

การเปรียบเทียบการดูดซับตะกั่ว(+2)

โดยใช้เปลือกไข่และเกล็ดปลา

Comparative Studies on Adsorption of Lead (II)

by Egg Shell and Fish Scale

ประสิทธิ์ แผ้วบาง* และ อรไท สุขเจริญ**

Prasit Pawebang* and Oratai Sukcharoen**

บทคัดย่อ

ตะกั่วเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำตามสิ่งแวดล้อม (และแหล่งน้ำบริโภค) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการแยกตะกั่ว (+2) ออกจากแหล่งน้ำโดยใช้เปลือกไข่และเกล็ดปลาเป็นตัวดูดซับ และศึกษาผลของพีเอชเริ่มต้น เวลาที่ใช้ในการดูดซับ ความเข้มข้นของตะกั่วเริ่มต้นที่มีผลต่อการดูดซับตะกั่ว ตลอดจนการเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับตะกั่วโอออนเทียบกับการดูดซับโลหะโอออนชนิดอื่น จากผลของการศึกษาได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้เกล็ดปลาในการดูดซับตะกั่วได้ดีกว่าเปลือกไข่

Abstract

Lead is one of heavy metals which contaminates the aquatic environment (and sources of potable water). The removal of lead (II) from aqueous solution by adsorption on egg shell and fish scale was studied. The effects of initial pH, contact time and initial lead (II) concentration were also studied in comparison to the potential of adsorption of other metal ions. The results showed that the fish scale had more potential for lead (II) adsorption than the egg shell.

* ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง

** ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

Dept. of Applied Biology, Fac. of Science, King Mongkut's Institute of Technology, Ladkrabang, Bangkok 10520

Dept. of Biotechnology, Fac. of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240

หน้าว่าง

สำนักหอสมุด

ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชัน สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ของ Shimadzu รุ่น AA-680 ที่มีความยาวคลื่น 217 นาโนเมตร

2.2.3 การศึกษาอัตราความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วต่อการดูดซับ

นำเปลือกไข่หรือเกล็ดปลาที่เตรียมไว้สำหรับการศึกษาดูดซับตะกั่ว โดยใช้เปลือกไข่หรือเกล็ดปลาประมาณ 2.5 กรัมต่อสารละลายตะกั่ว (Pb^{2+}) ที่มีอัตราความเข้มข้นต่างๆ คือ 62.5, 125, 187.5, 250, 375, 500 และ 750 มิลลิกรัมลิตร ปรับพีเอชที่เหมาะสม ในการดูดซับในปริมาณ 50 มิลลิลิตรในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปเขย่าที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างไปกรองด้วยกระดาษกรองเซลลูโลสอะซิเตดขนาด 0.45 ไมครอน นำสารละลายไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชัน สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ของ Shimadzu รุ่น AA-680 ที่มีความยาวคลื่น 217 นาโนเมตร

2.2.4 การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการดูดซับตะกั่วกับ นิกเกิล คอปเปอร์ และ โครเมียม

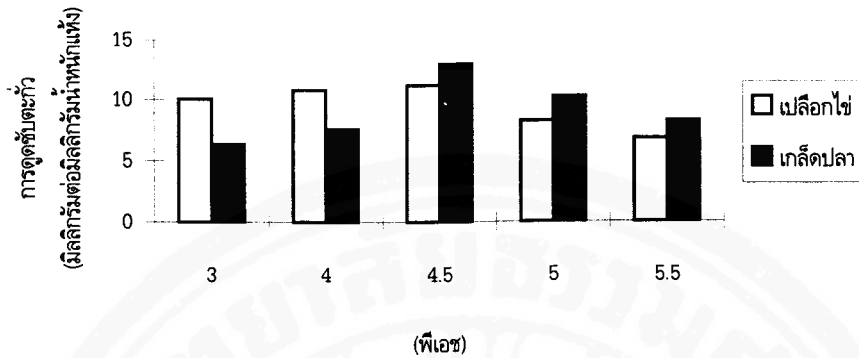
นำเปลือกไข่หรือเกล็ดปลาที่เตรียมไว้สำหรับการศึกษาดูดซับตะกั่ว โดยใช้เปลือกไข่หรือเกล็ดปลาประมาณ 2.5 กรัมต่อสารละลายชนิดต่างๆ คือ นิกเกิล ทองแดง และโครเมียม ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของ $Ni(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$ และ $Cr(NO_3)_3$ ตามลำดับ และปรับให้มีพีเอชที่เหมาะสมในการดูดซับ ในปริมาณ 50 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปเขย่าที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที นำตัวอย่างไปกรองด้วยกระดาษกรองเซลลูโลสอะซิเตดขนาด 0.45 ไมครอน

นำสารละลายไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชัน สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ของ Shimadzu รุ่น AA-680 ที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกัน โดยวิเคราะห์ปริมาณนิกเกิล ทองแดง และโครเมียมที่มีความยาวคลื่น 232,324.8 และ 357.9 นาโนเมตร ตามลำดับ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับตะกั่วโดยใช้เปลือกไข่และเกล็ดปลา ซึ่งเป็นวัตถุดิบเหลือทิ้งจากสัตว์ สามารถแสดงผลในการดูดซับได้ดังนี้

จากการศึกษาของพีเอชเริ่มต้นที่มีต่อการดูดซับตะกั่วเมื่อใช้เปลือกไข่และเกล็ดปลาจากรูปที่ 1 พบว่าในช่วงพีเอชเริ่มต้นที่ศึกษาคือ 3.0-5.5 นั้น สามารถพิจารณาได้เป็น 2 ช่วง ในช่วงพีเอช 3-4 นั้น เปลือกไข่สามารถดูดซับตะกั่วได้สูงกว่าการใช้เกล็ดปลา ในขณะที่ช่วงพีเอชเป็น 4.5-5.5 นั้น เกล็ดปลาสามารถดูดซับตะกั่วได้สูงกว่าการใช้เปลือกไข่ ในกรณีของเปลือกไข่นั้นจะให้ผลการดูดซับตะกั่วในช่วง 3.0-4.5 ได้ไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าพีเอชเริ่มต้นสูงกว่านี้จะทำให้การดูดซับตะกั่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับได้เท่ากับ 11.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้งของเปลือกไข่ ที่พีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4.5 ส่วนการใช้เกล็ดปลา จะพบว่าพีเอชเริ่มต้นที่เหมาะสมต่อการดูดซับตะกั่ว คือที่พีเอชเริ่มต้นเป็น 4.5 โดยปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับได้เป็น 13.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้งของเกล็ดปลา และถ้าพีเอชเริ่มต้นต่ำหรือสูงกว่านี้จะทำให้การดูดซับตะกั่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

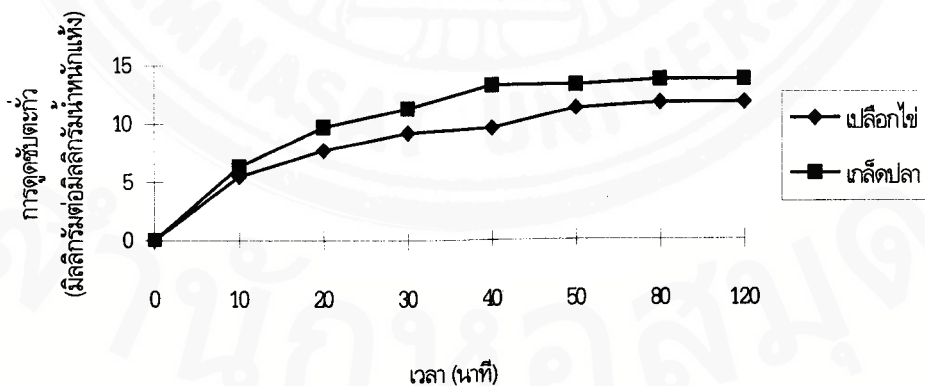


รูปที่ 1 แสดงผลการศึกษาพีเอชเริ่มต้นต่อการดูดซับ

ในขณะที่ Kim และคณะ [6] พบว่าพีเอชที่เหมาะสมในการดูดซับตะกั่วโดยพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตจาก *Methylobacterium organophilum* คือพีเอชที่ 7 เนื่องจากประจุลบที่เกิดบนพอลิแซ็กคาไรด์ [6] Auns (1999) พบว่าพีเอชที่เหมาะสมในการดูดซับตะกั่วโดยโคโตแซนคือพีเอช 8.07 [7] ส่วน Fourest และ Roux (1992) พบว่าพีเอช 5 เป็นพีเอชที่เหมาะสมต่อการดูดซับตะกั่วเมื่อใช้ *Rhizopus arrhizus* ในการดูดซับ [8] และพีเอช 4.5 เมื่อใช้ *Penicillium chrysogenum* ในการดูดซับ [9]

จากการศึกษาผลของเวลาต่อการดูดซับตะกั่วที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อใช้เปลือกไข่และเกล็ด

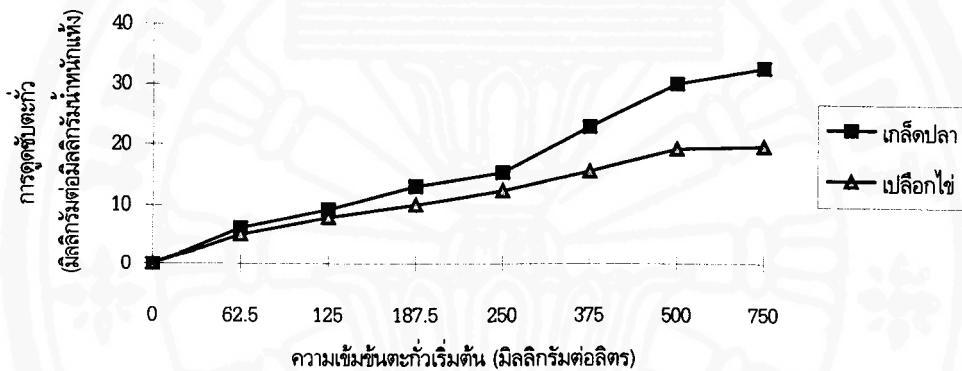
ปลาโดยปรับพีเอชเริ่มต้นเป็น 4.5 จากรูปที่ 2 พบว่าเปลือกไข่สามารถดูดซับตะกั่วได้สูงที่สุดที่เวลา 80 นาที โดยเปลือกไข่สามารถดูดซับตะกั่วได้ 11.71 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้งของเปลือกไข่ ส่วนเกล็ดปลาสามารถดูดซับตะกั่วได้สูงที่สุดที่เวลา 80 นาที โดยเกล็ดปลาสามารถดูดซับตะกั่วได้ 13.67 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้งของเกล็ดปลา เมื่อพิจารณาอัตราเร็วในการดูดซับตะกั่วที่เกิดขึ้น พบว่าการใช้เกล็ดปลาเป็นวัสดุในการดูดซับ จะให้อัตราเร็วในการดูดซับตะกั่วเป็น 4.68 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้งต่อนาที ในขณะที่ใช้เปลือกไข่ จะให้อัตราเร็วในการดูดซับตะกั่วเป็น 4.40 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้งต่อนาที



รูปที่ 2 แสดงผลของการดูดซับตะกั่วโดยเปลือกไข่และเกล็ดปลาที่เวลาต่างๆ

จากการศึกษาผลอัตราความเข้มข้นเริ่มต้นต่อการดูดซับตะกั่ว (Pb^{2+}) โดยความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่ใช้ในการศึกษา คือ 62.5, 125, 187.5, 250, 375, 500 และ 750 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยปรับพีเอชเริ่มต้นเป็น 4.5 จากรูปที่ 3 พบว่าความสามารถในการดูดซับตะกั่วโดยเปลือกไข่และเกล็ดปลา นั้น จะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของตะกั่วเริ่มต้น จนถึง 750 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการดูดซับ ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4 จะพบว่าประสิทธิภาพของเปลือกไข่ในการดูด

ซับตะกั่วได้สูงสุดที่ความเข้มข้นของตะกั่วเป็น 62.5 มิลลิกรัมต่อลิตรเหมือนกันกับการใช้เกล็ดปลาเป็นตัวดูดซับ แต่มีปริมาณการดูดซับเท่ากับ 5.20 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้งของเปลือกไข่ ส่วนประสิทธิภาพของเกล็ดปลาในการดูดซับตะกั่วได้สูงสุดที่ความเข้มข้น 62.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณการดูดซับตะกั่วเป็น 6.30 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง โดยประสิทธิภาพของการดูดซับ คำนวณได้จากปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับต่อปริมาณตัวดูดซับ



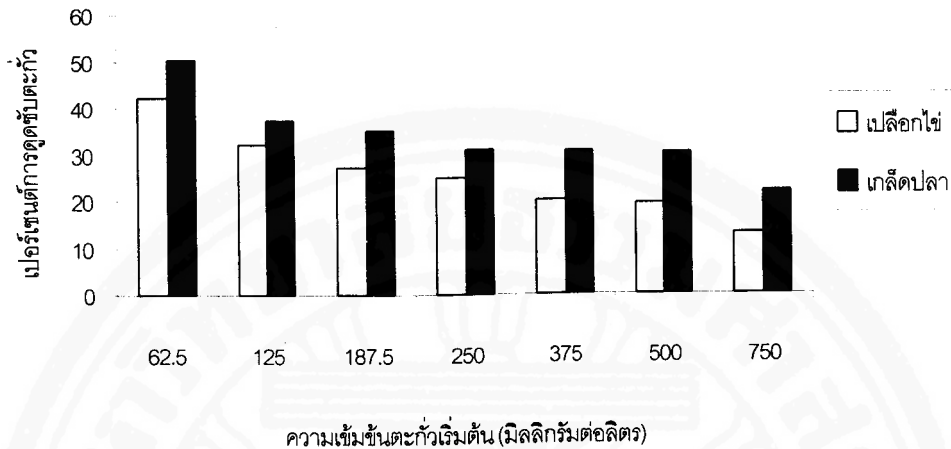
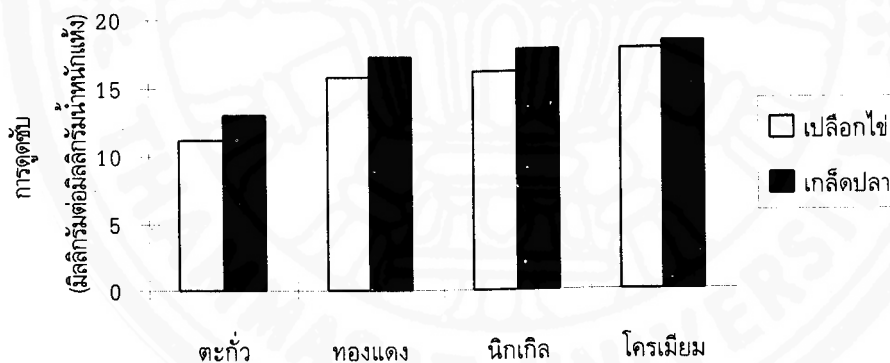
รูปที่ 3 แสดงผลความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วต่อการดูด

เมื่อเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์การดูดซับ จากรูปที่ 4 พบว่าเปลือกไข่สามารถดูดซับตะกั่ว (Pb^{2+}) ที่ความเข้มข้น 62.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ 42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเกล็ดปลาสามารถดูดซับตะกั่ว (Pb^{2+}) ที่ความเข้มข้น 62.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่มีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้ระบบเข้าสู่สภาพสมดุลของการดูดซับ [6]

จากการศึกษาการดูดซับของนิกเกิลทองแดง โคโรเนียม เปรียบเทียบกับตะกั่วที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อใช้เปลือกไข่และเกล็ดปลาเป็นตัวดูดซับจากรูปที่ 5 พบว่าเปลือกไข่และเกล็ดปลาสามารถดูดซับโคโรเนียมได้ในปริมาณที่สูง

กว่าทองแดง นิกเกิล และตะกั่ว ตามลำดับ เป็นเพราะว่าขนาดไอออนของโลหะหนักโคโรเนียมมีขนาดเล็กกว่าทองแดง นิกเกิล และตะกั่วตามลำดับ

จากการทดลองของ Kim และคณะ [6] พบว่า พอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตได้จาก *Methylobacterium organophilum* สามารถดูดซับทองแดงได้ร้อยละ 21 และดูดซับตะกั่วได้ร้อยละ 18 เมื่อใช้เวลาในการดูดซับ 30 นาที ที่พีเอช 7 Omar และคณะ [10] พบว่า การดูดซับทองแดง จะดีกว่าการดูดซับนิกเกิล เมื่อใช้เปลือกถั่ว (bambara nut) เป็นตัวดูดซับเช่นเดียวกับการใช้แกนกล้วยเป็นตัวดูดซับ ซึ่งศึกษาโดย Low และคณะ [11]

รูปที่ 4 แสดงผลเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดชีพของตะกั่ว (Pb^{2+})

รูปที่ 5 แสดงผลเปรียบเทียบการรอดชีพนิกเกิล ทองแดง โคโรเมียม กับตะกั่ว

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการรอดชีพตะกั่วโดยเปลือกไข่และเกล็ดปลา ซึ่งเป็นวัตถุบดเหลือทิ้งจากสัตว์ โดยศึกษาผลของพีเอชเริ่มต้น ระยะเวลา อัตราการรอดชีพ ความเข้มข้นของตะกั่วเริ่มต้นและการเปรียบเทียบการรอดชีพของนิกเกิล ทองแดง โคโรเมียมพบว่าพีเอชที่เหมาะสมในการรอดชีพของ

เปลือกไข่และเกล็ดปลาที่ใช้ในการรอดชีพตะกั่วคือ พีเอช 4.5 ส่วนเวลาที่เหมาะสมในการรอดชีพตะกั่วที่ 80 นาที โดยเปลือกไข่สามารถรอดชีพตะกั่วได้สูงสุด 11.71 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนเกล็ดปลาสามารถรอดชีพตะกั่วได้สูงสุด 13.67 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนที่ระดับความเข้มข้นของตะกั่วเริ่มต้นที่ระดับต่างๆกันนั้น พบว่าเปลือกไข่สามารถรอดชีพ

ตะกั่วที่มีความเข้มข้นถึง 750 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ 19.80 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง คิดเป็นร้อยละ 13.20 ของการดูดซับ ส่วนเกล็ดปลาสามารถดูดซับตะกั่ว (Pb^{2+}) ที่มีความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อลิตรได้ 32.84 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง คิดเป็นร้อยละ 21.90 ของการดูดซับ และความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่ว 62.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เปลือกไข่และเกล็ดปลาสามารถดูดซับตะกั่ว (Pb^{2+}) ได้ 5.20 และ 6.30 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 42 และ 50 ของการดูดซับ เมื่อเปรียบเทียบการดูดซับโลหะไอออนชนิดอื่นๆ เช่น นิเกิล ทองแดง โคบอลต์ กับตะกั่วแล้ว จะพบว่าทั้งเปลือกไข่และเกล็ดปลาสามารถดูดซับโคบอลต์ได้ดีที่สุด รองลงมาคือนิเกิลและทองแดง ส่วนตะกั่วสามารถดูดซับได้น้อยที่สุด ดังนั้นทั้งเปลือกไข่ และเกล็ดปลามีความเหมาะสมดูดซับโลหะหนักที่มีขนาดเล็กได้ดีกว่าโลหะหนักที่มีขนาดใหญ่

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] เนาวรัตน์ สุวรรณบุญ และคณะ. 2533. ปริมาณตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงงาน 10 แห่งเปรียบเทียบในกลุ่มควบคุม. วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่ 6 ฉบับที่ 1: 21-27.
- [2] จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก. 2537. ภัยมืดจากสารพิษ. บริษัทเชษฐาสุตติโอแอนด์กราฟิคดีไซน์จำกัด.
- [3] ปฐม เลหาเกสร. 2540. การเลี้ยงสัตว์ปีก. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [4] Willan, J. Stadelman, Onken Jand. CoHerill. 1994. Egg Science and Technology. Food Products Press, Amimprint of the Haworth Press, Inc. New York.
- [5] บัญญัติ มณฑียรอาสน์. 2533. มินวิทยา. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, เชียงใหม่.
- [6] Kim, S. Y., Kim, J. H., Kim, C. J., and Oh, D. K. 1996. Metal adsorption of the polysaccharide produced from *Methylobacterium organophilum* Biotech. Lett. 18 :1161-1164.
- [7] Anus, N. N. 1999. Adsorption/Desorption of heavy metals using chitosan. J. Environ Res. 20: 10-27
- [8] Fourest, E. and Roux, J. 1992. Heavy metal biosorption by fungal mycelial by-products: mechanisms and influence of pH. Appl Microbio Biotechnol. 37: 399-403.
- [9] Niu, H., Xu, X. S., Wang, J. H. and Volesky, S. 1993. Removal of lead from aqueous solutions by *Penicillium biomass*. Biot. Bioeng, 42:785-787.
- [10] Omar, B. S., Shalmon, M. B., and Egila, J. N. 1993. A note on the binding of Nickel and Copper ions by cellulosic materials. Bioresource Tech. 43: 63-65.
- [11] Low, S. K., Lee, C. K., and Leo, A., C. 1995. Removal of metal from electroplating technology waste using banana pith. Bio-resource Tech. 51: 227-231.