การบำบัดน้ำเสียจากภัตตาคารด้วยระบบอาร์บีซี

นางสาวพงษ์ระพิพรท์ ยุวพันธุ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535

ISBN 974-582-046-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018722 1178092 98

Treatment of Restaurant Wastewater by RBC System

Miss Pongrapin Yuwapun

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Environmental Science

Inter-Department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-582-046-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การบำบัดน้ำเสียจากภัตตาคารด้วยระบบอาร์บีซี
โดย	นางสาวพงษ์ระพิณท์ ยุวพันธุ์
สหสาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

พงษ์ระพิณท์ ยุวพันธุ์ : การบำบัดน้ำเสียจากภัตตาคารด้วยระบบอาร์บีซี (TREATMENT OF RESTAURANT WASTEWATER BY RBC SYSTEM) อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 117 หน้า. ISBN 974-582-046-6

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือระบบอาร์บีซีขนาดเครื่องต้นแบบ มีจำนวนตอนของแผ่นตัวกลางทั้งหมด 4 ตอน เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.5 เมตร พื้นที่ผิวของแผ่นตัวกลางเท่ากับ 22.5 ตารางเมตร แผ่นตัวกลางจมอยู่ในน้ำเสีย 35 % ปริมาตรของถังปฏิกิริยาเท่ากับ 0.2 ลูกบาศก์เมตร น้ำเสียก่อนเข้าระบบอาร์บีซีเป็นน้ำเสียจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งขนาด 700 ตารางเมตร ที่ผ่านบ่อดักไขมันแล้ว 3 บ่อ

ค่าบีโอดี และซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียก่อนเข้าระบบเท่ากับ 490 และ 606 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ภาระบีโอดีที่เข้าระบบเท่ากับ 9.36, 15.68, 21.95, 28.22 และ 40.72 กรัม/ตารางเมตร.วัน ระยะเวลาการกักเก็บเท่ากับ 1.57, 0.94, 0.67, 0.52 และ 0.36 ชั่วโมง ตามลำดับ ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีมีค่าสูงกว่า 80 % ยกเว้นที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 40.72 กรัม/ตารางเมตร.วัน ซึ่งประสิทธิภาพการบำบัดมีเพียง 40.26 % ดังนั้นภาระบีโอดีที่เหมาะสมกับน้ำเสียจากภัตตาคาร/ร้านอาหารควรมีค่าระหว่าง 9.36-28.22 กรัม/ตารางเมตร.วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สหสาขา ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C125940 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD : RBC/ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR/RESTAURANT/WASTEWATER
PONGRAPIN YUWAPUN : TREATMENT OF RESTAURANT WASTEWATER BY RBC SYSTEM.
THESIS ADVISOR : PROF. THONGCHAI PUNSAWAD, Ph.D., 117 pp.
ISBN 974-582-046-6

The treatment test unit used in this study was a prototype 4- stage RBC plant with the media diameter of 0.5 m., media surface 22.5 $m.^2$, media submergence 35 percent and reactor volume of 0.2 $m.^3$ The feed wastewater was taken from the final tank of 3-tanks-in-series grease trap of a 700 $m.^2$ messhall of a local university.

The average BOD and COD concentration of feed water to the RBC process were 490 and 606 mg/l, respectively. With the BOD loading of 9.36 to 28.22 $g/m^2.d$ or the equivalence of only 1.57 to 0.52 hours in the RBC unit, the BOD removal efficiency was found to be more than 80 percent, However, at the BOD loading 40.72 $g/m^2.d$ the BOD removal efficiency was only 40.26 %. As a result, optimum BOD loading for RBC treatment of wastewaters from restaurants should range between 9.36-28.22 $g/m^2.d$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สหสาขา
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
ปีการศึกษา 2535

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของ ศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ ตลอดจนแนะนำแหล่งทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ รองศาสตราจารย์ ดร. ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์ และรองศาสตาจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ช่วยชี้แนะแก้ไขเพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์มากขึ้น

ขอแสดงความขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบริษัท ชัลคอนไทย จำกัด ที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยส่วนหนึ่ง ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่ให้ยืมอุปกรณ์วิจัยอันได้รับการบริจาคจากบริษัท เฟดเดอรัล เอนจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

สุดท้ายขอขอบคุณ นางสาวระพีพร ยุวพันธุ์ เรือโท สันติ ลยางกูร ที่ให้ความช่วยเหลือการทำวิทยานิพนธ์ในทุก ๆ ด้าน และขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษา และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

คำอธิบายศัพท์ และคำย่อ ..... ฐ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1

1.2 จุดประสงค์การวิจัย 3

1.3 ขอบเขตการวิจัย 4

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบอาร์บีซี 6

2.1 วิวัฒนาการของระบบอาร์บีซี 6

2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอาร์บีซี 7

2.3 กระบวนการทางชีวเคมี 9

2.4 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างจุลชีพ 10

2.5 ลักษณะสมบัติ และชนิดของจุลชีพในเมือกจุลชีพของระบบอาร์บีซี 12

2.6 องค์ประกอบที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอาร์บีซี 17

2.7 ข้อดี และเสียของระบบอาร์บีซี 21

3. การตรวจสอบเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23

4. การดำเนินการวิจัย 43

4.1 แผนการวิจัย 43

4.2 น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย 46

4.3 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 48

5. ผลการทดลอง และวิจารณ์ 51

5.1 การบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารขั้นต้นด้วยบ่อดักไขมัน 51

บทที่ หน้า

5.2 การเพาะเลี้ยงเมือกจุลชีพของระบบอาร์บีซี..... 51
5.3 ผลของภาระบีโอดีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย..... 53
5.3.1 ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี..... 53
5.3.2 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี..... 55
5.3.3 ประสิทธิภาพการกำจัดเอสเอส..... 60
5.3.4 ประสิทธิภาพการกำจัดเอฟโอจี..... 60
5.3.5 ประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น..... 62
5.3.6 ผลกระทบต่อแอมโมเนียไนโตรเจน..... 65
5.3.7 ผลกระทบต่อไนไตรท์ และไนเตรทไนโตรเจน..... 65
5.3.8 ผลกระทบต่อพีเอช..... 67
5.3.9 ผลกระทบต่ออุณหภูมิ..... 72
5.4 ลักษณะสิ่งมีชีวิตที่เกิดบนผิวตัวกลาง..... 72
5.4.1 ลักษณะทางกายภาพ..... 72
5.4.2 ชนิดของสิ่งมีชีวิตบนผิวตัวกลาง..... 76
5.5 คุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร..... 76
6. สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ..... 85
6.1 สรุปผลการทดลอง..... 85
6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต..... 86
รายการอ้างอิง..... 87
ภาคผนวก..... 91
ประวัติผู้เขียน..... 117

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ลักษณะสมบัติ และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากภัตตาคารส่วนครัว..... 3
ตารางที่ 2.1 ความหนาแน่นจุลชีพในเมือกจุลชีพในถังปฏิกิริยา และความหนาต่าง ๆ..... 15
ตารางที่ 2.2 คำแนะนำในการกำหนดจำนวนตอนของอาร์บีซีโดยผู้ผลิตในอเมริกา..... 20
ตารางที่ 3.1 กลศาสตร์สำหรับการย่อยสลายแบบแอโรบิก และแอนนอกซิก(Anoxic) ขององค์ประกอบอินทรีย์ และไนตริฟิเคชั่นในระบบอาร์บีซี 40
ตารางที่ 3.2 กลศาสตร์ และ Stoichiometric constant ที่ใช้ในระบบอาร์บีซี..... 42
ตารางที่ 3.3 สัมประสิทธิ์การแพร่(diffusion coefficient) ที่ใช้ในกฎการแพร่กระจายของ Fick..... 42
ตารางที่ 4.1 รายละเอียดตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลอง..... 45
ตารางที่ 4.2 ภาระบีโอดี และภาระชลศาสตร์ที่บีโอดีต่าง ๆ..... 45
ตารางที่ 4.3 ความถี่การเก็บตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์..... 47
ตารางที่ 4.4 รายละเอียดของแบบจำลองอาร์บีซีที่ใช้ในการทดลอง..... 49
ตารางที่ 5.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ ที่ความน่าจะเป็น 50 %..... 52
ตารางที่ 5.2 ภาระบีโอดีของน้ำเสียชนิดต่าง ๆ ที่มีลักษณะสมบัติใกล้เคียงกับน้ำเสียจากภัตตาคาร/โรงอาหาร..... 56
ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร..... 84

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 กิจกรรมหรือธุรกิจที่มีส่วนก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล 2

รูปที่ 1.2 รายละเอียดแบบจำลองอาร์บีซี 5

รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบการเกาะของจุลชีพในระบบอาร์บีซี และระบบโปรยกรอง 7

รูปที่ 2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอาร์บีซี 9

รูปที่ 2.2 ความหนาแน่นจุลชีพในเมือกจุลชีพที่ชั้นความหนาต่าง ๆ 16

รูปที่ 2.4 ขั้นกระบวนการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยจุลชีพในระบบอาร์บีซี 17

รูปที่ 3.1 ชนิดของจุลชีพ และปฏิกิริยาในเมือกจุลชีพที่ภาระ(load) ต่าง ๆ 39

รูปที่ 4.1 การติดตั้งเครื่องมือ 44

รูปที่ 4.2 รายละเอียดบ่อดักไขมัน 48

รูปที่ 4.3 รายละเอียดถังตกตะกอน 50

รูปที่ 5.1 การเปลี่ยนแปลงบีโอดีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 54

รูปที่ 5.2 ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 55

รูปที่ 5.3 การเปลี่ยนแปลงซีโอดีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 57

รูปที่ 5.4 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 58

รูปที่ 5.5 การเปลี่ยนแปลงซีโอดีในแต่ละตอนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 59

รูปที่ 5.6 การเปลี่ยนแปลงเอสเอสที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 61

รูปที่ 5.7 ประสิทธิภาพการกำจัดเอสเอสที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 62

รูปที่ 5.8 การเปลี่ยนแปลงเอสเอสในแต่ละตอนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 63

รูปที่ 5.9 การเปลี่ยนแปลงเอฟโอจีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 64

รูปที่ 5.10 ประสิทธิภาพการกำจัดเอฟโอจีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 65

รูปที่ 5.11 การเปลี่ยนแปลงทีเคเอ็นที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 66

รูปที่ 5.12 ประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 67

รูปที่ 5.13 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 67

รูปที่ 5.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 68

รูปที่ 5.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ไนโตรเจนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 69

รูปที่ 5.16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทไนโตรเจนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 70

หน้า

รูปที่ 5.17 การเปลี่ยนแปลงพีเอชที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ..... 71
รูปที่ 5.18 การเปลี่ยนแปลงพีเอชในแต่ละตอนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ..... 73
รูปที่ 5.19 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ..... 74
รูปที่ 5.20 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละตอนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ..... 75
รูปที่ 5.21 คุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ 83

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แบบจำลองอาร์บีซี..... 4

ภาพที่ 2.1 เส้นใย Glycocalyx เกาะพันระหว่างเซลแบกทีเรียในเมือกุลินทรีย์..... 14

ภาพที่ 4.1 ถังตกตะกอน..... 50

ภาพที่ 5.1 ลักษณะทางกายภาพของเมือกจุลชีพที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 9.36 กรัม/ตารางเมตร.วัน..... 77

ภาพที่ 5.2 ลักษณะทางกายภาพของเมือกจุลชีพที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 15.68 กรัม/ตารางเมตร.วัน..... 78

ภาพที่ 5.3 ลักษณะทางกายภาพของเมือกจุลชีพที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 21.95 กรัม/ตารางเมตร.วัน..... 79

ภาพที่ 5.4 ลักษณะทางกายภาพของเมือกจุลชีพที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 28.22 กรัม/ตารางเมตร.วัน..... 80

ภาพที่ 5.5 ลักษณะทางกายภาพของเมือกจุลชีพที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 40.72 กรัม/ตารางเมตร.วัน..... 81

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายศัพท์และคำย่อ

ถังเกรอะ = septic tank

ถังกรองไร้อากาศ = anaerobic filter

ระบบอาร์บีซี = RBC (Rotating Biological Contactors)

ภาระอินทรีย์ = Organic loading หมายถึงอัตราการจ่ายสับสเตรท (substrate) เข้าสู่ระบบต่อพื้นที่ผิวของแผ่นตัวกลางทั้งหมด (ภาระพื้นผิว = Surface loading, กรัม/ตาราง เมตร.วัน) หรือต่อปริมาตรของน้ำเสียในถังปฏิกิริยา (ภาระปริมาตร = Volumetric loading , กรัม/ลูกบาศก์เมตร.วัน)

ภาระบีโอดี = BOD loading หมายถึงอัตราการจ่ายสับสเตรท (substrate) เข้าสู่ระบบต่อพื้นที่ผิวของแผ่นตัวกลางทั้งหมด ซึ่งวัดกันในรูปของบีโอดี

ภาระซีโอดี = COD loading หมายถึงอัตราการจ่ายสับสเตรท (substrate) เข้าสู่ระบบต่อพื้นที่ผิวของแผ่นตัวกลางทั้งหมด ซึ่งวัดกันในรูปของซีโอดี

ภาระชลศาสตร์ = Hydraulic loading หมายถึงอัตราการไหลของน้ำเสียต่อพื้นที่ผิวแผ่นตัวกลางทั้งหมด , ลูกบาศก์เมตร/ตาราง เมตร.วัน

แผ่นตัวกลาง = media

ตอน = stage ใช้สัญลักษณ์ st. เป็นอักษรย่อ

เอฟโอจี = FOG (Fat Oil Greases)

บีโอดี = BOD (Biochemical Oxygen Demand), มิลลิกรัม/ลิตร

ซีโอดี = COD (Chemical Oxygen Demand), มิลลิกรัม/ลิตร

ทีเคเอ็น = TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) ,มิลลิกรัม/ลิตร

เอสเอส = SS (Suspended Solids), มิลลิกรัม/ลิตร

พีเอช = pH

เมือกจุลชีพ = Biofilm

จุลชีพ = Microscopic Organism

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบโปรยกรอง	=	Tricking filter
สลัดจ์	=	Sludge
แอกทิเวเต็ดสลัดจ์	=	Activated Sludge
จลนศาสตร์	=	kinetic
HDPE	=	High Density Polyethylene

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย