

Nghiên cứu và đánh giá sự tích lũy một số kim loại nặng trong trầm tích hồ Trị An

Nguyễn Thị Vân

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên
Luận văn Thạc sĩ ngành: Hóa Phân tích; Mã số: 60 44 29
Người hướng dẫn: TS. Vũ Đức Lợi
Năm bảo vệ: 2011

Abstract: Nghiên cứu hàm lượng tổng và hàm lượng các dạng liên kết của các kim loại Cu, Pb, Zn trong trầm tích hồ Trị An bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử (AAS). Xác định tuổi trầm tích. So sánh sự khác biệt về hàm lượng kim loại nặng trong mẫu trầm tích mới và mẫu nền đất cũ của hồ. Trình bày sự phân bố hàm lượng kim loại theo tuổi trầm tích. Nêu lên sự tương quan giữa hàm lượng các kim loại Cu, Pb, Zn với nhau. Đánh giá nguy cơ ô nhiễm kim loại nặng trong trầm tích hồ Trị An dựa vào một số chỉ số và tiêu chuẩn chất lượng trầm tích.

Keywords: Hóa phân tích; Kim loại nặng; Hóa học; Hồ Trị An; Trầm tích

Content

Kim loại nặng luôn là một trong những chất gây ô nhiễm nghiêm trọng trong môi trường bởi độc tính, tính bền vững và khả năng tích lũy sinh học của chúng. Trong môi trường nước, kim loại chỉ tồn tại một lượng nhỏ trong nước và phần lớn nằm trong trầm tích. Do đó, trầm tích được xem là một chỉ thị quan trọng đối với sự ô nhiễm môi trường nước.

Hồ Trị An là một trong những hồ chứa lớn nhất miền Đông Nam Bộ, khai thác tổng hợp nguồn nước phục vụ phát điện, cung cấp nước cho các hoạt động nông nghiệp, công nghiệp, nước phục vụ sinh hoạt cho người dân. Hiện nay, hồ Trị An đang bị ô nhiễm ở mức độ nhẹ do tác động của các hoạt động nuôi trồng thủy sản, nước thải sinh hoạt và đặc biệt là nước thải công nghiệp với nhiều thành phần nguy hại, trong đó có các kim loại nặng.

Trên cơ sở các vấn đề nêu trên, trong luận văn này, chúng tôi nghiên cứu xác định hàm lượng tổng và các dạng liên kết của ba kim loại Cu, Pb, Zn trong mẫu cốt trầm tích hồ Trị An theo quy trình chiết liên tục và xác định bằng phương pháp phổ hấp thụ nguyên tử (AAS).

Tuổi của các mẫu trầm tích được bằng phương pháp đồng vị phóng xạ thông qua đồng vị ^{210}Pb nhằm đánh giá mức độ tích lũy kim loại nặng trong trầm tích hồ trước và sau khi xây dựng thủy điện Trị An.

Luận văn đã thu được một số kết quả như sau:

1. Các mẫu trầm tích có tuổi trong khoảng năm 2010 đến năm 1988.
2. Hàm lượng tổng các kim loại trong mẫu trầm tích đối với Cu, Pb và Zn tương ứng là 14 – 50 mg/kg; 19 – 50 mg/kg; 52 – 125 mg/kg.

Mẫu trầm tích mới có hàm lượng lớn hơn mẫu nền đất cũ của hồ (Cu: 42,10 và 24,60 mg/kg; Pb: 43,99 và 28,00 mg/kg; Zn: 101,75 và 73,20 mg/kg). Kết trên cho thấy có sự tích lũy kim loại nặng trong trầm tích hồ hiện nay so với trước khi xây dựng hồ thủy điện Trị An.

Có mối tương quan tốt giữa hàm lượng tổng của các kim loại với tuổi trầm tích. Mẫu trầm tích có tuổi càng trẻ thì hàm lượng kim loại càng cao. Kết quả này cho thấy xu hướng gia tăng tích lũy các kim loại trong mẫu trầm tích theo thời gian.

3. Hàm lượng kim loại trong trầm tích được phân bố theo quy luật sau: dạng trao đổi (0,17% - 2,07%) < dạng liên kết với cacbonat (0,99% - 8,93%) < dạng liên kết với hữu cơ (3,94% - 11,50%) < dạng liên kết với Fe-Mn oxit (5,20% - 21,69%) < dạng cặn dư (57,69% - 89,23%). Kết quả này chỉ ra rằng cả ba kim loại tồn tại chủ yếu ở dạng cặn dư, là dạng liên kết bền với trầm tích, chỉ có một phần nhỏ của kim loại tổng số có khả năng tích lũy sinh học (tồn tại trong dạng trao đổi và liên kết với cacbonat).

So sánh tổng hai dạng này trong hai loại mẫu trầm tích cho thấy mẫu trầm tích mới có thành phần lớn hơn mẫu nền và có xu hướng cũng giảm dần khi tuổi trầm tích tăng. Do đó, có thể nhận định rằng mẫu trầm tích mới có khả năng tích lũy sinh học cao hơn mẫu nền đất cũ của hồ.

4. Đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại nặng Cu, Pb, Zn trong trầm tích hồ Trị An bằng chỉ số tích lũy địa chất I_{geo} và năm tiêu chuẩn chất lượng trầm tích (CBSQG, Canada SQG, U.S EPA SQG, Ontario SQG, New York SQG) cho thấy trầm tích hồ mới bị ô nhiễm ở mức độ nhẹ đến trung bình.

Chỉ số đánh giá rủi ro RAC (tính bằng tổng phần trăm của dạng trao đổi và dạng liên kết với cacbonat) của ba kim loại đều chưa vượt quá 10%, tức là mức độ rủi ro ở ngưỡng thấp. Mức độ rủi ro của ba kim loại tăng dần theo thứ tự: Cu (RAC=3,26%) < Zn (RAC=4,69%) < Pb (RAC=9,12%). Như vậy, mặc dù hàm lượng tổng của Cu và Pb trong mẫu trầm tích không khác nhau nhiều (hàm lượng trung bình: Cu - 42,102 mg/kg và Pb -

43,992 mg/kg) nhưng tiềm năng lan truyền ô nhiễm và tích lũy sinh học của Pb cao hơn Cu do thành phần lớn hơn của dạng trao đổi và cacbonat của Pb.

References

Tài liệu tiếng Việt:

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2006), *Báo cáo môi trường quốc gia 2006, Hiện trạng môi trường nước ba lưu vực sông Cầu, Nhuệ - Đáy, hệ thống sông Đòng Nai*.
2. Thanh Cảnh (2010), “Ngăn ngừa ô nhiễm hồ Trị An và hạ lưu sông Đòng Nai”, *Thông tin Khoa học và Công nghệ*, 109(03/2010), trang 34-35.
3. Phùng Tiến Đạt, Nguyễn Văn Hải, Nguyễn Văn Nội (2006), *Cơ sở hóa học môi trường*, NXB Đại học Sư phạm.
4. Huỳnh Thị Minh Hằng, Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Văn Dũng (2006), “Quản lý thống nhất và tổng hợp các nguồn thải gây ô nhiễm trên lưu vực hệ thống sông Đòng Nai”, *Tạp chí phát triển Khoa học và Công nghệ*, tập 9, Môi trường và Tài nguyên, trang 5-17.
5. Trần Tứ Hiếu, Từ Vọng Nghi, Nguyễn Văn Ri, Nguyễn Xuân Trung (2003), *Hóa học phân tích phần 2: Các phương pháp phân tích công cụ*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Trần Tứ Hiếu, Tạ Thị Thảo, Nguyễn Thị Hải Yến, Tống Thị Hải Liên (2010), “Phân tích đánh giá tổng hàm lượng các kim loại nặng trong nước, trầm tích và động vật thủy sinh khu vực Hồ Tây - Hà Nội”, *Tạp chí Hóa, Lý và Sinh học*, tập 15(4), trang 245 - 249.
7. Cao Văn Hoàng, Nguyễn Thị Liễu, Trịnh Xuân Giản, Trịnh Anh Đức, Từ Vọng Nghi, Nguyễn Văn Hợp, Bùi Tuấn Minh (2010), “Xác định siêu vết Pb(II) trong nước tự nhiên bằng phương pháp von-ampe hòa tan anốt, sử dụng điện cực nano cacbon paste biến tính”, *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, tập 15(4), trang 75-81.
8. Thùy Liên (2009), “Quản lý khai thác hợp lý hồ Trị An”, *Thông tin khoa học và công nghệ*, số 02/2009, trang 20-21.
9. Vũ Đức Lợi, Nguyễn Thanh Nga, Trịnh Anh Đức, Phạm Gia Môn, Trịnh Hồng Quân, Dương Tuấn Hưng, Trần Thị Lệ Chi và Dương Thị Tú Anh (2010), “Phân tích dạng một số kim loại nặng trong trầm tích thuộc lưu vực sông Nhuệ và Đáy”, *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, tập 15(4), trang 26-32.

10. Phạm Luận (1998), *Cơ sở lý thuyết của phương pháp phân tích phổ huỳnh quang*, Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.
11. Phạm Luận (1994), *Giáo trình phương pháp phân tích phổ hấp thụ phân tử UV-VIS*, Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.
12. Phạm Luận (2000), *Giáo trình phương pháp phân tích phổ khối nguyên tử ICP-MS*, Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.
13. Phạm Luận (2006), *Phương pháp phân tích phổ nguyên tử*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
14. Trần Nghi (2003), *Trầm tích học*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
15. Hoàng Nhâm (2003), *Hoá vô cơ, tập 3*, NXB Giáo Dục.
16. Đặng Hoài Nhơn, Hoàng Thị Chiến, Nguyễn Thị Kim Anh, Bùi Văn Vượng, Nguyễn Ngọc Anh, Phạm Hải An, Vũ Mạnh Hùng, Phan Sơn Hải (2011), “Lắng đọng trầm tích trên bãi triều Bàng La và Ngọc Hải, Hải Phòng”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, tập 11(1), trang 1-13.
17. Trương Việt Phương (2009), *Khảo sát, nghiên cứu, xác định hàm lượng các cation kim loại nặng trong nước thải và nước sinh hoạt bằng phương pháp von- ampe hòa tan anot xung vi phân*, Luận văn thạc sĩ khoa học Hóa học, Trường Đại học Sư phạm Thái Nguyên.
18. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Lâm Đồng (2010), *Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Lâm Đồng giai đoạn 2006-2010*.
19. TS. Lương Văn Thanh, ThS. Lê Thị Siêng, CN. Dương Công Chính (2009), “Đánh giá mức độ bồi lắng hồ Trị An phục vụ công tác quản lý bảo vệ an toàn hồ chứa”, *Viện Khoa học thủy lợi miền nam, Tuyển tập Khoa học công nghệ 50 năm xây dựng & Phát triển*, tập 2, trang 542.
20. Trịnh Thị Thanh (2007), *Độc học môi trường và sức khỏe con người*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
21. Lê Trình, Lê Quốc Hùng (2004), *Môi trường lưu vực sông Đồng Nai – Sài Gòn*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
22. Trung tâm Quan trắc và kỹ thuật Môi trường tỉnh Đồng Nai (2008), *Báo cáo kết quả quan trắc chất lượng môi trường nước hồ Trị An 8/2008*.
23. Trung tâm Quan trắc và kỹ thuật Môi trường tỉnh Đồng Nai (2009), *Báo cáo kết quả quan trắc chất lượng môi trường nước hồ Trị An quý 2 năm 2009*.
24. Trung tâm Quan trắc và kỹ thuật Môi trường tỉnh Đồng Nai (2009), *Báo cáo kết quả quan trắc chất lượng môi trường nước hồ Trị An quý 3 năm 2009*.

25. Trung tâm Quan trắc và kỹ thuật Môi trường tỉnh Đồng Nai (2010), *Báo cáo kết quả quan trắc chất lượng môi trường nước hồ Trị An năm 2010*.
26. UBND tỉnh Đồng Nai (2008), *Báo cáo tình hình kinh tế - xã hội, quốc phòng an ninh năm 2008; Phương hướng, nhiệm vụ và giải pháp thực hiện kế hoạch 2009*.
27. UBND tỉnh Đồng Nai (2009), *Báo cáo tình hình kinh tế - xã hội, quốc phòng - an ninh năm 2009; Phương hướng, nhiệm vụ và giải pháp thực hiện kế hoạch 2010*.
28. UBND tỉnh Đồng Nai (2010), *Báo cáo tình hình kinh tế - xã hội, quốc phòng - an ninh năm 2010; Phương hướng, nhiệm vụ và giải pháp thực hiện kế hoạch 2011*.
29. Nguyễn Đức Vận (2006), *Hóa học vô cơ, tập 2: Các kim loại điển hình*, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
30. <http://giadinh.net.vn/2308p0c1017/> Độc chất chì với trẻ em qua môi trường và đồ chơi.htm.
31. <http://hoahoc.org/showthread.php?2538-Đại-Cương-Về-Nguyên-Tố-Vi-Lượng>
32. <http://tapchithucpham.com/?p=1159> (FOOD & TECH MAGAZINE: Độc tính của kim loại).
33. http://tusach.thuvienkhoahoc.com/wiki/Độc_tính_của_phân_tử_nano_ôxít_kẽm_đến_tế_bào_thần_kinh.html.
34. <http://vi.wikipedia.org/wiki/Chì>.
35. [http://vi.wikipedia.org/wiki/Đồng_\(nguyên_tố\)](http://vi.wikipedia.org/wiki/Đồng_(nguyên_tố)).
36. <http://vi.wikipedia.org/wiki/Kẽm>.
37. <http://www.dongnai.gov.vn>.
38. http://www.tin247.com/tre_ngo_doc_chi_nang_vi_dung_“thuoc_cam”_chua_loet_mieng-10-21745697.html.
39. http://www.siwrp.org.vn/?id_pnewsv=473&lg=vn&start=0.
40. <http://www.webtretho.com/forum/f119/vai-tro-cua-cac-nguyen-to-vi-luong-trong-co-the-432215/>.

Tài liệu tiếng Anh:

41. Abolfazl Naji, Ahmad Ismail and Abdul Rahim Ismail (2010), “ Chemical speciation and concentration assessment of Zn and Cd by sequential extraction in surface sediment of Klang River, Malaysia”, *Microchemical Journal*, vol. 95, pp. 285-292.
42. Adriano D. C (2001), “Trace elements in terrestrial environments;

biogeochemistry, bioavailability and risks of metals”, *Springer: New York*, 2nd Edition

43. Amanda Jo Zimmerman, David C. Weindorf (2010), “ Review article, Heavy metal and trace metal analysis in soil by sequential extraction: a review of procedures”, *International Journal of Enviromental Analytical Chemistry*, volume 2010.
44. A.M.Ure, P.H. Quevauviller, H.Muntau, and B.Griepink (1993), “Speciation of heavy metals in soils and sediment. An account of the improvement and harmonization of extraction techniques undertaken under the auspices of the BCR of the commission of the European communities”, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, vol. 51, pp. 135- 151.
45. A. Tessier, P.G.C. Campbell and M. Bisson (1979), “Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals”, *Analytical Chemistry*, vol. 51(7), pp. 844 – 851.

46. A.T. Townsend and I. Snape (2008), “Multiple Pb sources in marine sediments near the Australian Antarctic Station, Casey”, *Science of The Total Environment*, vol. 389(2-3), Pages 466-474.
47. B. W.Bailey , R.M.Donagall and T.S. West (2001), “A spectrofluorimetric method for the determination of submicrogam amounts of copper”, *Talanta*, vol. 13(12), Pages 1661 -1665.
48. Canadian Council of Ministers of the Environment (2002), “Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life, Summary tables, Updated. In:Canadian Environmental Quality Guidelines 1999”, *Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg*, Excerpt from Publication No. 1299; ISBN 1-896997-34-1.
49. Carlos A. Lucho - Constantino, Francisco Prieto- Garcia, Luz Maria Del Razo, Refugio Rodriguez - Vazquez, Hector M. Poggi - Varaldo (2005), “Chemical fractionation of boron and heavy metals in soils irrigated with wastewater in central Mexico”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 108, pp. 57- 71.
50. Clinio Locatelli, Alberto Astara, Ermanno Vasca and Vincenzo Campanella

- (1998), “Voltammetric and spectroscopic determination of toxic metals in sediments and sea water of Salerno Gulf”, *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 58, pp. 23-37.
- 51.** Deepti V.G. Dessai, G.N. Nayak (2009), “Distribution and speciation of selected metals in surface sediments, from the tropical Zuari estuary, central west coast of India”, *Environment Monitoring Assessment*, vol. 158, pp. 117-137.
- 52.** Dharam Uprety, Michal Hejzman, Jirina Szakova, Eva Kunzova, Pavel Tlustos (2009), “Concentration of trace elements in arable soil after long-term application of organic and inorganic fertilizers”, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, vol. 85(3), pp. 241- 252.
- 53.** Dong Yan-Jie, Ke Gai (2006), “The application of gibberellic acid to the determination of trace amounts of lead by spectrofluorimetry”, *Journal of the Chinese Chemical Society*, vol. 52(6), pp. 1131-1135.
- 54.** E. Galán, J. L. Gómez Aria, I. González, J. C. Fernández Caliani, E. Morales, and I. Giráldez (1999), “Utilidad de las técnicas de extracción secuencial en la mejora de la caracterización mineralógica por DRX de suelos y sedimentos con altos contenidos de óxidos de hierro”, *Libro de conferencias y Resúmenes de la XV Reunión Científica de la Sociedad Española de Arcillas*, vol. 15, pp. 68-69.
- 55.** Phillip M. Tack and Marc G. Verloo (1995), “Chemical speciation and fractionation in soils and sediments heavy metals analysis: A review”, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, vol. 59, pp. 225- 238.
- 56.** Forstner, U. (1979), “Metal transfer between solid and aqueous phases. In: Metal Pollution in the Aquatic Environment”, (Ed) Forstner U, Whittman G.T.W, *Springer-Verlag*, Berlin, pp 197-270.
- 57.** G. Głosinska, T. Sobczynski, L. Boszke, K. Bierla, J. Sieniak (2005), “Fractionation of some heavy metals in bottom sediments from the middle Odra River (Germany/ Poland)”, *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 14(3), pp. 305-317.
- 58.** H. Akcay, A. Oguz, C. Karapire (2003), “ Study of heavy metal pollution and speciation in Buyuk Menderes and Gediz river sediments”, *Water Research*, vol. 37, pp. 813-822.
- 59.** Hamilton EI (2000), “Environmental variables in holistic evaluation of land

- contaminated by historic mine wastes: a study of multi- element mine wastes in West Devon, England and using arsenic as an element of potential concern to human health”, *The Science of the Total Environment*, vol. 249, pp. 171-221.
60. I. Maiz, I. Araambarri, R. Garcia, and E. Millan (2000), “Evaluation of heavy metal availability in polluted soils by two sequential extraction procedures using factor analysis”, *Environmental Pollution*, vol. 110(1), pp. 3-9.
61. Ip Carman, C.M, Li, X.D, Zhang G., Wai, O.W.H, Li, Y.S (2007), “Trace metal distribution in sediments of the Pearl River Estuary and the surrounding coastal area, South China ”, *Environment. Pollution*, vol. 147, pp. 311-323.
62. Jahan B. Ghasemi and Beshare Hashemi (2011), “Surfactant-mediated complex formation for determination of traces amounts of zinc, cadmium, and lead with 4-(2-thiazolylazo) resorcinol and chemometric methods”, *Environmental Monitoring and Assessment* DOI: 10.1007/s10661-011-1905-1Online First™.
63. Juan Liu, Yonggheng Chen, JinWang (2010), “Factor analysis and sequential extraction unveil geochemical processes relevant for trace metal distribution in fluvial sediments of a pyrite mining area, China”, *Carbonate Evaporites*, vol. 25, pp. 51-63.
64. Juan Luis, Trujillo-Cardenas, Nereida P. Saucedo-Torres, Pedro Faustino Zarate del Valle, Nely Rios-Donato, Eduardo Mendizabal, Sergio Gomez-Salazar (2010), “Speciation and sources of toxic metals in sediment of lake Chapala, Mexico”, *Journal of the Mexican Chemical Society*, vol. 54(2), pp. 79-87.
65. J. Zerbe, T. Sobczynski, H. Elbanowska, J. Siepak (1999), “Speciation of heavy metals in bottom sediments of lakes”, *Journal of Environmental Studies*, vol. 8(5), pp. 331- 339.
66. K. Fytianos, A. Lourantou (2004), “Speciation of element in sediment samples collected at lakes Volvi and Koronia, N. Greece”, *Environment International*, vol. 30, pp. 11-17.
67. L. N. Benitez and J. P. Dubois (1999), “Evaluation of the selectivity of sequential extraction procedures applied to the soeciation of cadmium in soils”, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, vol. 74(1-4), pp. 289-303.
68. Marcos Pérez-López, María Hermoso de Mendoza, Ana López Beceiro and

Francisco Soler Rodríguez (2008), “Heavy metal (Cd, Pb, Zn) and metalloid (As) content in raptor species from Galicia (NW Spain)”, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 70(1), Pages 154-162.

- 69.** Md. Abull Kashem, Sigenao Kawai, nobutoshi Kikuchō, Hideko Takahashi, Reiko Sugawara, Bal Ram Singh (2010), “Effect of Lherzolite on chemical fractions of Cd and Zn and their uptake by plants in contaminated soil”, *Water, Air and Soil pollution*, vol. 207(1-4), pp. 241-251.
- 70.** M.Horsfall JR and A.I. Spiff (2001), “Distribution and partitioning of trace metals in sediments of lower reaches of the New Calabar River, Port Harcourt, Nigeria”, *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 78, pp. 309-326.
- 71.** Muller P.J and Suess E. (1979), “Productivity, sedimentation rate and sedimentary organicmatter in the oceans. I. Organic carbon presentation”, *Deep Sea Research*, vol. 26, pp. 1347.
- 72.** Mustafa Türkmen, Aysun Türkmen, Yalçın Tepe, Alpaslan Ateş and Kutalmış Gökkuş (2008), “Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: Twelve fish species”, *Food Chemistry*, vol. 108(2), Pages 794-800.
- 73.** Narinder Kumar Agnihotri (1997), “Derivative spectrophotometric determination of copper (II) in non-ionic micellar medium”, *Atlanta*, vol. 45, pp. 331-341.
- 74.** New York State Department of Environmental Conservation (1993), “Technical guidance for Screening Contaminated Sediments”, *Division of Fish, Wildlife and Marine Resource: New York State Department of Environmental Conservation*.
- 75.** Nga Pham Thi Thu and Rodney T.Buckney (2007), “Metal speciation in sediment in West Lake (Ho Tay), Ha Noi, Viet Nam”, *International Journal Water*, vol. 3(4), pp. 356-367.
- 76.** Ogla Ch. Manouri, Nikolaos D. Papadimas, Sophia E. Salta (1998), “Three approaches to the analysis of zinc(II) in pharmaceutical formulations by means of different spectrometric methods”, *II Farmaco*, vol. 53, pp. 563 – 569.
- 77.** Ontario Ministry of Environment and Energy (August 1993), “Guidelines for the Protection and Management of aquatic Sediment Quality in Ontario”.

- 78.** P.O. Oviasogie, C.L.Ndiokwere (2008), “Fractionation of Lead and Cadmium in refuse dump soil treated with cassava mill effluent” , *The Journal of Agriculture and Environment*, vol. 9, pp. 10-15.
- 79.** P. S. Harikumar; U.P. Nasir; M. P. Mujeebu Rahman (2009), “Distribution of heavy metal in the core sediments of a tropical wetland system” , *International journal of Environmental Science and Technology*, vol. 6(2), pp. 225-232.
- 80.** Rafael Pardo, Enrique Barrado, Lourdes Perez and Marisol Vega (1990) , “Determination and speciation of heavy metals in sediments of the Pisuaarga River” , *Water Research*, vol. 24(3), pp. 373-379.
- 81.** Rath P, Panda UC, Bhata D, Sahu KC (2009), “Use of sequential leaching, mineralogy, morphology, and multivariate statistical technique for quantifying metal pollution in highly polluted aquatic sediments - a case study: Brahmani and Nandira Rivers, India” , *Journal of Hazardous Materials*, vol. 163, pp. 632-644.
- 82.** Sangjoon Lee, Ji- Won Moon and Hi-Soo Moon (2003), “Heavy metals in the bed and suspended sediments of anyang River, Korea: Implication for water quality” , *Environmental Geochemistry and Health*, vol. 25, pp. 433-452.
- 83.** Schinder, P.W (1991), “The regulation of heavy metal in natural aquatic system, In Heavy Metal in the Environment 1. (Ed) Vernet”, *J-P. Elseveir, Amsterdam*, pp. 95-124.
- 84.** Tam, N.F.Y, Wong, Y.S (2000), “Spatial variation of heavy metal in surface sediments of Hong Kong mangrove swamps” , *Environmental Pollution*, vol. 110, pp. 195-205.
- 85.** U.S EPA (1997), “Toxicological Benchmarks for Screening Contaminants of Potential concern for Effects on Sediment - Associated Biota, Report of the Sediment Criteria Subcommittee, Science Advusory Board”, ES/ER/TM-95/R4, *U.S environmental Protection Agency, Washington, DC*.
- 86.** USEPA (2005), “Procedures for the derivation of equilibrium partitioning sediment benchmarks (ESBs) for the protection of benthic organisms: metal mixtures (cadmium, copper, lead, silver and zinc)”, *Washington, DC, United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development* (Report No. EPA-600-R-02-011).
- 87.** WHO (2006), “Element speciation in human health risk assessment, Environmental Health criteria 234” , *World Health Organization*.
- 88.** Wisconsin Department of Natural Resources (2003), “Consensus based

sediment quality guideline, Recommendations for Use & Application. Interim Guidance” , *Wisconsin Department of Natural Resources* , Report WT-732 2003.

89. <http://en.wikipedia.org/wiki/Sediment>