

# 聚麩胺酸的鎘、鉛重金屬吸附性質探討

龔育鞍、張耀南；顏裕鴻

E-mail: 9318394@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究以味丹企業股份有限公司提供三種聚麩胺酸(Poly- $\gamma$ -glutamic acid, PGA)(高、低分子純品Na型與6%1M架橋體型，分別以Na-PGA(H)、Na-PGA(L)與6%1M-PGA簡稱之)與本研究室自製PGA(以S-PGA簡稱之)進行對重金屬鎘離子(Cd<sup>2+</sup>)與鉛離子(Pb<sup>2+</sup>)螯合吸附的探討。實驗結果顯示，當添加40mg/L Na-PGA(H)或Na-PGA(L)時，且鎘水溶液酸鹼值 pH 9.0，二者對10ppm Cd<sup>2+</sup>的吸附螯合約可達到9ppm (90%)，若換算其它單位，即是0.225g Cd<sup>2+</sup>/g PGA；當添加4mg/L 6%1M-PGA或S-PGA時，且鎘水溶液相對pH值分別大於或等於11.0或10.0，二者對Cd<sup>2+</sup>的吸附螯合率亦可達到約90%，另一單位即是2.25g Cd<sup>2+</sup>/g PGA。在吸附螯合Pb<sup>2+</sup>方面，當鉛水溶液pH值為9.0時，PGA對Pb<sup>2+</sup>吸附螯合能力為最佳，但PGA的添加濃度卻影響其對Pb<sup>2+</sup>的吸附螯合率，例如添加40mg/L Na-PGA(H)與S-PGA或4mg/L 6%1M-PGA時，三者對Pb<sup>2+</sup>的吸附螯合率約可達到90%左右；當添加120mg/L Na-PGA(L)時，其對Pb<sup>2+</sup>的吸附螯合率約為80%，另一單位即是0.066g Pb<sup>2+</sup>/g PGA。PGA分子量亦影響其對重金屬離子的吸附螯合，實驗結果顯示，PGA對Cd<sup>2+</sup>與Pb<sup>2+</sup>的吸附螯合能力會隨著其分子量的增加而略為提高，由此可知，不同分子量與不同型式PGA，以及重金屬水溶液中酸鹼值皆對PGA的Cd<sup>2+</sup>與Pb<sup>2+</sup>吸附螯合率有不同之影響，此可能由於不同型式PGA有不同化學結構所造成。

關鍵詞：聚麩胺酸；重金屬(鎘與鉛)；吸附(螯合)

## 目錄

目錄封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 iv 英文摘要 vi 致謝 viii 目錄 ix 圖目錄 xii 表目錄 xiv 第一章 前言 1 第二章 文獻回顧 4 2.1重金屬 4 2.1.1重金屬定義 4 2.1.2重金屬的基本資料 4 2.1.3重金屬來源 5 2.1.4重金屬的污染 7 2.1.5重金屬廢液處理技術 7 2.1.6重金屬對生物和人體之毒性及危害 9 2.2生物絮凝劑概述 11 2.3絮凝劑種類 17 2.3.1幾丁聚醣 17 2.3.2聚麩胺酸 19 2.4聚麩胺酸的應用 22 2.4.1淨水處理之凝集劑或助凝劑 22 2.4.2進行貴金屬回收 螯合劑 22 2.4.3界面活性劑 24 2.4.4聚麩胺酸在生物醫學材料 (Biomaterial) 的應用 25 2.4.5聚麩胺酸在抗癌藥物之應用 26 2.4.6聚麩胺酸在食品之應用 26 2.4.7聚麩胺酸在化妝品之應用 27 第三章 材料與方法 28 3.1 材料 28 3.1.1生物絮凝劑 28 3.1.2 AA用標準液 28 3.1.3薄膜 28 3.1.4調pH值之試劑 29 3.2儀器 29 3.3方法 29 3.3.1 PGA純化方法與分析 30 3.3.2重金屬之螯合作用機制分述如下 31 3.3.2.1生物高分子絮凝劑之重金屬螯合 定量分析方法 31 3.3.2.2生物高分子絮凝劑之濃度影響 試驗 35 第四章 結果與討論 37 4.1 結果 37 4.1.1 鎘 (Cd <sup>2+</sup> ) 離子的吸附螯合 37 4.1.2 鉛 (Pb <sup>2+</sup> ) 離子的吸附螯合 42 4.1.3 聚麩胺酸與幾丁聚醣覆式顆粒對於重金屬吸附效果比較 50 第五章 結論 51 參考文獻 53 圖 目錄 圖2.1銅離子與幾丁聚醣的螯合模式 20 圖2.2聚麩胺酸之化學結構 21 圖3.1聚麩胺酸[Na-PGA(H)]之膠體滲透層析圖 32 圖3.2聚麩胺酸[Na-PGA(L)]之膠體滲透層析圖 33 圖3.3聚麩胺酸(S-PGA)之膠體滲透層析圖 34 圖3.4聚麩胺酸對重金屬螯合試驗流程圖 36 圖4.1 Na-PGA(H)聚麩胺酸濃度與Cd重金屬溶液pH 值對Cd <sup>2+</sup> 吸附螯合率(%)之影響 38 圖4.2 Na-PGA(L)聚麩胺酸濃度與Cd重金屬溶液pH 值對Cd <sup>2+</sup> 吸附螯合率(%)之影響 39 圖4.3 6%1M-PGA聚麩胺酸濃度與Cd重金屬溶液pH 值對Cd <sup>2+</sup> 吸附螯合率(%)之影響 40 圖4.4 S-PGA聚麩胺酸濃度與Cd重金屬溶液pH值對Cd <sup>2+</sup> 吸附螯合率(%)之影響 41 圖4.5不同分子量PGA吸附螯合重金屬溶液(pH10.0) 中Cd <sup>2+</sup> 之影響 43 圖4.6 Na-PGA(H)聚麩胺酸濃度與Pb重金屬溶液pH 值對Pb <sup>2+</sup> 吸附螯合率(%)之影響 45 圖4.7 S-PGA聚麩胺酸濃度與Pb重金屬溶液pH值對 Pb <sup>2+</sup> 吸附螯合率(%)之影響 46 圖4.8 Na-PGA(L) 聚麩胺酸濃度與Pb重金屬溶液pH 值對Pb <sup>2+</sup> 吸附螯合率(%)之影響 47 圖4.9 6%1M-PGA聚麩胺酸濃度與Pb重金屬溶液pH 值對Pb <sup>2+</sup> 吸附螯合率(%)之影響 48 圖4.10不同分子量對PGA吸附螯合重金屬溶液(pH9.0) 中Pb <sup>2+</sup> 之影響 49 表 目錄 表2.1可產生生物絮凝劑之微生物 14 表2.2聚麩胺酸之主要應用領域 23
---

## 參考文獻

- 王一雄，1997，土壤環境污染，國立編譯館，台北，229-260。
- 呂文凱，2003，利用回應曲面法尋求苔蘚桿菌生產聚麩胺酸之培養基最適化，大葉大學食品工程研究所碩士論文。
- 阮國棟，1989，水處理技術-有害成分去除法，科技出版社，新竹，24-30；54-68。
- 胡筱敏、羅茜、劉述波，1998，微生物絮凝劑的研究與應用，國外金屬礦選礦，16-18。
- 宮小燕、弈兆坤、王曙光、黎澤華，2001，微生物絮凝劑絮凝特性的研究，環境化學，550-556。
- 陳靜生，1992，水環境化學，曉園出版社，台北，131-146。
- 陳永牲編著，1998，環境保護法規，文經圖書，台北，168-182。
- 陶茂林、施大林、王蕾、陳金林，1997，微生物絮凝劑的製備及絮凝條件的研究，食品與發酵工業，26-28。
- 章裕民，1998，環境工程化學，文京圖書，台北，471-472。
- 許世興、顏棋鑫，2003，幾丁聚糖顆粒吸附之有害重金屬之探討，國家圖書館，台北。
- 黃志彬，1995，利用幾丁聚醣吸附水中微量重金屬之研究，國立交通大學環境工

程研究所，國科會研究計畫報告。 12. 蔡永興、陳見財、張啟達、潘建成、朱昱學，1997，電鍍業減廢回收與污染防治，經濟部工業局，台北，59-90。 13. Bhattacharya D., J. A. Hestekin, P. Brushaber, L. Cullen, L. G. Bachas, and S. K. Sikdar, 1998, Novel poly-glutamic acid functionalized microfiltration membranes for sorption of heavy-metals at high capacity. *J. Memb. Sci.* 141(1):121-135. 14. Cardenas G., P. Orlando, and T. Edelio, 2001, Synthesis and applications of chitosan mercaptanes as heavy metal retention agent. *Intern. J. Bio. Macromol.* 28:167-174. 15. Cheng C., Y. Asada, and T. Aida, 1989, Production of  $\gamma$ -polyglutamic acid by *Bacillus subtilis* A35 under denitrifying conditions. *Agric. Biol. Chem.* 53:2369-2375. 16. Chun L., D. F. Yu, A. Newman, F. Cabral, C. Stephens, N. Hunter, L. Milas, and S. Wallace, 1998, Complete regression of well-established tumors using novel water-soluble poly(L-glutamic acid)-paclitaxel conjugate. *Cancer Res.* 58:2404-2409. 17. Chun L., J. E. Price, L. Milas, N. R. Hunter, S. Ke, W. Tansey, C. Charnsagavej, and S. Wallace, 1999, Antitumor activity of poly(L-glutamic acid)-paclitaxel on syngeneic and xenografted tumors. *Clin. Cancer Res.* 5:891-897. 18. Daninippon Pharmaceutical Co. Ltd., 1972, Ice cream stabilizer, Japanese Patent. 19735/72. 19. Domard A, Rinaudo M, 1983, *International Journal of biological Macromolecules*, Vol. 5, pp.49. 20. East G, and Qin Y, 1993, *Journal of applied polymer science*. Vol. 50, pp. 1773. 21. Goto A., and M. Kunioka, 1994, Biosynthesis and hydrolysis of Poly( $\gamma$ -glutamic acid) from *Bacillus subtilis* IFO3335. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 56:1031-1035. 22. Jeuniaux C, 1996, *Advanced Chitin*, Sci. 1, Vol. 1. 23. Konno A., T. Taguchi, and T. Yamaguchi, 1989, New use of polyglutamic acid for foods. *European Patent Application* EPO284386A1. 24. Kunioka. M., 1995, Biosynthesis of poly( $\gamma$ -glutamic acid) from L-glutamine, citric acid and ammonium sulfate in *Bacillus subtilis* IFO3335. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 44:501-506. 25. Kunioka. M., 1997, Biosynthesis and chemical reactions of poly(amino acid)s from microorganisms. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 47:469-475. 26. Kurane R., and H. Matsuyama, 1994, Production of a bioflocculant by mixed culture. *Biosci. Biotech. Biochem.* 58:1589-1594. 27. Kurane R., K. Takeda, and T. Suzuki, 1986, Screening and characteristics of microbial flocculants. *Agric. Biol. Chem.* 50:2301-2307. 28. Kurane R. and Y. Nohata, 1991, Microbial flocculation of waste liquids and oil emulsion by a bioflocculant from *Alcaligenes latus*. *Agric. Biol. Chem.* 55:1127-1129. 29. Lee S. H., S. O. Lee, K. L. Jang, and T. H. Lee, 1995, Microbial flocculant from *Arcuadendron* sp. TS-49. *Biotech. Lett.* 17: 95-100. 30. Li C., D. F. Yu, R. A. Newman, F. Cabral, L. C. Stephens, N. Hunter, L. Milas, and S. Wallace, 1998, Complete regression of well-established tumors using a novel water-soluble poly(L-glutamic acid)-paclitaxel conjugate. *Cancer Research* 58:2404-2409. 31. McLean R. J. C., D. Beauchemin, L. Clapham, and T. J. Beveridge, 1990, Metal-binding characteristics of the gamma-glutamyl capsular polymer of *Bacillus licheniformis* ATCC 9945. *Appl. Environ. Microbiol.* 56(12):3671-3677. 32. Mitsui M., A. Mizuno, H. Tanimoto, and M. Motoki, 1998, Relationship between the antifreeze activities and the chemical structures of oligo- and poly(glutamic acid)s. *J. Agric. Food Chem.* 46(3): 891-895. 33. Multani A. S., C. Li, M. Ozen, M. Yadav, D. F. Yu, S. Wallace, and S. Pathak, 1997, Paclitaxel and water-soluble poly(L-glutamic acid)-paclitaxel, induce direct chromosomal abnormalities and cell death in a murine metastatic melanoma cell line. *Anticancer Research.* 17:4269-4274. 34. Muzarelli R, 1977, *Chitin*. Pergamon Press. New York. 35. Muzarelli R, 1973, *Naturally Chelating Polymer* Pergamon Press. New York. Chap.5. 36. Nestle N., and R. Kimmich, 1996, Heavy metal uptake of alginate gels studied by NMR microscopy. *Colloids & Surface.* 115: 141-147. 37. Onsoyen E., and O. Skaugrud, 1990, "Metal Recovery Using Chitosan", *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 49:395-404. 38. Ontni Y., Y. Tabata, and Y. Ikada, 1996, A new biological glue from gelatin and poly(L-glutamic acid). *J. Biomed. Meter. Res.* 31:157-1391. 39. Salehizadeh A., and S. A. Shojaosadati, 2001, Extracellular biopolymeric flocculants: Recent trends and biotechnological importance. *Biotech. Adv.* 19:371-385. 40. Salehizadeh A., M. Vossoughi, and I. Alemzadeh, 2000, Some investigations on bioflocculant producing bacteria. *Biochem. Eng. J.* 5:39-44. 41. Suh H., G. S. Kwon, C. H. Lee, H. S. Kim, H. M. Oh, and B. D. Yoon, 1997, Characterization of bioflocculant produced by *Bacillus* sp. DP-152. *J. Ferment. Bioeng.* 84(2): 108-112. 42. Takeda M., J. Koizumi, H. Matsuoka, and I. Nakamura, 1991, A protein bioflocculant produced by *Rhodococcus erythropolis*. *J. Ferment. Bioeng.* 74:408-409. 43. Takeda M., J. Koizumi, H. Matsuoka, and M. Hikuma, 1992, Factors affecting the activity of a protein bioflocculant produced by *Nocardia amarae*. *Agric. Biol. Chem.* 55:2663-2664. 44. Toeda K., and R. Kurane, 1991, Microbial flocculant from *Alcaligenes cupidus* KT201. *Agric. Biol. Chem.* 55:2793-2799. 45. Troy F.A., 1993, Chemistry and biosynthesis of the poly( $\gamma$ -D-gluramy)capsule in *Bacillus subtilis*, 1. Properties of the membrane-mediated biosynthetic reaction. *J. Biol. Chem.* 48:305-315. 46. Wang Z., K. Wang, and Y. Xie, 1995, Bioflocculant-producing microorganisms. *Acta Microbiol. Sin.* 35(2): 121-129. 47. Yokoi H., T. Arima, J. Hirose, S. Hayashi, and Y. Takasaki, 1996, Flocculation properties of poly( $\gamma$ -glutamic acid) produced by *Bacillus subtilis*. *J. Ferment. Bioeng.* 82(1): 84-87. 48. Yokoi H., T. Yoshida, S. Mori, J. Hirose, S. Hayashi, and Y. Takasaki, 1997, Biopolymer flocculant produced by an *Enterobacter* sp. *Biotech. Lett.* 19(6): 569-573. 49. Yokoi H., O. Natsuda, J. Hirose, S. Hayashi, and Y. Takasaki, 1995, Characteristics of biopolymer flocculant produced by *Bacillus* sp. PY-90. *J. Ferment. Bioeng.* 79: 378-380.