5

ประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนัก : แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว

นาย สนธิ คชวัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2530

ISBN 974-567-594-6

012422
i 10208708

Efficiency of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Removing Heavy Metals : Cd, Cu, Pb

Mr. Sonthi Kochavat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Inter-Department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนัก : แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี

โดย นาย สนธิ คชวัฒน์

สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพลินจิต หมหิตชงค์

ดร. ศักดิ์สิทธิ์ ตรีเดช

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.สาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพลินจิต หมหิตชงค์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แหนสถิตย์)

..... กรรมการ

(ดร. ศักดิ์สิทธิ์ ตรีเดช)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปกรณ์ สุเมธานุรักษกุล)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนัก : แคดเมียม ทองแดง และตะกั่ว

ชื่อนิสิต นาย สนธิ คชวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพลินจิต ทมทิตชงค์

ดร. สักดิ์สิทธิ์ ตรีเดช

สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

ปีการศึกษา 2529

บทคัดย่อ

ผักตบชวาเป็นวัชพืชน้ำชนิดหนึ่ง ที่มีประสิทธิภาพสูงมากในการกำจัดโลหะหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำด้วยกันจึงสนใจนำมาศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง และตะกั่ว

ได้ทดลองหาความเข้มข้นสูงสุดของโลหะหนักแต่ละชนิดทั้ง แคดเมียม ทองแดง และตะกั่ว ซึ่งผักตบชวาสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้ในเวลา 3 สัปดาห์ ทดลองหาประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนักแต่ละชนิดทั้งในห้องปฏิบัติการและการทดลองใช้ผักตบชวากำจัดโลหะหนัก แคดเมียม ทองแดง และตะกั่วในน้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะ ประสิทธิภาพการกำจัดโลหะหนักของผักตบชวาในห้องปฏิบัติการปรากฏว่า ผักตบชวาที่มี Biomass มากกว่าจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดโลหะหนักได้สูงกว่า ในทำนองเดียวกันการเปรียบเทียบโดยใช้ Biomass เท่ากัน พบว่า กลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนักต่อต้นมากกว่า จะมีประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนักต่อต้นน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทั้งสองกรณีในระดับความเชื่อมั่น 95%

ซึ่งสรุปได้ว่ามีความเป็นไปได้มากที่จะนำผักตบชวามาใช้ในระบบกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้ง

Thesis Title Efficiency of Water Hyacinth (Eichhornia crassipes) in Removing Heavy Metals : Cd, Cu, Pb

Name Mr. Sonthi Kochavat

Thesis Adivisor Assistant Professor Plenchit Tomtitchong

Saksit Tridech, Sc. D.

Inter-Department Environmental Science

Academic Year 1986

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ABSTRACT

Water hyacinth is a kind of aquatic weed which is highly efficient in removing heavy metals compared to other kinds of aquatic plants. It is then interesting to study the efficiency of Water hyacinth in removing the heavy metals Cadmium, Copper and Lead, from wastewaters.

The study investigated maximum concentrations of each kind of heavy metals : Cadmium, Copper and Lead, in which Water hyacinth can be grown during three weeks. The efficiency of Water hyacinth in removing heavy metals was investigated in laboratory by using simulated wastewater and actual electroplating wastewater. It was found that Water hyacinth with more biomass had better efficiency, and similarly larger plant (based on weight per plant) in the same biomass group showed better efficiency than the smaller ones at 95% of significant level. It was concluded that there is a good potential of application of Water hyacinth to wastewater treatment system.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง ประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนัก : แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว ซึ่งได้ทุนอุดหนุนจากบัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงขอขอบคุณบัณฑิตฯ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพลินจิต หมทิตชงค์, ดร.ศักดิ์สิทธิ์ ตรีเดช และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปกรณ์ สุเมธานุรักขกุล ที่ได้กรุณาสละเวลาเพื่อเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขาภิบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้กรุณาให้ใช้สถานที่ทำการทดลอง สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ที่ได้เอื้อเฟื้อให้ใช้เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์

ที่สุดนี้ ขอขอบคุณ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและเพื่อน ๆ ทุกคนที่ได้มีส่วนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจจนส่งผลให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จเป็นรูปเล่มสมบูรณ์ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

รายการตารางประกอบ ..... ป

รายการรูปประกอบ ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ 1

2. วิธีการดำเนินการวิจัย 22

3. ผลการทดลอง 35

4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 73

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 88

เอกสารอ้างอิง 92

ภาคผนวก 95

ประวัติผู้เขียน 104

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1.1	ประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนัก จากน้ำเสีย	10
1.2	ประสิทธิภาพในการดูดซับสารปนเปื้อนโดยผักตบชวาในอ่างทดลอง (เวลา 28 วัน)	11
1.3	ประสิทธิภาพในการกำจัดและดูดซับโลหะหนักโดยผักตบชวา ในสารละลายโลหะหนักชนิดเดียว	12
3.1	เปรียบเทียบการเจริญเติบโต (การเพิ่มน้ำหนัก) ระหว่างกลุ่มผักตบชวา เมื่อเลี้ยงในสารละลายโลหะหนักที่ความเข้มข้นต่างกัน	36
3.2	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับ แคดเมียม (Cd) และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากันใน สารละลายแคดเมียม (Cd) ตั้งต้น 0.50 ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์..	38
3.3	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับทองแดง (Cu) และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากัน ในสารละลายทองแดง (Cu)ตั้งต้น 3.00 ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์ ..	41
3.4	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับตะกั่ว(Pb) และเปอร์เซ็นต์ การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากันในสารละลายตะกั่ว (Pb) ตั้งต้น 5.00 ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์	45
3.5	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับแคดเมียม (Cd) และ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวา Biomass ต่างกันในสาร-ละลายแคดเมียม (Cd) ตั้งต้น 0.50 ppm. ระยะเวลา 1 สัปดาห์	49
3.6	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับทองแดง (Cu) และ เปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกันในสาร ละลายทองแดง (Cu) ตั้งต้น 3.00 ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์	52

ตารางที่ หน้า

3.7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับตะกั่ว (Pb) และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกันในสารละลายตะกั่ว (Pb) ตั้งต้น 5.00 ppm. ระยะเวลา 1-3 สัปดาห์ 56

3.8 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด อัตราการดูดซับโลหะหนักแต่ละชนิด แคดเมียม(Cd), ทองแดง (Cu) และตะกั่ว (Pb) และเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass เท่ากันในสารละลายซึ่งมีโลหะหนักทั้งสามชนิดอยู่รวมกันคือ

(1) Cd + Cu + Pb (2) Cd + $\frac{Cu}{2}$ + Pb (3) $\frac{Cd}{2}$ + Cu + Pb

(4) $\frac{Cd}{2}$ + $\frac{Cu}{2}$ + Pb 60

3.9 ประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดแคดเมียม (Cd), ทองแดง (Cu) และตะกั่ว (Pb) ในน้ำทิ้งจากโรงงานชุบโลหะเมื่อเจือจางให้มีปริมาณความเข้มข้นของน้ำทิ้ง 25% 71

4.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรเรียนของปริมาณแคดเมียมที่เหลือจากการถูกกำจัดโดยกลุ่มผักตบชวาที่มีน้ำหนักต่อต้นต่างกัน 74

4.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรเรียนของปริมาณทองแดงที่เหลือจากการถูกกำจัดโดยกลุ่มผักตบชวาที่มีน้ำหนักต่อต้นต่างกัน 75

4.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรเรียนของปริมาณตะกั่วที่เหลือจากการถูกกำจัดโดยกลุ่มผักตบชวาที่มีน้ำหนักต่อต้นต่างกัน 76

4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรเรียนของปริมาณแคดเมียมที่เหลือจากการถูกกำจัดโดยกลุ่มผักตบชวาที่มีความหนาแน่นในรูปน้ำหนักต่อพื้นที่ (Biomass) ต่างกัน.. 78

4.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรเรียนของปริมาณทองแดงที่เหลือจากการถูกกำจัดโดยกลุ่มผักตบชวาที่มีความหนาแน่นในรูปน้ำหนักต่อพื้นที่ (Biomass) ต่างกัน... 79

4.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรเรียนของปริมาณตะกั่วที่เหลือจากการถูกกำจัดโดยกลุ่มผักตบชวาซึ่งมีความหนาแน่นในรูปน้ำหนักต่อพื้นที่ (Biomass) ต่างกัน..... 80

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1.1	ทางเลือกสำหรับการนำเอาพืชน้ำ (Vascular aquatic plants) มาใช้ประโยชน์	14
1.2	การใช้ผักตบชวากำจัดน้ำเสียและโลหะหนักในอนาคต	18
2.1	การทดลองหาความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดที่ผักตบชวาแต่ละกลุ่ม สามารถเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนน้ำหนักได้เมื่อครบเวลา 3 สัปดาห์	24
2.2	การทดลองเปรียบเทียบการกำจัดและการดูดซับปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิด ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนักต่อต้นต่างกัน โดยแต่ละกลุ่มมี ความหนาแน่นต่อพื้นที่ (Biomass) เท่ากัน	24
2.3	การทดลองหาการกำจัดและการดูดซับปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิด ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีความหนาแน่นในรูปน้ำหนักต่อพื้นที่ (Biomass) ต่างกัน	26
2.4	การทดลองหาประสิทธิภาพในการกำจัดและการดูดซับปริมาณโลหะหนัก แต่ละชนิดเมื่อมีโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดอยู่ร่วมกัน	26
2.5	การศึกษาประสิทธิภาพของผักตบชวาในการกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้ง จากโรงงานอุตสาหกรรม	28
3.1	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Cd ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น้ำหนักต่อต้นต่างกัน	39
3.2	เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cd ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนัก ต่อต้นต่างกัน	40
3.3	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาด น้ำหนักต่อต้นต่างกัน	40
3.4	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Cu ระหว่างกลุ่มผักตบชวา ที่มีขนาดน้ำหนักต่อต้นต่างกัน	42

รูปที่ หน้า

3.5 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cu ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนักต่อต้นต่างกัน 43

3.6 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนักต่อต้นต่างกัน 43

3.7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Pb ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนักต่อต้นต่างกัน 46

3.8 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Pb ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนักต่อต้นต่างกัน 47

3.9 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มีขนาดน้ำหนักต่อต้นต่างกัน 47

3.10 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Cd ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน 50

3.11 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cd ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน 51

3.12 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน 51

3.13 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Cu ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน 53

3.14 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cu ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน 54

3.15 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน 54

3.16 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Pb ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน 57

รูปที่ หน้า

3.17 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Pb ระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน 58

3.18 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักระหว่างกลุ่มผักตบชวาที่มี Biomass ต่างกัน 58

3.19 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Pb ของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะหนัก 1. 0.25 Cd+ 1.50 Cu+ 5.00 Pb ppm.
2. 0.25 Cd+ 3.00 Cu+ 5.00 Pb ppm.
3. 0.50 Cd+ 1.50 Cu+ 5.00 Pb ppm. 61

3.20 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Pb ของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะหนัก 1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.
2. 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm.
3. 0.15 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm. 62

3.21 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Cd ของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะหนัก 1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.
2. 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm. 64

3.22 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cd ของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะหนัก 1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.
2. 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm. 65

3.23 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การกำจัด Cu ของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะหนัก 1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.
2. 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm. 67

3.24 เปรียบเทียบอัตราการดูดซับ Cu ของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยงในปริมาณโลหะหนัก 1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.
2. 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm. 68

รูปที่ หน้า

3.25 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเพิ่มน้ำหนักของกลุ่มผักตบชวาเมื่อถูกเลี้ยง
ในปริมาณโลหะหนัก 1. 0.25 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.
2. 0.25 Cd + 3.00 Cu + 5.00 Pb ppm. 69
3. 0.50 Cd + 1.50 Cu + 5.00 Pb ppm.

5.1 รูปแบบการเสนอแนะในการนำผักตบชวากำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งจาก
โรงงานอุตสาหกรรมในอนาคต 91