ADSORPTION OF COPPER(II) AND ZINC(II) IN 0.01 M HYDROCHLORIC ACID SOLUTION BY CHITOSANS

PONGDEJ EKWANIJCHA

...
...

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(APPLIED ANALYTICAL AND INORGANIC CHEMISTRY)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2000

ISBN 974-664-571-4

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

TH
P796a
2000
45477 C 1

4036379 SCAI/M : MAJOR: APPLIED ANALYTICAL AND INORGANIC CHEMISTRY; M. Sc. (APPLIED ANALYTICAL AND INORGANIC CHEMISTRY)
KEY WORDS : ADSORPTION / COPPER(II) / ZINC(II) / CHITOSAN

PONGDEJ EKWANIJCHA: ADSORPTION OF COPPER(II) AND ZINC(II) IN 0.01 M HYDROCHLORIC ACID SOLUTION BY CHITOSANS. THESIS ADVISORS: DUANGJAI NACAPRICHA, Ph.D., PRAPIN WILAIRAT, Ph.D. 125 p. ISBN 974-664-571-4

Chitosan or deacetylated chitin, is obtained from crab or shrimp shell. Recently, chitosan capsules have been produced and sold as a dietary supplement for weight control. Chitosan is taken to reduce the absorption of fats and cholesterol. However, chitosan and some derivatives of chitosan have been reported as having capacities to adsorb metal ions, including ions of essential minerals such as copper(II) and zinc(II) ions.

In this work, three chitosan samples, denoted as chitosan S, chitosan L and chitosan M, respectively, were studied for adsorption of Cu(II) and Zn(II) in 0.01 M HCl, the pH of gastric juice. Chitosan S is a sample containing no fillers, approximately 98%(w/w). Chitosan L and chitosan M contained fillers, such as ascorbic acid (5%w/w) and carbohydrate (32.6%w/w), respectively. Adsorption capacities of Cu(II) and Zn(II) ions on chitosans were measured after two hours in contact with solutions. The capacities were calculated based on Langmuir adsorption isotherm. The order of capacities for Cu(II) ion were: chitosan S (59.8 ± 3.0 mg/g) > chitosan L (52.2 ± 3.2 mg/g) > chitosan M (24.9 ± 1.4 mg/g). The order of capacities for Zn(II) ion were: chitosan S (20.3 ± 2.8 mg/g) ≈ chitosan L (19.8 ± 1.6 mg/g) > chitosan M (13.6 ± 1.1 mg/g). The adsorption capacities of Cu(II) ion for all chitosans were greater than Zn(II) ion. The adsorption of both metal ions on chitosans may take place via chemisorption at the $-NH_2$ group.

Effect of competing cation on metal adsorption in 0.01 M HCl were studied in binary system of Cu(II) and Zn(II). The amount of metal of interest and chitosan were chosen to be equal to a meal intaking, 1.34 mg Cu/g chitosan and 6.63 mg Zn/g chitosan. The adsorption of Cu(II) ion for all the chitosans did not change as the concentration of added Zn(II) ion increased. However, the adsorption of Zn(II) ion decreased as Cu(II) ion was added to the solution.

From the capacity data obtained in this work, chitosan L and chitosan M which are used as meal supplement, may inhibit gastric absorption of Cu(II) and Zn(II) ions. However, the experiments were not carried out in the exact condition of the stomach condition. An in vivo study should be carried out to confirm this.

4036379 SCAI/M: สาขาวิชา: เคมีวิเคราะห์และเคมีอนินทรีย์ประยุกต์; วท.ม. (เคมีวิเคราะห์และเคมีอนินทรีย์ประยุกต์)

พงษ์เดช เอกวนิชชา: การดูดซับทองแดงและสังกะสีของไคโตแซนในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.01 โมลาร์ (ADSORPTION OF COPPER(II) AND ZINC(II) IN 0.01 M HYDROCHLORIC ACID SOLUTION BY CHITOSANS). คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ดวงใจ นาคะปรีชา, Ph. D., ประพิณ วิไลรัตน์, Ph.D. 125 หน้า. ISBN 974-664-571-4

ไคโตแซนคือไคตินที่ถูกกำจัดหมู่อะซีติลซึ่งได้มาจากกระดองปูและเปลือกกุ้ง ในปัจจุบันนี้มีการผลิตไคโตแซนในรูปของแคปซูลเพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์ในการควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากไคโตแซนช่วยลดการดูดซึมไขมันและคลอเรสเตอรอลเข้าสู่ร่างกายได้ อย่างไรก็ตามไคโตแซนและอนุพันธ์บางชนิดยังสามารถดูดซับไอออนของโลหะต่างๆได้รวมทั้งไอออนของโลหะที่จำเป็นต่อร่างกายได้แก่ ไอออนของโลหะทองแดง (Cu(II)) และสังกะสี (Zn(II)) เป็นต้น

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความสามารถในการดูดซับ Cu(II) และ Zn(II) โดยไคโตแซนสามชนิดคือ ไคโตแซนเอส ไคโตแซนแอล และไคโตแซนเอ็ม โดยทำการทดลองในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.01 M เพื่อจำลองสภาพความเป็นกรดของน้ำย่อยจากกระเพาะอาหารซึ่งระหว่างไคโตแซนทั้งสามชนิดนี้ ไคโตแซนเอส เป็นตัวอย่างที่มีความบริสุทธิ์สูง (ประมาณร้อยละ 98 โดยน้ำหนัก) เนื่องจากไม่มีตัวเติมเต็มเป็นส่วนประกอบ ขณะที่ไคโตแซนแอล และไคโตแซนเอ็มมีตัวเติมเต็มคือกรดแอสคอร์บิค (ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก) และคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ 32.6 โดยน้ำหนัก) เป็นส่วนประกอบตามลำดับ ได้ทำการหาค่าความจุในการดูดซับของไคโตแซนต่อ Cu(II) และ Zn(II) ในระยะเวลาสองชั่วโมง ซึ่งอ้างอิงตามหลักการของ Langmuir adsorption isotherm จากการศึกษาพบว่า ลำดับความสามารถในการดูดซับ Cu(II) เป็นดังนี้คือ ไคโตแซนเอส (59.8 $\pm$3.0 mg/g) > ไคโตแซนแอล (52.2 $\pm$ 3.2 mg/g) > ไคโตแซนเอ็ม (24.9 $\pm$ 1.4 mg/g) ส่วนลำดับความสามารถในการดูดซับ Zn(II) คือ ไคโตแซนเอส (20.3 $\pm$2.8 mg/g)ใกล้เคียงกับไคโตแซนแอล (19.8 $\pm$ 1.6 mg/g) แต่มากกว่าไคโตแซนเอ็ม (13.6 $\pm$ 1.1 mg/g) ทั้งนี้พบว่าค่าความจุในการดูดซับของ Cu(II) มากกว่าของ Zn(II) เสมอไม่ว่าจะศึกษาในไคโตแซนชนิดใด สำหรับกลไกในการดูดซับไอออนของโลหะทั้งสอง (M^{2+}) จัดเป็นกระบวนการดูดซับทางเคมีซึ่งเกิดขึ้นที่หมู่เอมีน ($-NH_2$) บนไคโตแซน

งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาถึงอิทธิพลของไอออนตัวรบกวนที่อาจมีผลต่อการดูดซับของไอออนของโลหะที่สนใจในระบบที่มีทั้ง Cu(II) และ Zn(II) อยู่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.01 M ปริมาณของโลหะที่สนใจและไคโตแซนจะเท่ากับที่ร่างกายได้รับต่อการบริโภคหนึ่งมื้อ กล่าวคือ1.34 mg Cu/g chitosan และ 6.63 Zn/g chitosan พบว่าการดูดซับของ Cu(II) บนไคโตแซนทุกชนิดไม่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อความเข้มข้นของ Zn(II) ที่เติมลงไปเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการดูดซับของ Zn(II) จะลดลงเมื่อความเข้มข้นของ Cu(II) ถูกเติมเข้าไปในระบบเพิ่มขึ้น

จากค่าความจุของการดูดซับ Cu(II) และ Zn(II) โดยไคโตแซนแอลและไคโตแซนเอ็มพบว่า ไคโตแซนทั้งสองชนิดอาจจะยับยั้งการดูดซึม Cu(II) และ Zn(II) ได้เมื่อบริโภคไคโตแซนทั้งสองชนิดเพื่อควบคุมน้ำหนักในแต่ละมื้อ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ไม่ได้ศึกษาในสภาวะกระเพาะอาหารจริง จึงควรจะทำการทดลองในระบบ in vivo เพื่อยืนยันผลที่ได้นี้อีกครั้ง

Copyright by Mahidol University