# การกำจัด Cu Mn และ Zn โดยกระบวนการดูดซับด้วยเปลือกหอย

นิศารัตน์ จุนเจริญวงศา

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤษภาคม 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นิสารัตน์ จุนเจริญวงศา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.คฑาวุธ ภาชนะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร.อรรถพล เชยศุภเกตุ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์ แก้วขาว)

.....กรรมการ

(ดร.คฑาวุธ ภาชนะ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล)

.....กรรมการ

(ดร.อรรถพล เชยศุภเกตุ)

.....กรรมการ

(ดร.กรประภา กาญจนะ)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์)

วันที่ ๒๐ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดีด้วยความกรุณาจาก ดร.คฑาวุธ ภาชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผศ.ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล และดร.อรรถพล เชยศุภเกตุ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และ ดร.วิเชียร ศิริพรม คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ด้วยความละเอียดและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผศ.ดร.จักรพงษ์ แก้วขาว ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.กรประภา กาญจนะ ตัวแทนฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บุคลากร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นอย่างดีทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบคุณ คุณพ่อมานพ และ คุณแม่อรวรรณ จุนเจริญวงศา รวมถึงเพื่อน ๆ พี่ น้อง และท่านอื่นที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

นิสารัตน์ จุนเจริญวงศา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

52910158: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ: เปลือกหอย/ การดูดซับ/ โลหะหนัก/ น้ำเสีย

นิสารัตน์ จุนเจริญวงศา: การกำจัด Cu Mn และ Zn โดยกระบวนการดูดซับด้วยเปลือกหอย (REMOVAL OF Cu Mn AND Zn BY ADSORPTION PROCESS WITH MOLLUSK SHELL) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: คฑาวุธ ภาชนะ, Ph.D., สุวรรณา ภาณุตระกูล, Ph.D., อรรถพล เชยศุภเกตุ, Ph.D. 116 หน้า. ปี พ.ศ. 2556.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างพื้นผิวของตัวดูดซับ และความสามารถในการดูดซับโลหะหนักโดยใช้เปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์เป็นตัวดูดซับ โดยตัวอย่างเปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีบดจนมีขนาด 75 ไมโครเมตร โดยทำการศึกษาโครงสร้างพื้นผิวของตัวดูดซับด้วยเครื่องเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกชั่น และกล้องจุลทรรศน์สแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครสโคป พบว่า หอยลายมีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตโดยมีผลึกเป็นแบบอาราโกไนต์ ในขณะที่หอยเชลล์มีองค์ประกอบเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตโดยมีผลึกเป็นแบบแคลไซต์และอาราโกไนต์ และมีการตรวจพบว่าเปลือกหอยเชลล์และหอยลายมีรูพรุนพื้นที่ผิวซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของตัวดูดซับ

ผลของการทดลองการดูดซับโลหะหนัก พบว่า การดูดซับสังกะสีและทองแดงเข้าสู่สมดุลภายในเวลา 25 และ 60 นาที ตามลำดับ โดยมีเปอร์เซ็นต์การกำจัดไอออนของทองแดงและสังกะสีสูงถึง 95.12-97.91%และ 97.99-98.38% ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นของสารละลายเริ่มต้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร, ปริมาณตัวดูดซับ (1 กรัมต่อ100 มิลลิลิตร) และสารละลายมีค่า pH 5 ซึ่งทองแดงและสังกะสีที่ผ่านกระบวนการดูดซับแล้วนั้นจะเหลือความเข้มข้นของทองแดงและสังกะสีไม่เกิน 2 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดไว้ และในการศึกษาค่า pH พบว่าค่า pH มีผลต่อการดูดซับทองแดง แมงกานีส และสังกะสี โดยค่า pH ที่เป็นเบสมีผลทำให้สามารถกำจัดของโลหะหนักที่มีความเข้มข้นสูงได้ เนื่องจากมีการตกตะกอนเคมีของโลหะหนักร่วมกับการดูดซับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

52910158: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)
KEYWORDS: MOLLUSK SHELL/ ADSORPTION/ HEAVY METALS/ WASTEWATER

NISARAT JUNCHAROENWONGSA: REMOVAL OF Cu Mn AND Zn BY ADSORPTION PROCESS WITH MOLLUSK SHELL. ADVISORY COMMITTEE: KATAVUT PHACHANA, Ph.D., SUWANNA PANUTRAKUL, Ph.D., ATTAPOL CHOEYSUPPAKET, Ph.D. 116 P. 2013.

The objective of this research were to study about the structure surface of adsorbents the adsorption and capacity of heavy metals by *Paphia undulate* shell and *Amusium pleuronectes* shell were adsorbents. The *Paphia undulate* shell and *Amusium pleuronectes* shell use in this study was about 75 μm of size. The structure surface of adsorbents were examined by using XRD and SEM, respectively. The XRD and SEM results showed that *Paphia undulate* shell was mainly composed of calcium carbonate in form of aragonite, while the major composition of *Amusium pleuronectes* shell was calcium carbonate in form of calcite and aragonite. And can be detected the surface area and the pore of *Paphia undulate* shell and *Amusium pleuronectes* shell was high.

The results of adsorption heavy metal experiment showed that adsorption reached equilibrium within 25 and 60 min, respectively with percent removal is 96.76-97.85% and 95.02-97.87% of zinc and copper, respectively with the heavy metals was removed from 100 mg/l initial concentration biosorbent dosage (g/100 mL) and initial solution pH 5. The copper and zinc concentration treat by adsorption process remaining lower than 2 and 5 mg/l, respectively which is standard for copper and zinc content in wastewater set by the Ministry of Industry and in study about the initial pH have a significance effect on the adsorption of copper manganese and zinc. This is pH to result in to removal high concentration of copper manganese and zinc because to occur precipitate with adsorption.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... จ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ ..... 1

ที่มาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

วัตถุประสงค์ ..... 3

สมมุติฐานการทดลอง ..... 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 4

ขอบเขตการวิจัย ..... 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 5

หอยลาย ..... 5

หอยเชลล์ ..... 6

เปลือกหอย ..... 9

น้ำเสีย ..... 10

โลหะหนัก ..... 11

ทองแดง ..... 15

แมงกานีส ..... 17

สังกะสี ..... 19

พิษวิทยา ..... 21

การกำจัดโลหะหนัก ..... 23

การดูดซับ ..... 23

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ..... 28

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 46


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3 | วิธีดำเนินการวิจัย | 50 |
| | วัตถุดิบ | 50 |
| | วัสดุอุปกรณ์ | 50 |
| | สารเคมี | 51 |
| | ตัวอย่างเปลือกหอย | 51 |
| | สถานที่ทำการทดลอง | 51 |
| | วิธีการเตรียมตัวอย่างเปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์ | 52 |
| | วิธีทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ | 52 |
| | วิธีการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ | 52 |
| | การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการปรับ pH | 53 |
| | สถิติที่ใช้ในการทดลอง | 53 |
| | การคำนวณในขั้นตอนการดูดซับ | 54 |
| | ขั้นตอนการศึกษา | 55 |
| | ดัชนีอักษรย่อ | 56 |
| | วิธีการศึกษา | 57 |
| 4 | ผลการวิจัย | 60 |
| | การทดลองการศึกษาลักษณะทางกายภาพและโครงสร้างของเปลือกหอย | 60 |
| | การทดลองจาการศึกษาการดูดซับโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยเปลือกหอย. | 67 |
| 5 | อภิปรายและสรุปผล | 84 |
| | ข้อเสนอแนะ | 88 |
| รายการอ้างอิง | | 89 |
| ภาคผนวก | | 98 |
| | ภาคผนวก ก | 99 |
| | ภาคผนวก ข | 106 |
| | ภาคผนวก ค | 112 |
| ประวัติย่อของผู้วิจัย | | 116 |


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | หอยเชลล์เศรษฐกิจของโลก | 8 |
| 2 | ค่าโลหะหนักในน้ำทิ้งก่อนการบำบัดในโรงงานอุตสาหกรรม | 13 |
| 3 | ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม | 14 |
| 4 | ระดับมาตรฐานโลหะหนักที่อนุญาตให้มีได้ในอาหารทะเล | 15 |
| 5 | การเปรียบเทียบระดับความเป็นพิษและตัวอย่างค่า $LD_{50}$ | 22 |
| 6 | ปริมาณของโลหะหนักที่ใช้เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ของโลหะหนักในแต่ละชนิดและความเข้มข้นในการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน 1000 มิลลิลิตร | 53 |
| 7 | แสดงข้อมูลการเปรียบเทียบความเข้มข้นหลังการดูดซับทองแดง สังกะสี และแมงกานีสในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม | 73 |
| 8 | แสดงข้อมูลการเปรียบเทียบความเข้มข้นหลังการดูดซับทองแดง สังกะสี และแมงกานีสในน้ำเสียสังเคราะห์ที่ค่า pH ต่าง ๆ และค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม | 79 |


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | หอยลาย *Paphia undulate* | 6 |
| 2 | หอยเชลล์ *Amusium pleuronectes* | 7 |
| 3 | ภาพตัดขวางของเปลือกหอยสองฝา | 9 |
| 4 | เครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน | 28 |
| 5 | บราเวส์แลตทิซทั้ง 14 แบบใน3 มิติ | 29 |
| 6 | แผนภาพเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชัน | 31 |
| 7 | การทำงานของ SEM | 34 |
| 8 | ลักษณะของ Standard Curve | 37 |
| 9 | การหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างด้วยวิธี Standard Addition | 38 |
| 10 | องค์ประกอบของเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer | 41 |
| 11 | ลักษณะของ Hollow cathode lamp | 42 |
| 12 | ลักษณะของสเปกตรัมและ Resonance Line | 42 |
| 13 | ลักษณะของ EDL | 43 |
| 14 | Flame atomization process | 44 |
| 15 | ขั้นตอนการศึกษาด้วยเครื่องมือต่าง ๆ | 55 |
| 16 | อักษรย่อที่ใช้ในการศึกษา | 56 |
| 17 | รูปแบบของการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ในเปลือกหอยเชลล์ | 61 |
| 18 | ปริมาณของเฟสต่าง ๆ ของเปลือกหอยเชลล์ | 62 |
| 19 | ภาพถ่ายผลึกภายในเปลือกหอยเชลล์ที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมโครเมตร | 63 |
| 20 | ภาพถ่ายผลึกภายในเปลือกหอยลายที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมโครเมตร | 64 |
| 21 | ภาพถ่ายรูพรุนเปลือกหอยเชลล์ | 65 |
| 22 | ภาพถ่ายรูพรุนเปลือกหอยลาย | 66 |
| 23 | ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสังกะสีในน้ำเสียสังเคราะห์และระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับด้วยเปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์ | 68 |
| 24 | ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์และระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับด้วยเปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์ | 68 |


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

# สารบัญภาพ (ต่อ)


ภาพที่ หน้า

25 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแมงกานีสในน้ำเสียสังเคราะห์และระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับด้วยเปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์..... 69

26 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับกับ %Removal ของโลหะหนักสังกะสีโดยใช้เปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์เป็นตัวดูดซับ..... 70

27 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับกับ %Removal ของโลหะหนักทองแดงโดยใช้เปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์เป็นตัวดูดซับ..... 70

28 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับกับ %Removal ของโลหะหนักแมงกานีสโดยใช้เปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์เป็นตัวดูดซับ..... 71

29 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นที่ใช้ในการดูดซับกับ %Removal ของโลหะหนักทองแดงโดยใช้เปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์เป็นตัวดูดซับ..... 74

30 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นที่ใช้ในการดูดซับกับ %Removal ของโลหะหนักสังกะสีโดยใช้เปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์เป็นตัวดูดซับ..... 75

31 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นที่ใช้ในการดูดซับกับ %Removal ของโลหะหนักแมงกานีสโดยใช้เปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์เป็นตัวดูดซับ..... 75

32 การเปรียบเทียบระหว่างชนิดของเปลือกหอย และชนิดของโลหะหนักที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในน้ำเสียสังเคราะห์กับปริมาณของการดูดซับโลหะหนัก..... 76

33 การตกตะกอนของโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่า pH ต่าง ๆ ..... 78

34 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ที่ใช้ในการดูดซับกับ %Removal ของโลหะหนักทองแดงโดยใช้เปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์เป็นตัวดูดซับ..... 80

35 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ที่ใช้ในการดูดซับกับ %Removal ของโลหะหนักสังกะสีโดยใช้เปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์เป็นตัวดูดซับ..... 81

36 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH ที่ใช้ในการดูดซับกับ %Removal ของโลหะหนักแมงกานีสโดยใช้เปลือกหอยลายและเปลือกหอยเชลล์เป็นตัวดูดซับ..... 81

37 การเปรียบเทียบระหว่างชนิดของเปลือกหอย และชนิดของโลหะหนักที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในน้ำเสียสังเคราะห์กับปริมาณของการดูดซับโลหะหนัก..... 83


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University