

การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบจุลินทรีย์แขวนลอยและจุลินทรีย์บนตัวกลางยึดเกาะ

คุณภา คำเพชร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

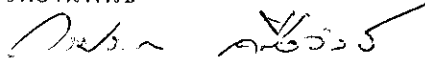
พฤษภาคม 2548

ISBN 974-502-447-3

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ คุณนภา คำเพชร ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

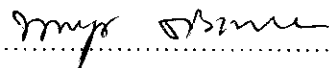
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์


.....ประธาน

(ดร.กรประภา เค็สอวัลย์)

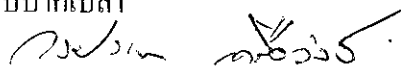

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์ สว่างวงศ์)


.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงนุช ตั้งเกริกโอพาร)

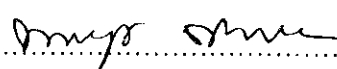
คณะกรรมการสอบปากเปล่า


.....ประธาน

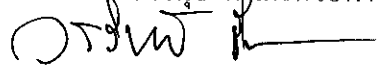
(ดร.กรประภา เค็สอวัลย์)


.....กรรมการ

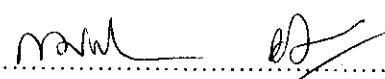
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์ สว่างวงศ์)


.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงนุช ตั้งเกริกโอพาร)



.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร)


.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมถวิล จิตควร)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 26 เดือน พฤษภาคมพ.ศ. 2548

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
ประจำภาคปลาย ปีการศึกษา 2547

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษา ฝึกอบรมและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษา และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ดร.กรประภา เครือวัลย์ ที่เป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ คอยให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยแก้ไขปัญหาค้นคว้าข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับความรู้ แนวความคิด ประสบการณ์ที่ดีในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พิชาญ สว่างวงศ์ ผศ.ดร.นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร และคณะกรรมการสอบปากเปล่า ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ทั้งในการทดลองและคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีวเคมี มหาวิทยาลัยบูรพา ที่เอื้อเฟื้อเกี่ยวกับอุปกรณ์ เครื่องมือสำหรับการวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลแสนสุข และเทศบาลเมืองพัทยา ในการช่วยเหลือขณะเก็บน้ำเสียตัวอย่าง

และขอขอบใจเพื่อน ๆ ปริญญาตรี สาธารณสุขศาสตร์ และปริญญาโท วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งท่านอื่น ๆ ที่มีได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่มีส่วนช่วยให้กำลังใจและช่วยเหลือเสมอมา ประโยชน์ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบให้บิดา และมารดา ที่ช่วยสั่งสอนอบรมเลี้ยงดู สั่งสอนสิ่งที่ดำรงแก่ผู้วิจัย

คุณนภา คำเพชร

42911546: สาขา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: ธาตุอาหาร/ฟิล์มชีวภาพ/ ไนติไฟเคชัน/ ดีไนติไฟเคชัน/ แอนอกซิก

คุณภา คำเพชร: การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบจุลินทรีย์แขวนลอยและ
จุลินทรีย์บนตัวกลางยึดเกาะ (WASTEWATER TREATMENT BY SUSPENDED GROWTH
AND BIOFILM SUSPENDED CARRIER SYSTEM) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์:

กรประภา เกรือวัลย์, Ph.D., พิชาย สุว่างวงศ์, Ph.D., นงนุช ตั้งเกริกโอพาร, Ph.D. 98 หน้า.

ปี พ.ศ. 2548. ISBN 974-502-447-3

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียของ
จุลินทรีย์แบบเคลื่อนที่โดยอิสระและจุลินทรีย์แบบที่มีตัวยึดเกาะในระบบบำบัดน้ำเสียจำลองแบบ
SCAS SBR และBSC ซึ่งตัวกลางที่นำมาศึกษาครั้งนี้ คือ โรล์ม้วนผม ออกซิบอล ไม้ไผ่ ไม้ระกำ
รังบวบ และหลอด ระยะเวลาทำการทดลองทั้งสิ้น 100วัน โดยมีการควบคุมค่า MLSS ของแต่ละ
ระบบให้อยู่ระหว่าง 1500-2000 มิลลิกรัมต่อลิตร พารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาคือค่าซีไอดี ชีวมวล
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน และออกซิฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

ผลการวิจัยพบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SCAS SBR และBSC สามารถบำบัดซีไอดี
เฉลี่ยได้ประมาณ 98% 94% และ95% ตามลำดับ ส่วนการบำบัดไนโตรเจนพบว่า ระบบบำบัดน้ำ
เสียแบบ SCAS และSBR ไม่สามารถบำบัดค่าไนโตรเจนได้ เนื่องจากในระบบมีการสะสมปริมาณ
ไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในปริมาณมาก ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SBR เกิดปฏิกิริยาไนติไฟเคชัน
อย่างไม่สมบูรณ์ ทำให้ระบบมีการสะสมค่าไนไตรท์-ไนโตรเจนสูง แต่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ
BSC เกิดปฏิกิริยาไนติไฟเคชันและดีไนติไฟเคชันควบคู่กัน ทำให้สามารถบำบัดปริมาณไนโตรเจน
ได้ จากการวิจัยพบว่า ตัวกลางแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียแตกต่างกัน โดยวัน
สุดท้ายของการทดลองมีค่าเฉลี่ยการบำบัดไนโตรเจนดังนี้ โรล์ม้วนผมมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจนต่ำกว่า 20 0.5 และ3
มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ออกซิบอลมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 18 0.5 และ15 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ
ไม้ไผ่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 20 0.5 และ10 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ไม้ระกำมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 20 0.5
และ2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ รังบวบมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 20 0.5 และ15 มิลลิกรัมต่อลิตร
ตามลำดับ และหลอดมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 15 0.5 และ15 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งระบบบำบัด
น้ำเสียทั้ง 3 แบบไม่สามารถบำบัดค่าฟอสฟอรัสได้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองจึงมีค่าความเข้มข้นของ
ฟอสฟอรัสเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และตัวกลางที่เหมาะสมสำหรับการยึดเกาะของจุลินทรีย์มาก
ที่สุดคือ รังบวบ ซึ่งมีปริมาณของจุลินทรีย์ที่เจริญบนตัวกลางมากที่สุด

42911546: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE;

M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: NUTRIENT/ BIOFILM/ NITRIFICATION/ DENITRIFICATION/ ANOXIC

DUJNAPHA KOMPETCH: WASTEWATER TREATMENT BY SUSPENDED GROWTH AND BIOFILM SUSPENDED CARRIER SYSTEM. THESIS ADVISORS:

KORNPRABHA KRUAVAL, Ph.D., PICHAN SAWANGWONG, Ph.D., NONGNUD

TANGKROCK-OLAN, Ph.D. 98 P. 2005. ISBN 974-502-447-3

The objective of this research was to determine the efficiency of wastewater treatment by suspended growth and biofilm suspended carrier system. Carriers used for this experiment were rool, oxyball, bamboo chip, salaca wood chip, loofah, and straw. The experiment time was 100 days. The MLSS was maintained between 1,500-2,000 mg/l in each system during the experiment. COD, biomass, ammonia-nitrogen($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrite-nitrogen($\text{NO}_2\text{-N}$), nitrate-nitrogen($\text{NO}_3\text{-N}$), and orthophosphate-phosphorus($\text{PO}_4\text{-P}$) were analyzed.

The result showed that Semi-Continuous Activated Sludge(SCAS), Sequencing Batch Reactor(SBR) and Biofilm Suspended Carrier(BSC) had the COD removal efficiency average about 98%, 94%, and 95%, respectively. SCAS and SBR system could not remove nitrogen in wastewater. It was found the $\text{NO}_3\text{-N}$ accumulated in the SCAS and SBR system. The nitrification reaction was not complete in the SBR system and nitrogen had accumulated in the system as well. In BSC system, both nitrification and denitrification occurred, so this system could remove the nitrogen from the wastewater. In addition, the result was that each carriers had different treatment efficiency. During 10 weeks of wxperimentation, roll showed that the average reduction in the efficiency of $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, and $\text{NO}_3\text{-N}$ was below 20, 0.5, and 3 mg/l, respectively. Oxyball had removal efficiency below 18, 05 and 15 mg/l, respectively while The removal efficiency of bamboo chip were lower than 20, 0.5, and 10 mg/l, respectively. The reduction efficiencies in salaca wood chip were lower than 20, 0.5 and 2 mg/l, respectively while loofah were lower than 15, 0.5, and 15 mg/l, respectively and in straw were lower than 15, 0.5, and 15 mg/l, respectively. However, the SCAS SBR and BSC system could not reduce phosphorus. The concentration of phosphorus was constant at 100 mg/l during the experimentation. In addition, loofah gave the promise carrier to treat the wastewater because it provided the highest surface area for microbial attactment.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ระบบบำบัดน้ำเสียที่ทำการศึกษา.....	5
การกำจัดสารอาหารในน้ำเสียทางชีวภาพ.....	12
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	23
อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมี.....	23
การดำเนินการทดลอง.....	25
4 ผลการทดลอง.....	30
การกำจัดไนโตรเจนและอินทรีย์สาร.....	30
การกำจัดฟอสฟอรัส.....	46
การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนตัวกลางยึดเกาะ.....	49

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 อภิปรายและสรุปผล.....	57
อภิปรายผล.....	57
สรุปผลการวิจัย.....	66
บรรณานุกรม.....	67
ภาคผนวก.....	72
ภาคผนวก ก.....	73
ภาคผนวก ข.....	89
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	98

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	วิธีกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสียโดยวิธีทางชีวภาพ.....	14
2	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซีโอดี และ อโรฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SCAS (n = 3).....	90
3	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซีโอดี และ อโรฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ SBR (n = 3).....	91
4	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซีโอดี และ อโรฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ BSC ชนิดโรล์ม้วนผสม (n = 3).....	92
5	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซีโอดี และ อโรฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ BSC ชนิดออกซิบอล (n = 3).....	93
6	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซีโอดี และ อโรฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ BSC ชนิดไม้ไผ่ (n = 3).....	94
7	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซีโอดี และ อโรฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ BSC ชนิดไม้ระกำ (n = 3).....	95
8	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซีโอดี และ อโรฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ BSC ชนิดรงขวบ (n = 3).....	96
9	ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ซีโอดี และ อโรฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ BSC ชนิดหลอด (n = 3).....	97

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	6
2	7
3	8
4	10
5	11
6	11
7	16
8	26
9	27
10	27
11	31
12	31
13	35
14	37
15	39
16	41

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของซีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจน ในน้ำตัวอย่างจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบ BSC ชนิดรั้งบวบ n = 3.....	43
18	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของซีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน และไนเตรท-ไนโตรเจน ในน้ำตัวอย่างจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบ BSC ชนิดหลอด n = 3.....	45
19	การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในน้ำตัวอย่างจากระบบบำบัดน้ำเสียชนิด SCAS, SBR และ BSCแบบต่าง ๆ n = 3.....	47
20	เปอร์เซ็นต์การบำบัดอโรฟอสเฟตในระบบบำบัดน้ำเสียที่ทำการศึกษา.....	48
21	การเจริญของจุลินทรีย์บนตัวกลางยัดเกาะชนิด ไรล์ม้วนผม ออกซิบอล และไม้ไผ่ n = 3.....	50
22	การเจริญของจุลินทรีย์บนตัวกลางยัดเกาะชนิด ไม้ระกำ รั้งบวบ และหลอด n = 3.....	51
23	ลักษณะน้ำตัวอย่างจากระบบบำบัดน้ำเสียหลังการบำบัด.....	53
24	วัสดุที่นำมาเป็นตัวกลางยัดเกาะของจุลินทรีย์หลังเสร็จการทดลอง.....	54
25	ลักษณะตัวกลางยัดเกาะของจุลินทรีย์ในแบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสียที่ทำการศึกษา...	55
26	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในชั้นฟิล์มจุลินทรีย์.....	61
27	ขั้นตอนการกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพ.....	65
28	กราฟสารละลายมาตรฐานของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(1).....	74
29	กราฟสารละลายมาตรฐานของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(2).....	75
30	กราฟสารละลายมาตรฐานของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน(2).....	76
31	กราฟสารละลายมาตรฐานของไนไตรท์-ไนโตรเจน(1).....	77
32	กราฟสารละลายมาตรฐานของไนไตรท์-ไนโตรเจน(2).....	78
33	กราฟสารละลายมาตรฐานของไนไตรท์-ไนโตรเจน(3).....	79
34	กราฟสารละลายมาตรฐานของไนเตรท-ไนโตรเจน(1).....	80
35	กราฟสารละลายมาตรฐานของไนเตรท-ไนโตรเจน(2).....	81
36	กราฟสารละลายมาตรฐานของไนเตรท-ไนโตรเจน(3).....	82
37	กราฟสารละลายมาตรฐานของไนเตรท-ไนโตรเจน(4).....	83

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
38 กราฟสารละลายมาตรฐานของอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส(1).....	84
39 กราฟสารละลายมาตรฐานของอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส(2).....	85
40 กราฟสารละลายมาตรฐานของซีไอดี(1).....	86
41 กราฟสารละลายมาตรฐานของซีไอดี(2).....	87
42 กราฟสารละลายมาตรฐานของซีไอดี(3).....	88