

-聚麩胺酸對重金屬銅、鉛、鎘之吸附效果 = Adsorption effect of gamma polyglutamic acid(γ -PGA) on heavy metal ions...

林佩君、柯文慶；謝昌衛

E-mail: 9708317@mail.dyu.edu.tw

摘要

近年來本省農田受到鎘、銅、鎳及鉛等有毒重金屬之工業污染益趨嚴重。因此，減少與移除水質及動、植物體內重金屬方法之研發益形重要。本研究利用 6 種 γ -聚麩胺酸 (polyglutamic acid; γ -PGA)： γ -PGA(Na⁺ form) MM、 γ -PGA 8.5% 與碳水化合物 60.02%、 γ -PGA(Ca²⁺ form) LM、 γ -PGA(Na⁺ form) LM、 γ -PGA(Na⁺ form) HM、 γ -PGA (Ca²⁺ form) HM，分別以 1 ppm、5 ppm 及 1% 的濃度，添加於 0、1、5 ppm 濃度的重金屬銅 (Cu)、鉛 (Pb)、鎘 (Cd) 溶液中，探討不同型式的 γ -聚麩胺酸對水中重金屬的吸附效果。以原子吸收光譜儀 (AA) 之分析實驗結果顯示，6 種 γ -聚麩胺酸在 1、5 ppm 濃度下，吸附重金屬的效果並不顯著，但提高至 1% 濃度時，則可見良好吸附效果，6 種 γ -聚麩胺酸中以 γ -PGA(Na⁺ form) HM 者效果最佳，而 γ -PGA (Ca²⁺ form) LM 與 γ -PGA(Na⁺ form) LM 最差，且 γ -PGA(Na⁺ form) 優於 γ -PGA(Ca²⁺ form)。

關鍵詞： γ -PGA，吸附，重金屬，原子吸收光譜分析

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書iii 中文摘要iv 英文摘要v 誌謝vi 目錄vii 圖目錄x 表目錄xiii 1. 前言 1 2. 文獻回顧 2 2.1 γ -PGA (gamma-Polyglutamic acid 聚麩胺酸) 2 2.1.1 簡介 2 2.1.2 γ -PGA (聚麩胺酸) 化學結構與特性 4 2.1.3 γ -PGA 在工業上的應用 4 2.2 重金屬 8 2.2.1 簡介 8 2.2.2 重金屬來源 10 2.2.3 重金屬容許量 10 2.2.4 重金屬放流水標準 11 2.2.5 重金屬在水中的行為 11 2.3 吸附 14 2.3.1 吸附理論 14 2.3.2 影響吸附的因素 15 3. 材料與方法 16 3.1 實驗材料 16 3.1.1 γ -聚麩胺酸吸附劑 16 3.1.2 重金屬標準溶液 17 3.1.3 透析膜 19 3.1.4 儀器 19 3.2 實驗方法 21 3.2.1 實驗設計與流程 21 3.2.2 γ -聚麩胺酸對水中重金屬離子之吸附整合之測定 21 4. 結果與討論 28 4.1 不同濃度的 γ -聚麩胺酸對重金屬離子之吸附效果 28 4.1.1 銅 (Cu²⁺) 離子之分析 28 4.1.2 鉛 (Pb²⁺) 離子之分析 40 4.1.3 鎘 (Cd²⁺) 離子之分析 48 4.2 不同種類之 γ -聚麩胺酸對重金屬離子之吸附效果 57 4.2.1 銅 (Cu²⁺) 離子之分析 57 4.2.2 鉛 (Pb²⁺) 離子之分析 57 4.2.3 鎘 (Cd²⁺) 離子之分析 57 4.2.4 γ -PGA 對 Cu、Pb、Cd 之去除率 (%) 58 4.3 透析膜內之 γ -聚麩胺酸對重金屬離子之吸附效果 65 4.3.1 銅 (Cu²⁺) 離子之分析 65 4.3.2 鉛 (Pb²⁺) 離子之分析 69 5. 結論 73 參考文獻 74 圖目錄 圖 2.1 γ -Polyglutamic acid (γ -PGA) 化學結構 3 圖 3.1 γ -聚麩胺酸原料的外觀 18 圖 3.2 γ -PGA 對水中重金屬離子之吸附整合實驗流程 22 圖 3.3 γ -PGA 對水中重金屬離子之吸附整合實驗模組 25 圖 3.4 Cd, Cu, Pb 三元素之 A.A 檢量線 27 圖 4.1 中分子量 γ -PGA(Na⁺ form) 對銅離子之吸附效果 31 圖 4.2 γ -PGA 8.5 % 與碳水化合物 60.02 % 對銅離子之吸附效果 32 圖 4.3 γ -PGA (Na⁺ form) LM 對銅離子之吸附效果 33 圖 4.4 γ -PGA(Ca²⁺ form) LM 對銅離子之吸附效果 34 圖 4.5 γ -PGA(Na⁺ form) HM 對銅離子之吸附效果 35 圖 4.6 γ -PGA (Ca²⁺ form) HM 對銅離子之吸附效果 36 圖 4.7 1 % γ -PGA 溶液膜外之結果分析 37 圖 4.8 1 % γ -PGA 對 5 ppm 銅標準溶液膜外之吸附效果 38 圖 4.9 1 % γ -PGA 添加 5 ppm 銅標準溶液之去除率 (%) 39 圖 4.10 中分子量 γ -PGA (Na⁺ form) 對鉛離子之吸附效果 42 圖 4.11 γ -PGA 8.5 % 與碳水化合物 60.02 % 對鉛離子之吸附效果 43 圖 4.12 γ -PGA(Ca²⁺ form) LM 對鉛離子之吸附效果 44 圖 4.13 1 % γ -PGA 溶液膜外之結果分析 45 圖 4.14 1 % γ -PGA 對 5 ppm 鉛標準溶液膜外之吸附效果 46 圖 4.15 1 % γ -PGA 添加 5 ppm 鉛標準溶液之去除率 (%) 47 圖 4.16 中分子量 γ -PGA(Na⁺ form) 對鎘離子之吸附效果 50 圖 4.17 γ -PGA(Na⁺ form) HM 對鎘離子之吸附效果 51 圖 4.18 γ -PGA 8.5 % 與碳水化合物 60.02 % 對鎘離子之吸附效果 52 圖 4.19 γ -PGA(Na⁺ form) LM 對鎘離子之吸附效果 53 圖 4.20 γ -PGA (Ca²⁺ form) LM 對鎘離子膜外之吸附效果 54 圖 4.21 1 % γ -PGA 膜外之結果分析 55 圖 4.22 1 % γ -PGA 對 5 ppm 鎘標準溶液之吸附效果 56 圖 4.23 γ -PGA (Na⁺ form) MM 對銅離子膜內之吸附效果 66 圖 4.24 1 % γ -PGA 溶液膜內之結果分析 67 圖 4.25 1 % γ -PGA 對 5 ppm 銅標準溶液膜內之吸附效果 68 圖 4.26 中分子量 γ -PGA (Na⁺ form) 對鉛離子之吸附效果 70 圖 4.27 γ -PGA 8.5 %、碳水化合物 60.02 % 對鉛離子之吸附效果 71 圖 4.28 γ -PGA(Ca²⁺ form) LM 對鉛離子之吸附效果 72 表目錄 表 2.1 聚麩胺酸 γ -PGA 及其衍生物在工業上應用 6 表 2.2 環保署所制定事業、污水下水道系統及建築物污水處理設施之放流水標準 12 表 3.1 原子吸收光譜法適用之元素及其最佳適用濃度範圍與儀器偵測極限 20 表 4.1 1 % γ -PGA 添加 5 ppm 銅標準溶液 24 hr 後之去除率 (%) 30 表 4.2 1 % γ -PGA 添加 5 ppm 鉛標準溶液 24 hr 後之去除率 (%) 41 表 4.3 1 % γ -PGA 添加 5 ppm 鎘標準溶液 24 hr 後之去除率 (%) 49 表 4.4 γ -PGA(Na⁺ form) HM，對 Cu、Pb、Cd 之去除率 (%) 59 表 4.5 γ -PGA(Na⁺ form) MM，對 Cu、Pb、Cd 之去除率 (%) 60 表 4.6 γ -PGA(Ca²⁺ form) HM，對 Cu、Pb、Cd 之去除率 (%) 61 表 4.7 γ -PGA(Na⁺ form) LM，對 Cu、Pb、Cd 之去除率 (%) 62 表 4.8 γ -PGA 8.5 % 與碳水化合物 60.02 %，對 Cu、Pb、Cd 之去除率 (%) 63 表 4.9 γ -PGA(Ca²⁺ form) LM，對 Cu、Pb、Cd 之去除率 (%) 64

參考文獻

- 1.王一雄。1997。土壤環境汙染。第229-260頁。國立編譯館。台北，台灣。
- 2.江易原。2000。利用枯草桿菌突變株 *Bacillus subtilis* NTU 710 生產聚穀胺酸之研究。國立台灣大學農業化學系碩士論文。台北。
- 3.何觀輝。2006。化工資訊與商情 35:54-60。
- 4.呂文凱。2003。利用回應曲面法尋求苔蘚桿菌生產聚穀胺酸之培養基最適化。大葉大學食品工程研究所碩士論文。彰化。
- 5.吳有得。1999。大孔徑樹脂吸附水溶液中苯、甲苯、乙苯、二甲苯。元智大學化學工程系碩士論文。桃園。
- 6.邱欣穎。2007。-PGA 浸漬處理對吳郭魚冷藏期間鮮度與品質之影響。大葉大學生物產業科技學系研究所碩士論文。彰化。
- 7.范宜琮、施英隆。2001。苔蘚桿菌生產聚穀胺酸之研究。大葉大學環境工程研究所碩士論文。彰化。
- 8.曾四恭。1986。重金屬污染及其防治。科學發展月刊 15 (1):31-37。
- 9.陳文賢。2007。聚穀胺酸吸附於海砂之研究及應用於汞之清除。靜宜大學應用化學系碩士論文。台中。
- 10.陳永?。1998。環境保護法規。第168-182頁。新文京出版社。台北，台灣。
- 11.陳靜生。1992。水環境化學。第131-146頁。曉園出版社。台北，台灣。
- 12.陳潔音。2004。菌根於重金屬污染土壤之復育效應。臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告 18(2):101-113。
- 13.陳憶馨。2005。以聚穀胺酸水溶膠吸附 Hydralazine HCl 進行釋放之研究。大葉大學生物產業科技學系研究所碩士論文。彰化。
- 14.翁震忻。2006。農作物重金屬污染監測與管制措施。農政與農情 169:42-46。
- 15.章裕民。1998。環境工程化學。第471-472頁。新文京出版社。台北，台灣。
- 16.黃國傳。1989。水質之原理與控制。第127-220頁。復文圖書有限公司。台南，台灣。
- 17.張育騰。2004。利用聚穀胺酸改質幾丁聚醣之銅離子吸附研究。大葉大學生物產業科技學系研究所碩士論文。彰化。
- 18.萬孟璋、甘其銓、林敬涵、吳君豪。2007。使用幾丁聚醣固化於天然物質吸附水中銅金屬之研究。嘉南學報 33: 96-106。
- 19.賴俊吉、席行正、陳勝一、黃森元、林文章、陳金柱。2005。廢麥粕合成奈米孔徑吸附劑之技術開發與應用。環保科技育成中心計畫:27-42。行政院環境保護署。台北，台灣。
- 20.龔育鞍。2004。聚穀胺酸的鎘、鉛重金屬吸附性質探討。大葉大學生物產業科技學系研究所碩士論文。彰化。
- 21.Barth, E. F., 1990. An overview of the history, present status, and future direction of solidification/stabilization technologies for hazardous waste treatment. *J. Hazardous Materials*. 24: 103-109.
22. Bovarnick, M. 1942. The formation of extracellular D-glutamic acid polypeptide by *Bacillus subtilis*. *J. Biol. Chem.* 145: 415-424.
23. Cardenas, P. G., Orlando, and Edelio, T. 2001. Synthesis and applications of hctosan mercaptanes as heavy metal retention agent. *J. Intern. Bio.Macromol.* 28: 167-174.
24. Daninippon Parmaceutical Co. Ltd. 1972. Ice cream stabilizer. 19735/72.Patent, Japanese.
25. Fujii, H. 1963. On the formation of mucilage by *Bacillus natto*. Part III.Chemical constitutions of mucilage in natto (1). *Nippon Nogeikagaku Kaishi*. 37: 407-411.
26. Goto, A. and Kunioka, M. 1994. Biosynthesis and hydrolysis of Poly(-glutamic acid) form *Bacillus subtilis* IFO3335. *J. Biosci. Biotechol.Biochem.* 56: 1031-1035.
27. Kunioka, M. 1995. Biosynthesis of poly(-glutamic acid) from L-glutamine,citric acid and ammonium sulfate in *Bacillus subtilis* IFO3335. *J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 44: 501-506.
28. Kunioka, M. 1997. Biosynthesis and Chemical reactions of poly(amino acid)s from microorganisms. *J. Appl. Microbiol.Biotechnol.*47: 469-475.
29. Kurane, R. and Matsuyama, H. 1994. Production of a bioflocculant by mixed culture. *Biosci. Biotech. Biochem.* 58: 1589-1594.
30. Kurane, R., Toeda, K. and Suzuki, T. 1986. Screening and characterisatics of microbial flocculants. *J. Agric. Biol. Chem.* 50: 2301-2307.
31. Kurane, R. and Nohata, Y. 1991. Microbial flocculation of waste liquids and oil emulsion by a bioflocculant from *Alcaligenes latus*. *J. Agric. Biol. Chem.*55: 1127-1129.
32. Lee, S., H. Lee, S.O., Jang, K. L. and Lee, T. H. 1995. Microbial flocculant from *Arcuadendron* sp. TS-49. *Biotech. Lett.* 17:95-100.
33. Wang, Z., Wang, K. and Xie, Y. 1995. Bioflocculant-producing microorganisms. *Acta Microbiol. Sin.* 35(2): 121-129.
34. Hadjmohammadi, M.R. and Sharifi, V. 2007. Use of Solid Phase Extraction for Sample Clean-up and Preconcentration of Vitamin B12 in Multivitamin Tablet before HPLC-UV, UV and Atomic Absorption Spectrophotometry. *J.Food and Drug Analysis.* 15(3) : 285-289
35. Multani, A. S., Li, C., Ozen, M., Yadav, M., Yu, D.F., Wallace, S. and Pathak, S. 1997. Paclitaxel and water-soluble Poly (L-glutamic acid)Paclitaxel, induce direct chromosomal abnormalities and cell death in a murine metastatic melanoma Cell line. *J.Anticancer Research.*17: 4269-4274.
36. Salehizadeh, A. and Shojaosadati, S. A. 2001. Extracellular biopolymeric flocculants: Recent trends and biotechnological importance. *Biotech. Adv.* 19: 371-385.
37. Suh, H., Kwon, G. S., Lee, C. H., Kim, H. S., Oh, H. M. and Yoon, B. D.1997. Characterization of bioflocculant produced by *Bacillus* sp. DP-152. *J.Ferment. Bioeng.* 84(2): 108-112.
38. Takeda, M., Koizumi, J., Matsuoka, H. and Nakamura, I. 1991. A protein bioflocculant produced by *Rhodococcus erythropolis*. *J. Ferment. Bioeng.*74: 408-409.
39. Takeda, M., Koizumi, J., Matsuoka, H. and Hikuma, M. 1992. Factors affecting the activity of a protein bioflocculant produced by *Nocardia amarae*. *J. Agric.Biol. Chem.* 55:2663-2664.
40. Toeda, K. and Kurane, R. 1991. Microbial flocculant from *Alcaligenes cupidus* KT201. *J.Agric. Biol. Chem.* 55: 2793-2799.
41. Washington, D.C. 1998. American Public Health Association, American Water Works Association & Water Pollution Control Federation, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed., Method 3111A & B. p.3-13 ~ 3-18. APHA, USA.
42. Yokoi, H., Arima, T., Hirose, J., Hayashi, S. and Takasaki, Y. 1996. Flocculation properties of poly (-glutamic acid) produced by *Bacillus subtilis*. *J. Ferment. Bioeng.* 82(1): 84-87.
43. Yokoi, H., Natsuda, O., Hirose, J., Hayashi, S. and Takasaki, Y. 1995. Characteristics of a biopolymer flocculant produced by *Bacillus* sp. PY-90. *J. Ferment. Bioeng.* 79: 378-380.
44. Yokoi, H., Natsuda, O., Hirose, J., Hayashi, S. and Takasaki, Y. 2001. Characteristics of a biopolymer flocculant produced by *Bacillus* sp. PY-90. *J. Ferment. Bioeng.* 79: 378-380.