

ผลของทอเรียมและแลนทานัมต่อการดูดซับยูเรเนียมของไคโตซาน

*วรรณี ศรีนุตตระกูล¹ เกษร อินออง² และวิภาวรรณ ประไพ²

¹กลุ่มวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 16 ถ.วิภาวดีรังสิต จตุจักร

กรุงเทพมหานคร 10900

โทรศัพท์ 0 2401 9889 โทรสาร 0 2562 0120 E-mail: neesrinut@yahoo.com

²สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อ. เมือง จ. อุบลราชธานี 34000

บทคัดย่อ

ไคโตซานเป็นอนุพันธ์ของไคตินที่ได้จากเปลือกของสัตว์ที่มีโครงกระดูกภายนอก เช่น เปลือกกุ้งและกระดองปู ซึ่งมีการนำไคโตซานไปใช้ประโยชน์ในการดูดซับโลหะหนัก งานวิจัยนี้ได้ใช้ไคโตซานจากการค้าจำนวน 3 ตัวอย่าง ที่ได้จากเปลือกกุ้งมาศึกษาถึงการดูดซับยูเรเนียม โดยได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไคโตซานด้วย ได้แก่ การกระจายขนาดของอนุภาค น้ำหนักโมเลกุลและปริมาณดิวอกซีเลชัน และทำการทดลองแบบแบทช์สำหรับการศึกษาผลของทอเรียมและแลนทานัมต่อการดูดซับยูเรเนียมของไคโตซานโดยศึกษาที่ความเข้มข้นของยูเรเนียมตั้งต้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และใช้ความเข้มข้นของทอเรียมและแลนทานัมช่วง 0 ถึง 200 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยวิเคราะห์ปริมาณของยูเรเนียมก่อนและหลังการดูดซับของไคโตซานด้วยเทคนิคสเปกโตรมิเตอร์แบบไอซีพี-เออีเอส ผลการทดลองพบว่าทอเรียมและแลนทานัมมีผลทำให้การดูดซับยูเรเนียมของไคโตซานลดลงทั้งในสารละลายตั้งต้นที่มีความเป็นกรดเท่ากับ 3 และ 4

คำสำคัญ: ทอเรียม แลนทานัม ยูเรเนียม ไคโตซาน

Effect of Thorium and Lanthanum on the Uranium Adsorption of Chitosans

*Wanee Srinuttrakul¹, Kasorn In-ong² and Wipawan Prapai²

¹ Nuclear Research and Development Division, Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)

16 Vibhavadi Rangsit Rd., Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand.

Phone: 0 2401 9889, Fax: 0 2562 0120, E-mail: neesrinut@yahoo.com

²Chemistry Program, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Amphoe Muaeng,

Ubon Ratchathani 34000

Abstract

Chitosan is the deacetylated derivative of chitin derived from exoskeletons of crustaceans such as shrimp and crab shells. Chitosan has been applied for adsorption of heavy metal in waste water treatment. In this work, commercial chitosans obtained from shrimp shells were studied for the uranium adsorption. The physicochemical properties of chitosans such as particle size distribution, molecular weight and degree of deacetylation were also

investigated. The effect of thorium and lanthanum on the uranium adsorption was carried out using batch method. The initial concentration of uranium was 50 mg/L and the concentration of thorium and lanthanum were varied from 0 to 200 mg/L. The concentrations of uranium before and after adsorption by chitosans were determined by inductively couple plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES). Results showed that uranium adsorptivity of chitosans in the initial pH 3 and 4 decreased with the increasing concentration of thorium and lanthanum.

Keywords: thorium, lanthanum, uranium, chitosan

1. บทนำ

ไคโตซาน¹ เป็นสารพอลิเมอร์ธรรมชาติที่สกัดได้จากเปลือกของสัตว์ที่มีโครงกระดูกภายนอก เช่น เปลือกกุ้งและกระดองปู นอกจากนี้ยังพบในแกนปลาหมึก และผนังเซลล์ของเห็ดราบางชนิด เป็นต้น ไคโตซานมีหมู่อะมิโนที่แสดงสมบัติในการละลายได้ในกรดอินทรีย์เจือจาง สามารถจับกับไอออนของโลหะได้ดี และสารมีฤทธิ์ทางชีวภาพ เนื่องจากสมบัติพิเศษหลายประการของไคโตซาน ได้แก่ ความเป็นพิษต่ำ มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) สามารถเสื่อมได้ทางชีวภาพ (biodegradability) และไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการศึกษาการดูดซับยูเรเนียมของไคโตซาน²⁻⁴ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดยูเรเนียมในน้ำทิ้ง เนื่องจากยูเรเนียม (U) เป็นสารกัมมันตรังสีที่มีความเป็นพิษและมีครึ่งชีวิตที่ยาวนาน (4.47×10^9 ปี) ซึ่งพบว่าบางครั้งมียูเรเนียมปริมาณสูงในน้ำทิ้งเกิดขึ้นจากกิจกรรมของหน่วยงานทางนิวเคลียร์ เป็นกากกัมมันตรังสีที่เป็นของเหลวซึ่งกากของเหลวที่ปนเปื้อนด้วยรังสีแอลฟา เป็นกากที่ไม่ควรปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม วิธีการบำบัดกากกัมมันตรังสีวิธีหนึ่งที่ใช้ คือ การแยกเอาเรดิโอไอวโคลด์ออกด้วยวิธีการต่าง ๆ⁵⁻⁶ เช่น การตกตะกอน การระเหยแห้ง การกรอง การสกัดด้วยของเหลว หรือการแลกเปลี่ยนไอออน เพื่อแยกเอาสารกัมมันตรังสีออกมีผลให้ปริมาณของกากกัมมันตรังสีลดลง โดยทั่วไปวิธีการแลกเปลี่ยนไอออนจะใช้เรซินซึ่งเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ ในการดูดซับยูเรเนียมในน้ำทิ้งที่เป็นกากกัมมันตรังสี เพื่อลดปริมาณยูเรเนียมให้อยู่ในเรซินเป็นกากของแข็ง ซึ่งจะไม่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมโดยตรง เนื่องจากสามารถควบคุมได้ที่สถานประกอบการ คือเก็บไว้ในภาชนะบรรจุ เพื่อให้สลายกัมมันตรังสี หรือทิ้งในสถานที่ทิ้งที่ปลอดภัย นอกจากนี้ในน้ำทิ้งจะมียูเรเนียมแล้วยังพบว่ามีทอเรียมและธาดูหายากปนอยู่ด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงได้ศึกษาถึงผลของทอเรียมและแลนทานัมต่อการดูดซับยูเรเนียมของไคโตซานที่สภาวะของการดูดซับที่เหมาะสม คือ สารละลายตั้งต้นของยูเรเนียมที่มีความเป็นกรดเท่ากับ 3 และ 4 โดยได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไคโตซานที่ใช้ในงานวิจัยนี้ด้วย ได้แก่ การกระจายของขนาดอนุภาค น้ำหนักโมเลกุล และปริมาณคีอะเซทิลเลชัน

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไคโตซาน

ไคโตซานที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ S1 (ห้างหุ้นส่วนจำกัด อินทรีย์เพิ่มผล) S2 และ C (ร้านนพินำโชค) การศึกษาการกระจายของขนาดอนุภาคของไคโตซานใช้การคัดแยกขนาดของตัวอย่างไคโตซานด้วยเครื่องคัดแยกขนาด Fritsch โดยใช้ตะแกรงร่อนขนาด 45 150 300 และ 500 ไมโครเมตร การหาน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานวิเคราะห์ด้วย gel permeation chromatography (GPC; Waters 600E) และวิเคราะห์ปริมาณดีอะเซทิลเลชัน (degree of deacetylation, DD) ของไคโตซานวิเคราะห์ด้วยวิธี first derivative ultraviolet spectrophotometry (UV-Visible Spectrophotometer, Cintra 10e; GBC Instruments)

2.2 การศึกษาผลของทอเรียมและแลนทานัมต่อการดูดซับยูเรเนียมของไคโตซาน

แช่ไคโตซาน S1 S2 และ C 0.25 กรัม ในสารละลายผสมของยูเรเนียม 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่มีสารละลายทอเรียมหรือแลนทานัมความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ดังนี้ 0 25 50 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร โดยให้สารละลายตั้งต้นมี pH 3 และ 4 ตามลำดับ กวนสารละลายเป็นเวลา 5 นาที และตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นแยกไคโตซานออกจากสารละลาย และวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมในสารละลายทั้งก่อนและหลังการดูดซับด้วยไคโตซานด้วยเทคนิคสเปกโตรมิเตอร์แบบไอซีพี-เออีเอส (inductively coupled plasma atomic emission spectrometry, ICP-AES Optima 5300DV; Perkin Elmers) และคำนวณความสามารถของการดูดซับยูเรเนียม (adsorptivity) จากความเข้มข้นเป็นมิลลิกรัมยูเรเนียมต่อกรัมไคโตซาน (mg U/g chitosan)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไคโตซาน

การกระจายของขนาดอนุภาคของไคโตซานที่ผ่านการแยกขนาดโดยใช้ ตะแกรงร่อนแสดงผลดัง Fig. 1 พบว่าไคโตซาน S1 มีขนาดอนุภาคมากที่สุดที่ขนาด 150 – 300 ไมโครเมตร และ 300 – 500 ไมโครเมตร ส่วนไคโตซาน S2 และ C ส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร

ผลการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของตัวอย่างไคโตซาน S1 S2 และ C ด้วยเทคนิค GPC แสดงดัง Fig. 2 พบว่าน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานทั้ง 3 ชนิด อยู่ในระดับ 10^5 และน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน S1 มากกว่า C และ S2 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณดีอะเซทิลเลชัน (DD) ของไคโตซานโดยใช้วิธี first derivative ultraviolet spectrophotometry (1DUVS) แสดงผลดัง Fig. 3 ซึ่งไคโตซานทั้งสามชนิดมี %DD มากกว่า 90% แสดงว่ามีปริมาณหมู่ acetyl เพียงเล็กน้อยในไคโตซานบนต้นของหมู่ amine

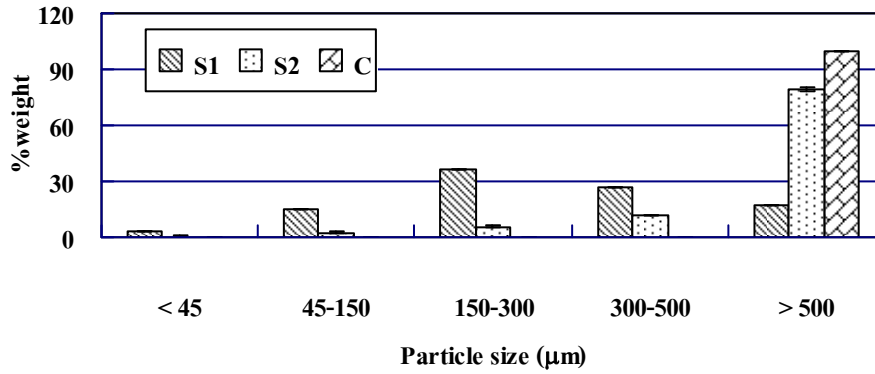


Fig. 1 Particle size distribution of chitosans S1, S2 and C.

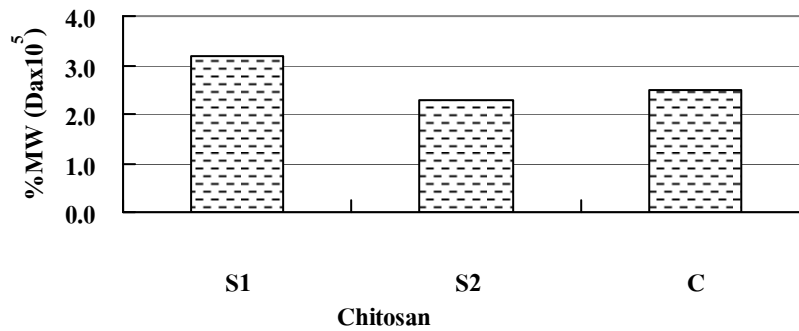


Fig. 2 Molecular weight of chitosans S1, S2 and C

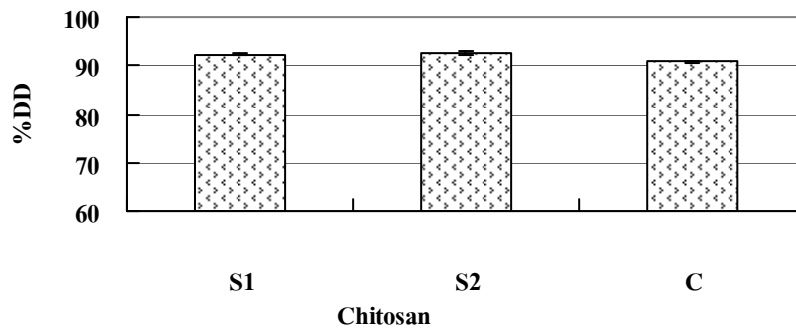


Fig. 3 Degree of deacetylation of chitosans S1, S2 and C.

3.2. ผลการศึกษาผลของทอริยมต่อการดูดซับยูเรเนียมของไคโตซาน

ผลการศึกษาผลของทอริยมและแลนทานัมแสดงดัง Fig. 4 และ Fig 5 พบว่าในสารละลายตั้งต้น pH 3 และ 4 ทอริยมและแลนทานัมมีผลทำให้การดูดซับยูเรเนียมของไคโตซานลดลง เนื่องจากในสารละลาย pH 3 และ 4 ยูเรเนียมในรูปของ UO_2^{2+} และ $UO_2(OH)^+$ จะถูกดูดซับด้วยไคโตซานได้น้อยกว่าทอริยมซึ่งอยู่ในรูป Th^{4+} และแลนทานัมซึ่งอยู่ในรูป La^{3+} ซึ่งเป็นไปตามกฎของคูลอมบ์ กล่าวคือแรงดึงดูดจะเพิ่มขึ้นเมื่อประจุของไอออนเพิ่มขึ้น ดังนั้นไคโตซานจึงดูดซับทอริยมหรือแลนทานัมได้ดีกว่าและทำให้การดูดซับยูเรเนียมลดลงตามลำดับเมื่อความเข้มข้นของทอริยมหรือแลนทานัมเพิ่มขึ้น

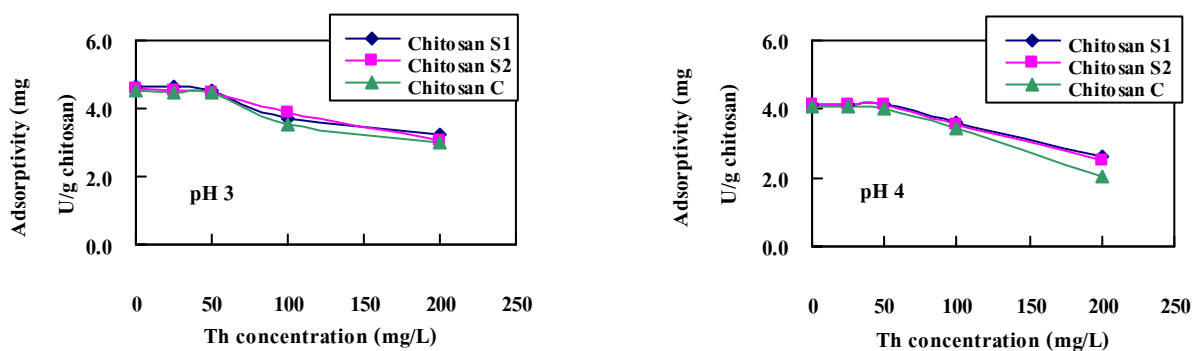


Fig. 4 Effect of Th on U adsorptivity of chitosans S1, S2 and C at pH 3 and 4.

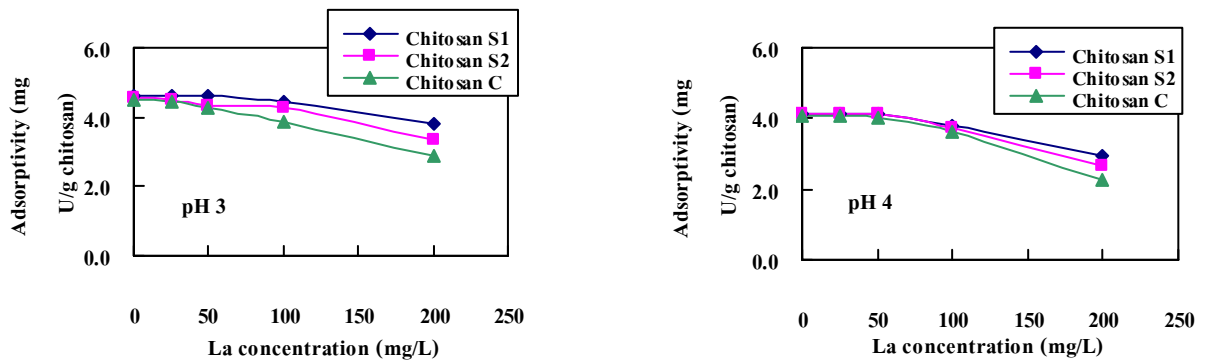


Fig. 5 Effect of La on U adsorptivity of chitosans S1, S2 and C at pH 3 and 4.

4. สรุป

ไคโตซานที่ได้จากการค้า (S1 S2 และ C) สามารถดูดซับยูเรเนียมได้ดี แต่ในสารละลายที่มีทอริยมหรือแลนทานัมผสมอยู่ด้วยจะมีผลทำให้การดูดซับยูเรเนียมของไคโตซานลดลง แต่สามารถเพิ่มการดูดซับของยูเรเนียมได้โดยการเพิ่มปริมาณของไคโตซาน ซึ่งการนำไคโตซานไปใช้ในการ

บำบัดน้ำทิ้ง อาจจะต้องมีการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของไคโตซานให้มีความเหมาะสมและสามารถทนต่อการละลายในสารละลายกรดได้เพิ่มขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ประสานงานนักเรียนทุนรัฐบาลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6. เอกสารอ้างอิง

1. Winterowd, J. G., Sandford, P.A., 1995. Food Polysaccharides and their Applications. 1st ed. Marcel Dekker, New York, p. 441-456.
2. Oshita, K., Oshima, M., Gao, Y., Lee, K.H., Motomizu, S., 2003. Synthesis of novel chitosan resin derivatized with serine moiety for the column collection/concentration of uranium and the determination of uranium by ICP-MS. Anal Chim Acta. 480, 239-49.
3. Srinuttrakul, W., Homrod, J., Suwannakita, C., 2010. Optimum condition for uranium adsorption of chitosan. 36th Congress on Science and Technology of Thailand Proc., Bangkok, Thailand, STT36_J_J0006.
4. Srinuttrakul, W., Inplang, A., Satantoranil, K., 2011. Uranium adsorption of chitosan obtained from shrimp shells. Pure and Applied Chemistry International Conference (PACCON 2011). Bangkok, Thailand, PACCON2011_EC_E0028.
5. Ladeira, A.C.Q., Morais, C.A., 2005. Uranium recovery from industrial effluent by ion exchange—column experiments. Minerals Engineering. 18, 1337-1340.
6. Raju, C.S.K., Subramanian, M.S., 2007. Sequential separation of lanthanides, thorium and uranium using novel solid phase extraction method from high acidic nuclear wastes. J. of Hazardous Materials. 145, 315-322.
7. Catherine, J. et. al., 2001. Uranium(VI) Sorption Complexes on Montmorillonite as a Function of Solution Chemistry. J. of Colloid and Interface Science. 233, 38-49.