

การกำจัดโลหะหนักบางชนิดในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยดินลูกรัง



นางสาวอัจฉรีย์ กาญจนพิบูลวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2544  
ISBN 974-17-0412-7  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๕๒๐๓๐๐๖๕๗ ๑๙ พ.ย. ๒๕๔๖

REMOVAL OF SOME HEAVY METALS IN SYNTHETIC WASTEWATER  
BY LATERITIC SOIL

Miss Adcharee Karnjanapiboonwong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Environmental Science

Inter-department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University


Academic Year 2001

ISBN 974-17-0412-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การกำจัดโลหะหนักบางชนิดในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยดินลูกรัง  
โดย                              นางสาวอัจฉรีย์ กาญจนพิบูลวงศ์  
สาขาวิชา                      วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม  
อาจารย์ที่ปรึกษา              รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา

---

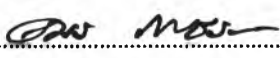
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

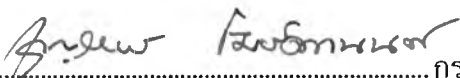
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กีระนันท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

อัจฉรีย์ กาญจนพิบูลวงศ์ : การกำจัดโลหะหนักบางชนิดในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยดินลูกรัง.  
(REMOVAL OF SOME HEAVY METALS IN SYNTHETIC WASTEWATER BY  
LATERITIC SOIL) อ. ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา, 92 หน้า. ISBN  
974-17-0412-7.

การศึกษาความสามารถในการกำจัดโลหะหนักสามชนิด ได้แก่ ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีใน  
น้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ดินลูกรังที่อุณหภูมิต่ำ ได้ผลการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่า ชนิดของโลหะหนัก  
ความเข้มข้นของโลหะหนัก พีเอชของน้ำเสีย ปริมาณของดินลูกรังที่ใช้ และระยะเวลาที่ดินลูกรัง  
สัมผัสกับน้ำเสียมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนัก จากผลการศึกษาพบว่าการใช้ดินลูกรัง  
ปริมาณ 1.00 กรัม สามารถกำจัดตะกั่วได้สูงกว่า 99 เปอร์เซ็นต์เมื่อน้ำเสียสังเคราะห์มี ความเข้มข้น  
ของตะกั่ว 25 ส่วนในล้านส่วน, สามารถกำจัดทองแดงได้สูงกว่า 99 เปอร์เซ็นต์เมื่อน้ำเสียสังเคราะห์มี  
ความเข้มข้นของทองแดง 10 ส่วนในล้านส่วน และสามารถกำจัดสังกะสีได้สูง 98 เปอร์เซ็นต์เมื่อ  
น้ำเสียสังเคราะห์มีความเข้มข้นของสังกะสี 5 ส่วนในล้านส่วน โดยพบว่าตะกั่วเป็นโลหะหนักที่ถูกกำจัด  
ไปได้เร็วที่สุด รองลงมาคือ ทองแดง และสังกะสี ตามลำดับ การทดสอบการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียจาก  
โรงงานผลิตแบตเตอรี่ซึ่งมีความเข้มข้นของตะกั่ว 5.44 ส่วนในล้านส่วน พบว่าดินลูกรังสามารถกำจัด  
ตะกั่วได้สูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์

สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

ปีการศึกษา 2544

ลายมือชื่อนิสิต..... อัจฉรีย์ กาญจนพิบูลวงศ์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ส. เพ็ง

## 4289717420 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: LATERITIC SOIL / LEAD / COPPER / ZINC / WASTEWATER TREATMENT

ADCHAREE KARNJANAPIBOONWONG : REMOVAL OF SOME HEAVY METALS IN SYNTHETIC WASTEWATER BY LATERITIC SOIL. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. SOMCHAI PENGPRECHA, Ph.D. 92 pp. ISBN 974-17-0412-7.

The removal of lead, copper and zinc in synthetic wastewater by using lateritic soil was examined in a batch experiment at room temperature. The results indicated that type and concentration of heavy metal, pH of wastewater, amount of lateritic soil and contacting time affected the heavy metal removal efficiency. The findings of this study showed that 1.00 gram of lateritic soil had the capability to remove more than 99% of lead and copper, and up to 98% of zinc in synthetic wastewaters at the concentrations of lead, copper and zinc of 25, 10 and 5 ppm, respectively, and the order of removing time was Pb(II) < Cu(II) < Zn(II). In the case of wastewater from a battery factory at 5.44 ppm of lead concentration, more than 70% of lead could be removed by lateritic soil.

Inter-department... Environmental Science ..... Student's signature..... อัดฉวี Karnjanapiboonwong .....  
Field of study ..... Environmental Science ..... Advisor's signature..... Somchai Pengprecha .....  
Academic year ..... 2001 .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้เนื่องด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งและความเมตตากรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่าง ๆ รวมถึงการตรวจแก้วิทยานิพนธ์ให้แก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าอย่างยิ่ง และให้ความอนุเคราะห์ร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณสุคนธ์ เอี่ยมอนันต์ เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา เสมือนหนึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รวมทั้งข้อมูลในการทำวิจัย ข้อคิดเห็นต่าง ๆ และกำลังใจที่มอบให้อย่างอบอุ่นเสมอมา

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม และมูลนิธิชินโสภณพนิช ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านทุนอุดหนุนการวิจัย

ขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการวิจัย

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์โลหะหนัก และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการที่ได้ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัย ด้วยดีตลอดระยะเวลาดำเนินการทดลองประกอบกรวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้สนับสนุนการศึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอดและเป็นกำลังใจให้เสมอมา ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ชาวสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมทุกท่านที่ทำให้กำลังใจและความช่วยเหลือ ตลอดจนบุคคลท่านอื่น ๆ ที่มีได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 สมมติฐาน.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 โลหะหนัก.....	4
2.1.1 ตะกั่ว.....	4
2.1.2 ทองแดง.....	7
2.1.3 สังกะสี.....	8
2.2 ดินลูกรัง.....	9
2.2.1 การเกิดศิลาแลง.....	11
2.2.2 สีของดินลูกรัง.....	12
2.2.3 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินลูกรัง.....	12
2.2.4 การสำรวจแหล่งดินลูกรังในประเทศไทย.....	13
2.3 การดูดซับ (Adsorption).....	14
2.3.1 หลักการดูดซับ.....	15
2.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ.....	18
2.3.2 จลนพลศาสตร์ของการดูดซับ (Kinetic adsorption).....	18
2.3.4 ประโยชน์ของการดูดซับในทางอุตสาหกรรม.....	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 การดูดซับโลหะหนักด้วยไฮดร็อกไซด์ของโลหะ.....	19
2.4.1 กลไกในการดูดซับไอออนบวกบนไฮดร็อกไซด์.....	20
2.4.2 การศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์จากกระบวนการดูดซับด้วยไฮดร็อกไซด์ของโลหะ.....	21
3. ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	29
3.1 ขั้นตอนการวิจัย.....	29
3.2 วัตถุประสงค์และสารเคมี.....	29
3.2.1 ดินลูกรัง.....	29
3.2.2 สารเคมี.....	29
3.3 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	30
3.4 การดำเนินงานวิจัย.....	30
3.4.1 การวางแผนการทดลอง.....	30
3.4.2 การเตรียมดินลูกรัง.....	31
3.4.3 การเตรียมการทดลอง.....	32
3.4.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้ดินลูกรังกำจัดโลหะหนัก.....	32
4. ผลการทดลองและวิจารณ์.....	37
4.1 การศึกษาลักษณะสมบัติของดินลูกรัง.....	37
4.2 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้ดินลูกรังกำจัดโลหะหนัก.....	40
4.2.1 ผลของเวลาสัมผัสที่เหมาะสมต่อการกำจัดโลหะหนัก.....	40
4.2.2 ผลของปริมาณดินลูกรังที่เหมาะสมต่อการกำจัดโลหะหนัก.....	43
4.2.3 ผลของค่าความเข้มข้นและพีเอชที่เหมาะสมของน้ำเสียสังเคราะห์ต่อการกำจัดโลหะหนัก.....	46
4.3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยดินลูกรัง.....	57
4.4 ผลการศึกษาการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียจากโรงงานแบตเตอรี่ด้วยดินลูกรัง....	64
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	67
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	67
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	68
รายการอ้างอิง.....	70



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	74
ภาคผนวก ก.....	75
ภาคผนวก ข.....	77
ภาคผนวก ค.....	90
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	92

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นได้บนพื้นผิวซึ่งเป็นปฏิกริยาระหว่างหมู่ฟังก์ชันออกไซด์กับตัวถูกละลาย.....	22
3.1 พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง.....	31
3.2 การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของดินลูกรังที่ใช้ในการทดลอง.....	31
4.1 ลักษณะสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินลูกรัง.....	39
4.2 ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยดินลูกรังที่ระยะเวลาสัมผัสต่าง ๆ.....	41
4.3 ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยดินลูกรังปริมาณต่าง ๆ.....	45
4.4 ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชและความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	49
4.5 ประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชและความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	51
4.6 ประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชและความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	54
4.7 ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักความเข้มข้น 5 พีพีเอ็มในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	59
4.8 ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักความเข้มข้น 10 พีพีเอ็มในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	60
4.9 ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักความเข้มข้น 25 พีพีเอ็มในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	61
4.10 ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักความเข้มข้น 50 พีพีเอ็มในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	62
4.11 ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักความเข้มข้น 100 พีพีเอ็มในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	63
4.12 ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียจากโรงงานผลิตแบตเตอรี่ด้วยดินลูกรัง.....	65
4.13 ผลการตรวจวัดปริมาณโลหะหนักในน้ำเสียจากโรงงานผลิตแบตเตอรี่ก่อนและหลังการกำจัดโลหะหนักด้วยดินลูกรัง.....	66

### สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
2.1	โครงสร้างเมื่อตัดขวางชั้นผิวของออกไซด์ของโลหะ.....	20
3.1	แผนผังแสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียในโรงงานผลิตแบตเตอรี่.....	36
4.1	ภาพถ่ายเมื่อดินลูกรังด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 100 เท่า.....	38
4.2	ภาพถ่ายลักษณะพื้นผิวของดินลูกรังด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 1,500 เท่า.....	38
4.3	ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยดินลูกรัง ที่ระยะเวลาสัมผัสต่าง ๆ.....	41
4.4	ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยดินลูกรัง ปริมาณต่าง ๆ.....	45
4.5	ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชและความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	49
4.6	ประสิทธิภาพการกำจัดทองแดงในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชและความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	51
4.7	ประสิทธิภาพการกำจัดสังกะสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชและความเข้มข้นเริ่มต้นต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	54
4.8	ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักความเข้มข้น 5 พีพีเอ็มในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	59
4.9	ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักความเข้มข้น 10 พีพีเอ็มในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	60
4.10	ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักความเข้มข้น 25 พีพีเอ็มในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	61
4.11	ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักความเข้มข้น 50 พีพีเอ็มในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	62
4.12	ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักความเข้มข้น 100 พีพีเอ็มในน้ำเสียสังเคราะห์ที่พีเอชต่าง ๆ ด้วยดินลูกรัง.....	63
4.13	ประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียจากโรงงานผลิตแบตเตอรี่ด้วยดินลูกรัง.....	66