

การกำจัดสาหร่าย โดยการกรองแบบไหลย้อนขึ้น
ALGAL REMOVAL BY UPFLOW FILTRATION



นาง ศรีคำ อนุชาชาติ

วิทยานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-318-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016705

i 10309445

การกำจัดส่าหรัย โดยการกรองแบบไหลย้อนขึ้น



นาง ศรีคำ อนุชาชาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

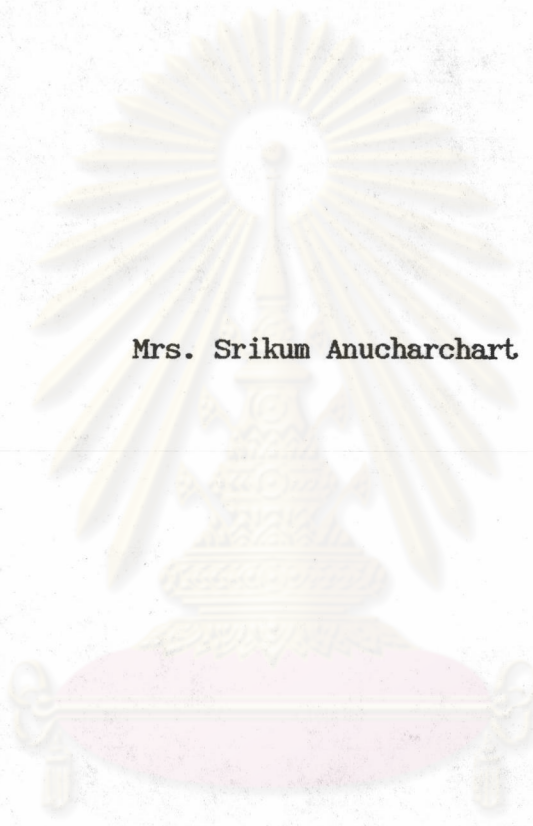
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-318-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Algal Removal by Upflow Filtration



Mrs. Srikum Anucharchart

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

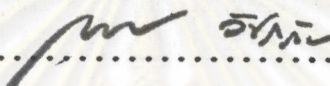
1990

ISBN 974-577-318-2




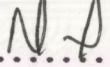
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดสาหร่าย โดยการกรองแบบไหลขึ้น
โดย นาง ศรีคำ อนุชาชาติ
ภาควิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์

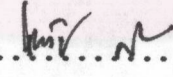
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

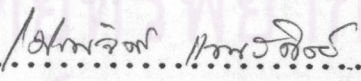
.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรภัย)

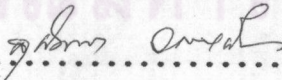
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชรรมนุญ โรจนะบุรานนท์)

.....  อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์)

.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ)

.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์)

.....  กรรมการ
(นางสาว สันัญญา ยนต์เปี่ยม)



ศรัคิมา อนุชาชาติ : การกำจัดสาหร่ายโดยการกรองแบบไหลย้อนขึ้น (ALGAL REMOVAL BY UPFLOW FILTRATION) อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์, 102 หน้า.
ISBN 974-577-318-2

การศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพการกำจัดสาหร่ายของถังกรองแบบน้ำไหลขึ้น 3 ถัง โดยมีตัวกรองเป็นพลาสติกมีเดีย บรรจุตัวกรองสูง 90 ซม. ถังกรองที่ 1, 2 และ 3 มีเวลากักเก็บน้ำ 84, 42 และ 21 นาทีตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ถังกรองทั้ง 3 ถัง สามารถกำจัดสาหร่ายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ประสิทธิภาพการกำจัดสาหร่ายเฉลี่ยเท่ากับ 49.9%, 43.3% และ 34% ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) การทดสอบหาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการกำจัดสาหร่ายกับระดับความสูงของตัวกรอง 15, 30, 45, 60, 75 และ 90 ซม. ของถังกรองที่ 1, 2 และ 3 พบว่ามีความสัมพันธ์โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.7614, 0.6558 และ 0.7103 ตามลำดับ

จากการศึกษาพบว่าถังกรองทั้ง 3 ถัง สามารถลดความขุ่นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และประสิทธิภาพการลดความขุ่นแปรตามความสูงของตัวกรอง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด อัลคาลินิตี และออกซิเจน ในด้านปริมาณออกซิเจนละลายและค่า pH ของน้ำจากถังกรองทั้ง 3 ถัง พบว่ามีค่าลดลงเมื่อเทียบกับน้ำดิบอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.0001$ และ $p < 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สหสาขาวิชา
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สาขา วิศวกรรม
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิติ สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [Signature]



SRIKUM ANUCHARCHART : ALGAL REMOVAL BY UPFLOW FILTRATION. THESIS

ADVISOR : ASSISTANT PROF. DR. SUTHIRAK SUJARITTANONTA, 102 PP.

ISBN 974-577-318-2

This study was undertaken to determine the efficiency of algal removal of three upflow filters with 90 centimetre height plastic media. Hydraulic retention time of filter 1, 2 and 3 were 84, 42 and 21 minutes, respectively. The results showed that the filter was statistically significant in removing algae ($p < 0.001$). It was found that mean algal removal efficiency of filter 1, 2 and 3 were 49.9%, 43.3% and 34%, respectively and were significantly different ($p < 0.001$). The height of filter media 15, 30, 45, 60, 75 and 90 centimetre played an important role of algal removal in filter 1, 2 and 3 with correlation coefficient of 0.7614, 0.6558 and 0.7103, respectively.

The three filters can remove turbidity significantly ($p < 0.001$). The removal efficiency varied with the height of filter media. For total kjeldahl nitrogen, total phosphorus, alkalinity and temperature, the results were not different significantly ($p > 0.05$). Dissolved oxygen and pH of the effluent decreased significantly ($p < 0.0001$ and $p < 0.05$)

ภาควิชา สหสาขาวิชา
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต สธิกร อรรถกุล
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [Signature]



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์ เป็นอย่างสูง ที่ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ชรรณบุญ โรจนะบุรานนท์ รองศาสตราจารย์ไพรัช สายเชื้อ รองศาสตราจารย์เปรมจิตต์ แทนสถิตย์ คุณสุปัญญา ยนต์เปี่ยม ที่ท่านได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ และตรวจแก้ไขทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณธีรพล คังคะเกตุ เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นอย่างยิ่ง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ตลอดจนเทคนิคการวิเคราะห์ต่าง ๆ

ขอขอบคุณ โรงงานเทพผดุงพรและมะพร้าว จำกัด ที่กรุณาให้ใช้สถานที่สำหรับทำงานวิจัย และอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กองควบคุมคุณภาพน้ำ การประปาส่วนภูมิภาค และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ได้ให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้บางส่วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ญ

บทที่

1. บทนำ	
1.1 คำนำ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตและแนวทางการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. การศึกษาด้านเอกสาร	
2.1 สำหรับในแหล่งน้ำ.....	3
2.2 การศึกษาปัญหาสาหร่าย.....	10
2.3 ปัญหาสาหร่ายต่อระบบผลิตน้ำ.....	16
2.4 การควบคุมปัญหาสาหร่าย.....	18
2.5 ทฤษฎีการกรอง.....	21
2.6 การเกิดแผ่นฟิล์มของสิ่งมีชีวิต (Biofilm formation)....	24
2.7 กลไกการกำจัดสาหร่ายโดยใช้ตัวกรองพลาสติกมีเดีย.....	25
3. วิธีดำเนินการศึกษา	
3.1 การดำเนินการ.....	30
3.2 อุปกรณ์.....	30
3.3 การเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์.....	34
3.4 การแปรผล.....	35
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 การลดปริมาณสาหร่าย.....	36
4.2 การลดปริมาณความขุ่น.....	44

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4.3	การลดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด.....	49
4.4	การลดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด.....	54
4.5	การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดต่าง.....	58
4.6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลาย.....	60
4.7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณอัลคาลินิตีและออกทามิ.....	62
4.8	การหาความสัมพันธ์ของปริมาณสำหรับ ความขุ่น ออกซิเจน ละลาย ไนโตรเจนทั้งหมด และ ฟอสฟอรัสทั้งหมด ในน้ำดิบ...	63
4.9	การหาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการลดปริมาณสำหรับ กับการลดปริมาณความขุ่น ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัส ทั้งหมด.....	64
5.	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1	สรุปผล.....	66
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	69
บรรณานุกรม.....		70
ภาคผนวก.....		76
ประวัติผู้เขียน.....		102

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	เปรียบเทียบลักษณะของสาหร่ายในแหล่งน้ำ.....4
2.2	แสดงชนิดของ Clean Water Algae.....5
2.3	แสดงชนิดของ Pollution Algae.....7
2.4	แสดงปริมาณสาหร่ายและปริมาณสารอาหารในแหล่งน้ำชนิดต่าง ๆ...14
2.5	แสดงปัญหาที่เกิดจากสาหร่ายชนิดต่าง ๆ.....19
2.6	Anaerobic filter ที่ใช้กันในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา.....28
4.1	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณสาหร่ายในน้ำดิบและน้ำจาก ถังกรองที่ 1, 2 และ 3 โดยวิธี DMRT.....37
4.2	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการกำจัดสาหร่ายของ ถังกรองที่ 1, 2 และ 3 โดยวิธี DMRT.....40
4.3	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณความขุ่นในน้ำดิบและน้ำจาก ถังกรองที่ 1, 2 และ 3 โดยวิธี DMRT.....47
4.4	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการลดความขุ่นของ น้ำจากถังกรองที่ 1, 2 และ 3 โดยวิธี DMRT.....47
4.5	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า pH ของน้ำดิบและน้ำจาก ถังกรองที่ 1, 2 และ 3 โดยวิธี DMRT.....58
4.6	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำดิบ และน้ำจากถังกรองที่ 1, 2 และ 3 โดยวิธี DMRT.....62
4.7	แสดงความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ต่างๆในน้ำดิบ โดยใช้ correlation matrix.....63
4.8	แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการกำจัดสาหร่าย, ความขุ่น, ไนโตรเจนทั้งหมด, ฟอสฟอรัสทั้งหมด ของถังกรองที่ 1 โดยใช้ correlation matrix.....64
4.9	แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการกำจัดสาหร่าย, ความขุ่น, ไนโตรเจนทั้งหมด, ฟอสฟอรัสทั้งหมด ของถังกรองที่ 2 โดยใช้ correlation matrix.....65

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการกำจัดสาหร่าย, ความขุ่น, ไนโตรเจนทั้งหมด, ฟอสฟอรัสทั้งหมด ของถังกรองที่ 3 โดยใช้ correlation matrix.....	65



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญรูป

รูปที่

หน้า

2.1	แสดงการแปรผันค่าเฉลี่ยของ Total-P ตามระยะทางในแม่น้ำ ท่าจีนปี 2526.....	15
2.2	แสดงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่แปรผันตามระยะทางจากปากแม่น้ำ แม่กลอง ในปี พ.ศ. 2527 และ 2528.....	16
2.3	การกรองโดยเคลื่อนย้ายสารแขวนลอยเข้าหาสารกรอง (Transport Mechanism).....	22
2.4	แสดงการเกิดฟิล์มของจุลินทรีย์และสาหร่าย (Schmutzdecke) ที่เกิดบนทรายกรองน้ำแบบกรองช้า.....	23
2.5	แสดงลักษณะผิวหน้าของ biofilm ขนาดขยาย 1,000 เท่า.....	24
2.6	แสดงการแพร่ของสารอาหารและอากาศในชั้นของ biofilm.....	26
2.7	แสดงการใช้ออกซิเจนของ biofilm ทำให้เกิดโซนของบริเวณ ที่ขาดออกซิเจน.....	26
2.8	แสดงชนิดของมีเดียที่ใช้ใน Anaerobic filter ทัวไป.....	29
3.1	แสดงแบบจำลองถังกรองแบบน้ำไหลขึ้น.....	32
3.2	ลักษณะของพลาสติกมีเดียที่ใช้.....	33
4.1	แสดงปริมาณสาหร่ายในรูปคลอโรฟิลล์ เอ ของน้ำดิบและน้ำจากถัง กรองทั้ง 3 ถัง.....	38
4.2	แสดงประสิทธิภาพการกำจัดสาหร่ายของถังกรองทั้ง 3 ถัง.....	39
4.3	แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการกำจัดสาหร่ายกับเวลา กักเก็บน้ำ.....	41
4.4	แสดงค่าความขุ่นของน้ำดิบและน้ำจากถังกรองทั้ง 3 ถัง.....	45
4.5	แสดงประสิทธิภาพการลดความขุ่นของถังกรองทั้ง 3 ถัง.....	45
4.6	แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการลดความขุ่นกับเวลา กักเก็บน้ำ.....	48
4.7	แสดงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำดิบและน้ำจากถังกรองทั้ง 3 ถัง.....	50

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 แสดงประสิทธิภาพการลดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของถังกรองทั้ง 3 ถัง.....	51
4.9 แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการลดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดกับเวลากักเก็บน้ำ.....	53
4.10 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของน้ำดิบและน้ำจากถังกรองทั้ง 3 ถัง.....	55
4.11 แสดงประสิทธิภาพการลดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของถังกรองทั้ง 3 ถัง.....	56
4.12 แสดงความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการลดปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดกับเวลากักเก็บน้ำ.....	57
4.13 แสดงค่า pH ของน้ำดิบและน้ำจากถังกรองทั้ง 3 ถัง.....	59
4.14 แสดงปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำดิบและน้ำจากถังกรองทั้ง 3 ถัง..	61

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย