การบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยด้วยบ่อผักตบชวา

นายอภิชัย เชียร์ศิริกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2533
ISBN 974-577-730-7
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016445
I10807941

Treatment of Domestic Wastewater by Water Hyacinth Pond

Mr.Apichai Cheersirikul

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Program of Environmental Science
Graduate School
Chulalongkorn University
1990

ISBN 974-577-730-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยด้วยบ่อพักกลบชวา
โดย	นายอภิชัย เชียร์ศิริกุล
สหสาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญส่ง ไข่เกษ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ดร.ศักดิ์สิทธิ์ ตรีเดช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญส่ง ไข่เกษ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เพลินจิต ทมทิตชงค์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อภิชัย เชียร์ศิริกุล : การบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยด้วยบ่อผักตบชวา (TREATMENT OF DOMESTIC WASTEWATER BY WATER HYACINTH POND) อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร.ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์, ผศ.ดร.มุญส่ง ไข่เกษ, 115 หน้า. ISBN 974-577-730-7

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาอัตราการเติบโตของผักตบชวาในน้ำเสียจากที่พักอาศัยโดยใช้ความหนาแน่นเริ่มต้น 6 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร และศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมของผักตบชวาที่ใช้บำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยรวมทั้งศึกษาประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาต้นแบบขนาดเล็กในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยที่ผ่านการตกตะกอนขั้นปฐมภูมิของระบบบำบัดน้ำเสียของเคหะชุมชนห้วยขวาง โดยใช้ความหนาแน่นของผักตบชวา 8 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร เก็บเกี่ยวออกสัปดาห์ละ 2.28 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร เก็บเกี่ยวทางด้านน้ำเข้า น้ำเสียมีระยะเวลาเก็บกักในบ่อ 10 วัน

ผลการศึกษาพบว่าผักตบชวาในระบบที่มีการเติมน้ำเสียแบบต่อเนื่องมีอัตราการเติบโตสูงสุด 0.47 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อวัน และผักตบชวาในระบบที่มีการเติมน้ำเสียแบบครั้งคราวมีอัตราการเติบโตสูงสุด 0.43 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตรต่อวัน ความหนาแน่นของผักตบชวาที่เหมาะสมที่ใช้บำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยเท่ากับ 8 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ซึ่งให้ผลได้มวลชีวภาพสูงสุดสัปดาห์ละ 2.28 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการลด ซี.โอ.ดี., บี.โอ.ดี., สารแขวนลอยรวม, ที.เค.เอ็น. และฟอสฟอรัสทั้งหมด เท่ากับ 80.9% 85.8% 96.4% 70.6 % และ 48.3 % ตามลำดับ ประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยได้ดีกว่าบ่อควบคุม(ซึ่งไม่ใส่ผักตบชวา)อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.0001$) น้ำทิ้งที่ออกจากระบบไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารซึ่งประกาศโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สหสาขาวิชา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

ปีการศึกษา 2532 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

APICHAI CHEERSIRIKUL : TREATMENT OF DOMESTIC WASTEWATER BY WATER HYACINTH POND. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. DR. THAMNOON ROCHANABURANON, ASSIS. PROF. DR. BOONSONG KAIGATE, PP. ISBN 974-577-730-7

The objectives of this research were to study growth rate of water hyacinth cultured in domestic wastewater with starting plant density of 6 kg.wet wt.$m^{-2}$and also to study the optimum water hyacinth density for treatment of domestic wastewater as well as to study efficiency of pilot-scale water hyacinth pond for treatment of domestic wastewater which was preteated by primary sedimentation tanks of Huaykwang wastewater treatment plant. The system used optimestic density of water hyacinth about 8 kg. wet wt.$m^{-2}$and about 2.28 kg. wet wt.$m^{-2}$of water hyacinth were harvasted once a week from inlet part. Hydraulic retention time of this system was fixed at 10 days.

The results showed that the maximum growth rate was found to be 0.47 kg. wet wt. $m^{-2}d^{-1}$for water hyacinth cultured in continuous-flow system and 0.43 kg. wet wt.$m^{-2}d^{-1}$for water hyacinth cultured in batch system. The optimum water hyacinth density for treatment of domestic wastewater was found to be 8 kg. wet. wt.$m^{-2}$to achieve maximum biomass yields per week of 2.28 kg. wet. wt. m^{-2}. The efficiency of water hyacinth pond in reducting COD, BOD, TSS, TKN and TP were 80.9%, 85.8%, 96.4%, 70.6% and 48.3% respectively. The efficiency of water hyacinth pond was more effecive than the control pond (without water hyacinth) (p 0.0001) The effluent from this system remained below the domestic effluent standards from building established by the Office of the National Environment Board, Thailand.

ภาควิชา ...สหสาขาวิชา.....
สาขาวิชา ...วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.....
ปีการศึกษา ...2532.....

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญส่ง ไข่เกษ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ท่านทั้งสองได้ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย ดร.ศักดิ์ศิทธิ์ ตรีเดช รองศาสตราจารย์เนลินจิต ทมทิตชงค์ รองศาสตราจารย์เปรมจิตต์ แทนสถิตย์ ที่ได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้กล่าวนามมาแล้ว

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุเคราะห์ให้ยืมเครื่องมืออุปกรณ์และให้ใช้ห้องปฏิบัติการในการวิจัย

ขอขอบคุณการเคหะแห่งชาติ ที่กรุณาอนุญาตให้ใช้สถานที่โรงบำบัดน้ำเสีย ของเคหะชุมชนห้วยขวาง เพื่อติดตั้งบ่อทดลอง รวมทั้งคณะเจ้าหน้าที่ของโรงบำบัดน้ำเสียที่อำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีระหว่างการทำวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมที่ให้กำลังใจอย่างจริงใจ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์สำเร็จได้

ท้ายนี้ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนบางส่วนในการทำวิจัยครั้งนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. การตรวจสอบเอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
3. วิธีดำเนินการวิจัย	27
4. ผลการทดลอง	38
5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	71
6. ข้อเสนอแนะ	81
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก	88
ประวัติผู้เขียน	115

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณลักษณะของน้ำเสียจากชุมชนที่อยู่อาศัยการเคหะแห่งชาติในกรุงเทพฯ 5 ชุมชน	9
2.2	ประสิทธิภาพของบ่อผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยที่ออกจากบ่อผันสภาพ	21
2.3	แสดงค่าเฉลี่ย 5 เดือนในแต่ละปีของการทดลอง 3 ปี เปรียบเทียบประสิทธิภาพของบ่อในการบำบัดน้ำเสีย	23
2.4	ข้อเสนอแนะเกณฑ์ในการออกแบบระบบบ่อผักตบชวา	25
3.1	คุณภาพน้ำและวิธีวิเคราะห์	36
4.1	เปรียบเทียบน้ำหนักเปียก อัตราการเติบโต และกำลังผลิตของผักตบชวาในบ่อทดลองแบบต่อเนื่อง และแบบครั้งคราว	39
4.2	เปรียบเทียบน้ำหนักเปียกของผักตบชวาที่เพิ่มขึ้นในการทดลองทางความหนาแน่นที่เหมาะสมของผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสีย และอัตราการเก็บเกี่ยวผักตบชวา	42
4.3	ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณภาพน้ำที่เสียเข้าสู่บ่อทดลอง	44
4.4	ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า pH ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	45
4.5	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	45
4.6	ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า ซี.โอ.ดี. ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	49
4.7	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ซี.โอ.ดี.ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	49
4.8	ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า บี.โอ.ดี. ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	53
4.9	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า บี.โอ.ดี.ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.10	ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าสารแขวนลอยรวม (TSS) ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	57
4.11	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสารแขวนลอยรวม (TSS) ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	57
4.12	ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่า ที. เค. เอ็น. ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	60
4.13	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ที. เค. เอ็น. ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	61
4.14	ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของไนเตรทไนโตรเจน ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	64
4.15	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าไนเตรทไนโตรเจน ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	67
4.16	ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	68
4.17	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	68
5.1	เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของน้ำเสียที่ออกจากบ่อตกตะกอนชั้นปฐมภูมิ ของระบบบำบัดน้ำเสียของเคหะชุมชนห้วยขวาง	74
5.2	เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียที่ออกจากระบบบ่อผักตบชวา, น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบของเคหะชุมชนห้วยขวางและมาตรฐานน้ำเสียจากอาคาร	78
5.3	เกณฑ์ในการออกแบบระบบบ่อผักตบชวาบำบัดน้ำเสียจากที่พักอาศัยในการบำบัดชั้นปฐมภูมิ	79

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แผนภาพแสดงโรงกำจัดน้ำโสโครกห้วยขวางการเคหะแห่งชาติ	11
2.2	ภาพตัดตามยาวแสดงโครงสร้างต่าง ๆ ของผักตบชวา	14
2.3	ลักษณะภายนอกของผักตบชวา	15
2.4	แสดงการเพิ่มของน้ำหนักเปียกของผักตบชวาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยให้แสง 8 ชั่วโมง และมืด 12 ชั่วโมง	17
2.5	แสดงผลได้มวลชีวภาพของผักตบชวาที่ความหนาแน่นต่าง ๆ กัน	20
3.1	แสดงบ่อทดลองและอุปกรณ์ประกอบ	29
3.2	ลักษณะของบ่อทดลองที่ใช้ในการศึกษาอัตราการเติบโตของผักตบชวา	32
3.3	ลักษณะของบ่อทดลองที่ใช้ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียและอัตราการเก็บเกี่ยวผักตบชวา	33
3.4	จุดที่เก็บน้ำตัวอย่างเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์	35
4.1	แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักเปียก อัตราการเติบโต และกำลังผลิตของผักตบชวา ในการทดลองแบบต่อเนื่องและแบบครั้งคราว	40
4.2	แสดงผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของผักตบชวาที่เพิ่มขึ้นในการใช้ผักตบชวาที่มีความหนาแน่นเริ่มต้น 6, 8 และ 10 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร	43
4.3	แสดงการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเสียเข้าบ่อทดลอง น้ำทิ้งออกจากบ่อควบคุม และน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวา	46
4.4	แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของน้ำเสียที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	47
4.5	แสดงการเปรียบเทียบค่า ซี. โอ. ดี. ของน้ำเสียเข้าบ่อทดลอง น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อควบคุม และน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวา	50
4.6	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ ซี. โอ. ดี. ของน้ำเสียที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	51

รูปที่ หน้า

4.7 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดค่า ซี. โอ. ดี. ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา 51
4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่า บี. โอ. ดี. ของน้ำเสียที่เข้าบ่อทดลอง น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อควบคุม และน้ำทิ้งที่ออกจากบ่อผักตบชวา 54
4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ บี. โอ. ดี. ของน้ำเสียที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา 55
4.10 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ บี. โอ. ดี. ของน้ำเสียที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา 55
4.11 แสดงการเปรียบเทียบค่าของแข็งแขวนลอยรวม (TSS) ของน้ำเสียเข้าบ่อทดลอง น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อควบคุม และน้ำทิ้งที่ออกจากผักตบชวา 58
4.12 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสารแขวนลอยรวม (TSS) ของน้ำทิ้งที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา 59
4.13 การทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดค่าสารแขวนลอย (TSS) ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา 59
4.14 แสดงการเปรียบเทียบค่าเจล์ดาลไนโตรเจน, ที. เค. เอ็น. (TKN) ของน้ำเสียเข้าบ่อทดลอง น้ำทิ้งออกจากบ่อควบคุมและน้ำทิ้งออกจากบ่อผักตบชวา 62
4.15 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ ที. เค. เอ็น. ของน้ำเสียที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา 63
4.16 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดค่า ที. เค. เอ็น. ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา 63
4.17 แสดงการเปรียบเทียบค่าไนเตรทไนโตรเจน (NO_3-N) ของน้ำเสียเข้าบ่อทดลอง น้ำทิ้งออกจากบ่อควบคุม และน้ำทิ้งออกจากบ่อผักตบชวา 65
4.18 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของไนเตรทไนโตรเจน (NO_3-N) ของน้ำเสียที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา... 66

รูปที่		หน้า
4.19	แสดงการเปลี่ยนแปลงไนเตรทไนโตรเจน (NO_3-N) ที่ตำแหน่งของบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	66
4.20	แสดงการเปรียบเทียบค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ของน้ำเสียเข้าบ่อทดลอง น้ำทิ้งออกจากบ่อควบคุม และน้ำทิ้งออกจากบ่อผักตบชวา	69
4.21	แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) ของน้ำทิ้งที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	70
4.22	แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดค่าฟอสฟอรัส (TP) ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของบ่อควบคุมและบ่อผักตบชวา	70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย