and M. M. Petkovsek, "Different extraction processes affect the metabolites in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L. subsp. *edulis*) food products," *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 43, no. 6, pp. 576-585, 2019.
- [2]. B. C. Senkal, T. Uskutoglu, and C. Cesur, "Determination of essential oil components, mineral matter, and heavy metal content of *Salvia virgata* Jacq. grown in culture conditions," *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 43, no.4, pp.395-404, 2019.
- [3]. M. K. Gecer, T. Kan, M. Gundogdu, S. Ercisli, and G. Ilhan, "Physicochemical characteristics of wild and cultivated apricots (*Prunus armeniaca* L.) from Aras valley in Turkey," *Genetic Resources and Crop Evolution*, vol. 67, pp. 935-945, 2020.
- [4]. T. Suppadit, N. Sunthorn, and P. Pongsuk, "Use of anthocyanin extracted from natural plant materials to develop a pH test kit for measuring effluent from animal farms," *African Journal of Biotechnology*, vol. 10, no. 82, pp. 19109-19118, 2011.
- [5]. Y. Tanaka, F. Brugliera, and S. Chandler, "Recent Progress of Flower Colour Modification by Biotechnology," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 10, no. 12, pp. 5350- 5369, 2009.
- [6]. M.A. Ademoroti, C.M.A, "Environmental Chemistry and Toxicology," 1st Edn., *Foludex Press Ltd., Ibadan, Nigeria*, 1996.
- [7]. S. Butaciu, T.Frentiu, M.Senila, E.Darvasi, S.Cadar, M.Ponta, D.Petreus, R.Etz, M.Frentiu, "Determination of Cd in food using electrothermal vaporization capacitively coupled plasma micro torch optical emission micro spectrometer, Compliance with European legislation and comparison with graphite furnace atomic absorption spectrometry," *Food Control*, vol. 61, pp. 227-234, 2016.
- [8]. E. D. Caldas, and L. L. Machado, "Cadmium, mercury and lead in medicinal herbs in Brazil," *Food and Chemical Toxicology*, vol. 42, no. 4, pp. 599-603, 2004.
- [9]. G. Garcia-Rico, J. Leyva-Perez, and M. E. Jara-Marini, "Content and daily intake of copper, zinc, lead, cadmium, and mercury from dietary supplements in Mexico," *Food and Chemical Toxicology*, vol. 45, no. 9, pp. 1599-1605, 2007.
- [10]. J. C. Miller, and J. N. Miller, "Statistics for Analytical Chemistry," Ellis Horwood Limited, 1988.

- [11]. International Conference on Harmonisation (ICH), "Validation of Analytical Procedure: Test and Methodology," *International Conference on Harmonization*, Geneva. 2005.
- [12]. International Conference on Harmonisation (ICH), "Validation of Analytical Procedures: Consensus Guidelines," *ICH Harmonized Tripartite Guidelines*, 1994.
- [13]. International Conference on Harmonisation (ICH), "Validation of Analytical Procedures: Methodology. Consensus Guidelines," *ICH Harmonized Tripartite Guidelines*, 1996.
- [14]. T. C. Son, P. X. Da, L. T. H. Hao, N. T. Trung, "Validation methods in analytical chemistry and microbiology," *National Institute for Food Control*. 2010.
- [15]. A. G. Gonzalez, and M. A. Herrador, "A practical guide to analytical method validation, including measurement uncertainty and accuracy profiles," *Trends in Analytical Chemistry*, vol. 26, no. 3, pp. 227-238, 2007.

Validation of methods for determination of lead and cadmium content in butterfly pea flowers (*Clitoria ternatea*) in the Cai Rang district, Can Tho city by atomic absorption Spectrophotometer AAS

**Nguyen Kim Dong, Pham Huyen Trang, Nguyen Van Ba,
Ha Phuong Thao, Vo Thi Kien Hao, Le Nguyen Tuong Vi**

Department of Applied Biology, Tay Do University, Can Tho, Vietnam

Abstract

The content of cadmium (Cd), lead (Pb) was determined in butterfly pea flower samples by atomic absorption Spectrophotometer (AAS). Method validation was evaluated through of parameters such as linear range, the limit of detection (LOD), the limit of quantitation (LOQ), recovery, repeatability, and intermediate precision. The validation results showed that the LOD of Cd, Pb were 1.20 and 6.20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectively, while the LOQ of Cd and Pb were 4.01 and 20.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectively. The recovery of Cd is 96 - 98% and Pb is 98 - 100%. The relative repeat standard deviation (RSD_r) of Cd, Pb is in the range of 1.50 - 2.50% and 1.90 - 2.13%, respectively. Meanwhile, the intermediate precision of Cd, Pb is 2.02% and 1.97%, respectively. The working range of the method is 0.2 - 4 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Cd) and 3 - 30 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Pb) with the standard curve equations having the correlation coefficient $R^2 \geq 0.995$. The quantitative method of Cd, Pb by atomic absorption Spectrophotometer is accurate and highly reliable, used to analyze butterfly pea flower samples collected in Cai Rang district, Can Tho city.

Keywords: validation, heavy metals, GF-AAS, lead, cadmium, butterfly pea flower.