

การบําบัดน้ำเสียจากโรงงานสุราโดยขบวนการอาร์บีสที่มีคาร์บอนเรีนน้ำทิ้ง



นายกิตติ โสภณภักดิ์

004101

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2524

TREATMENT OF DISTILLERY WASTEWATER BY RECYCLED RBC PROCESS

Mr. Kittti Sophonpak

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

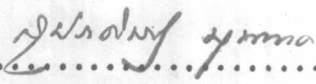
Graduate School

Chulalongkorn University

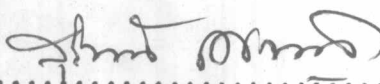
1981

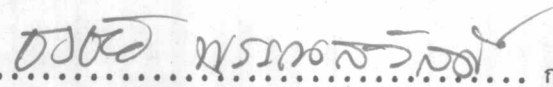
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสุราโดยขบวนการอาร์บิซีที่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง
โดย นายกิตติ โสภณภักดิ์
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์

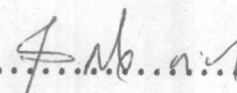
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

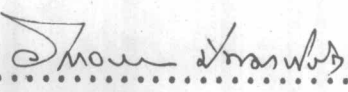
.....  คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุญนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. สุรินทร์ เศรษฐมานิต)

.....  กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุดใจ จำปา)

.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วีรวรรณ บัทยาภิรัต)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสุราโดยขบวนการอาร์พีซีที่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง
ชื่อผู้วิจัย นายกิตติ โสภณภักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2524



บทคัดย่อ

ศึกษาริบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสุราโดยระบบอาร์พีซีขนาดห้องปฏิบัติการแบบหกตอน ใช้ท่อนพีวีซีเส้นรูปทรงกระบอกกลวงเป็นวัสดุยึดเกาะ พื้นที่ผิวแต่ละตอนเท่ากับประมาณ 0.566 ตร.ม. น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นด้วยเครื่องกรองไร้อากาศ มีความเข้มข้นของซีโอดีประมาณ 15,600 มก./ลบ.ตม. ตัวแปรที่ใช้ในการควบคุมการทดลอง ครั้งนี้คือ อัตราการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบ, ค่าอินทรีย์บรทุก (79 ถึง 196 ก.ซีโอดี/ตร.ม./วัน) และอัตราการหมุนเวียนน้ำทิ้ง (1:1 ถึง 1:3) ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

- ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูงสุดร้อยละ 74.8 ที่ค่าอินทรีย์บรทุก 79 ก.ซีโอดี/ตร.ม./วัน และต่ำสุดร้อยละ 44.1 เมื่อค่าอินทรีย์บรทุก 196 ก.ซีโอดี/ตร.ม./วัน
- เมื่อเพิ่มค่าอินทรีย์บรทุกให้สูงขึ้นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี, ตะกอนแขวนลอย และไนโตรเจนทั้งหมดจะลดลง
- เมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้งประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจะสูงขึ้นและจะแปรผันตามการเพิ่มอัตราการหมุนเวียนน้ำทิ้ง แต่ที่ค่าอินทรีย์บรทุกต่ำ ๆ (อินทรีย์บรทุก 79 ก.ซีโอดี/ตร.ม./วัน) การหมุนเวียนน้ำทิ้งจะมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีน้อยมาก
- ประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอยและไนโตรเจนทั้งหมดจะสูงขึ้น แปรผันตามการเพิ่มอัตราการหมุนเวียนน้ำทิ้ง แต่ที่ค่าอินทรีย์บรทุกสูง (อินทรีย์บรทุก 196 ก.ซีโอดี/ตร.ม./วัน) การหมุนเวียนน้ำทิ้งจะไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดนี้

- ประสิทธิภาพการกำจัด COD สูงในกรณีที่ RBC

- pH ค่าที่วัดได้จาก RBC > 7.5

- ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจะสูงสุดในสามตอนแรกของอาร์พีซี
- ค่าพีเอชของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบอาร์พีซี มีค่าสูงกว่า 7.5

Thesis Title Treatment of Distillery Wastewater by Recycled
 RBC Process
Name Mr. Kitti Sophonpak
Thesis Advisor Assistant Professor Thongchai Panswad, Ph.D.
Department Sanitary Engineering
Academic Year 1981

ABSTRACT

A study of distillery wastewater treatment was performed on laboratory scale, six-stage rotating biological contactor (RBC) with random plastic ring media. The surface area of media in each stage is approximately equal to 0.566 m^2 . The raw wastewater was pre-treated by anaerobic filter process, resulting in the RBC influent COD of approximately 15,600 mg/l. The controlled variable parameters in this investigation were flow rate, organic loading (79 to 196 gm.COD/ m^2 /day) and recycle ratio (1:1 to 1:3). Conclusions could be made as follows:-

- Fortyfour and one tenth - seventy four and eight tenth percent of COD removal could be achieved at the organic loading of 196 - 79 gm.COD/ m^2 /day, respectively.
- The increased organic loading resulted in decreasing in COD, suspended solids and total nitrogen removal efficiency.
- Recirculation of effluent could enhance the COD removal efficiency. However, this effect was not so pronounced at low organic loading (79 gm.COD/ m^2 /day).

- Recirculation of effluent could enhance the suspended solids and total nitrogen removal efficiency. However, these effects were not so pronounced at high organic loading ($196 \text{ gm.COD/m}^2/\text{day}$).

- The maximum of organic removal took place in first three stages.

- The pH of the RBC effluent was generally over 7.5.

กิตติกรรมประกาศ



ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำเป็นที่ปรึกษา ตลอดจนตรวจและแก้ไข จนวนิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาลทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

อนึ่ง ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ จึงขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

สุดท้ายนี้ ความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่คุณพ่อคุณแม่ ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณสูงสุดของผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
รายการตารางประกอบ	ฅ
รายการรูปประกอบ	ฉ
ศัพท์	ด
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 บทนำทั่วไป	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
2. น้ำเสียจากโรงงานสุราและการบำบัด	3
2.1 ขั้นตอนการผลิต	3
2.2 ลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานสุรา	4
2.3 การบำบัดน้ำเสีย	8
3. ความเป็นมาและทฤษฎีของระบบอาร์พีซี	11
3.1 วิวัฒนาการของระบบอาร์พีซี	11
3.2 หลักการทำงานของระบบอาร์พีซี	11
3.3 ผลงานวิจัยและการใช้งานของระบบอาร์พีซี	13
3.4 การถ่ายเทออกซิเจนและซับสเตรท	18
3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผลิตของจุลินทรีย์กับ การบริโภคซับสเตรท	24



สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.6 ชนิดจุลชีพบนวัสดุยึดเกาะ	27
3.7 การออกแบบ	27
3.7.1 ออกแบบด้วยวิธีวิเคราะห์	27
3.7.2 การออกแบบด้วยวิธีกราฟ	28
3.8 องค์ประกอบที่มีผลต่อการออกแบบระบบอาร์พีซี	30
3.8.1 ความเร็วรอบในการหมุน	30
3.8.2 จำนวนตอนของอาร์พีซี	30
3.8.3 อุณหภูมิของน้ำเสีย	31
3.8.4 ส่วนย่อยตะกอน	31
3.8.5 การหมุนเวียนของน้ำทิ้ง	32
3.9 ข้อดีและข้อเสียของระบบอาร์พีซี	33
3.9.1 ค่าก่อสร้างและอุปกรณ์ต่าง ๆ	33
3.9.2 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ	33
3.9.3 การบำรุงรักษา	34
3.9.4 ความยากง่ายในการทำงาน	34
3.9.5 ความสามารถในการรับอินทรีย์บรรทุก	34
3.9.6 ความสามารถทนต่อภาวะผิดปกติเฉียบพลัน	35
3.9.7 ลักษณะเลนที่เกิดขึ้น	35
4. การดำเนินการวิจัย	36
4.1 เครื่องมือในการทดลอง	36
4.2 การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียสำหรับการทดลอง	40
4.3 ขั้นตอนการทดลอง	41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. ผลการทดลองและวิจารณ์	43
5.1 การบำบัดน้ำสำเหล้าขั้นต้นด้วยเครื่องกรองไร้อากาศ	43
5.2 การเพาะเลี้ยงเมือกจุลชีพของอาร์ปีซี	43
5.3 ข้อมูลการทดลองเบื้องต้นของอาร์ปีซี	44
5.4 ผลของอินทรีย์บรรทุกต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำสำเหล้า ...	47
5.4.1 ลักษณะทางกายภาพ	47
5.4.2 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี	49
5.4.3 ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมด	49
5.4.4 ประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอย	50
5.4.5 ผลกระทบต่อพีเอช	53
5.5 ผลกระทบของการหมุนเวียนน้ำทั้งต่อการบำบัดน้ำสำเหล้า ...	53
5.5.1 ลักษณะทางกายภาพ	53
5.5.2 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี	55
5.5.3 ประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอย	56
5.5.4 ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมด	56
5.5.5 ผลกระทบต่อพีเอช	57
5.6 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำสำเหล้าในแต่ละตอนของอาร์ปีซี ...	62
6. สรุปผลการทดลอง	69
7. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	71
เอกสารอ้างอิง	72
ภาคผนวก	78
ประวัติ	84

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงลักษณะของน้ำสำเหล้าที่ได้จากการผลิตสุราชนิดต่าง ๆ	6
2.2 ลักษณะน้ำสำเหล้าโรงงานสุราไทยท่า	7
3.1 ผลการทำงานอย่างย่อ ๆ ของอาร์ปีชนิดต่าง ๆ	19
4.1 รายละเอียดของอาร์ปีที่ใช้ในการวิจัย	39
4.2 ความเข้มข้นของเกลือแร่ในน้ำทิ้ง ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตของจุลชีพ ในระบบถังหมัก (Anaerobic digester)	40
5.1 แสดงลักษณะของน้ำสำเหล้าที่จะส่งเข้าอาร์ปีสำหรับการวิจัยครั้งนี้	43
5.2 รายละเอียดตัวแปรในการทดลอง	45
5.3 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเมื่อมีการหมุนเวียนทิ้ง	58
5.4 ประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอยเมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง ..	58
5.5 ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดเมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง .	59
5.6 ค่าพีเอชของน้ำทิ้ง ที่ออกจากอาร์ปีเมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง ...	59
5.7 ลักษณะจุลชีพที่ตรวจพบโดยกล้องจุลทรรศน์	66

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงขั้นตอนการผลิตสุรา	5
3.1	ลักษณะการทำงานของอาร์ปีซี	12
3.2	โครงสร้างของเมือกจุลชีพบนวัสดุยึดเกาะ	22
3.3	ความสัมพันธ์ระหว่าง $\frac{1}{R}$ กับ $\frac{1}{S_1}$	26
3.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราบริโภคซับสเตรท (R) กับค่าความเข้มข้น ของซับสเตรท (S) ของระบบอาร์ปีซีที่ต่อกัน 4 ตอนอย่างอนุกรม	29
3.5	ค่าปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากอุณหภูมิ	32
4.1	แผนผังเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	37
4.2	รายละเอียดของอาร์ปีซีที่ใช้ในการทดลอง	38
5.1	ลักษณะของจุลชีพบนวัสดุยึดเกาะและตะกอนที่เกิดขึ้นในสภาวะคงที่ที่ค่าอินทรีย์ บรรทุก 196 ก.ซีไอดี/ตร.ม./วัน	48
5.2	ลักษณะของจุลชีพบนวัสดุยึดเกาะและตะกอนที่เกิดขึ้นในสภาวะคงที่ที่ค่า อินทรีย์บรรทุก 79 ก.ซีไอดี/ตร.ม./วัน	48
5.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ซีไอดีที่ถูกกำจัดกับค่าอินทรีย์บรรทุก	51
5.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดที่ถูกกำจัดกับค่า อินทรีย์บรรทุก	51
5.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ตะกอนแขวนลอยที่ถูกกำจัดกับค่า อินทรีย์บรรทุก	52
5.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดกับค่าอินทรีย์ บรรทุก	52
5.7	ลักษณะจุลชีพบนวัสดุยึดเกาะและตะกอนที่เกิดขึ้นในสภาวะคงที่ เมื่อไม่มี การหมุนเวียนน้ำทิ้ง (อินทรีย์บรรทุก 144 ก.ซีไอดี/ตร.ม./วัน)	54

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.8 ลักษณะจุลชีพบนวัสดุยึดเกาะและตะกอนที่เกิดขึ้นในสภาวะคงที่ เมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้งในอัตราส่วน 1:3 (อินทรีย์บรรทุก 144 ก.ซีโอดี /ตร.ม./วัน)	54
5.9 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี เมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง	60
5.10 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดตะกอนแขวนลอยเมื่อมีการหมุนเวียน	60
5.11 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนทั้งหมดเมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง	61
5.12 แสดงค่าพีเอชของน้ำทิ้งที่ผ่านการกำจัด เมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง	61
5.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีในแต่ละตอนของอาร์บิซี เมื่ออินทรีย์บรรทุกมีค่า 79 ก.ซีโอดี/ตร.ม./วัน	64
5.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีในแต่ละตอนของอาร์บิซี เมื่ออินทรีย์บรรทุกมีค่า 112 ก.ซีโอดี/ตร.ม./วัน	64
5.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีในแต่ละตอนของอาร์บิซี เมื่ออินทรีย์บรรทุกมีค่า 144 ก.ซีโอดี/ตร.ม./วัน	65
5.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีในแต่ละตอนของอาร์บิซี เมื่ออินทรีย์บรรทุกมีค่า 196 ก.ซีโอดี/ตร.ม./วัน	65

ศัพท์

จานชีวหมุน	rotating bio-disc
ตะกอนเบา	scum
ถังหมัก	anaerobic digester
บ่อหมัก	anaerobic pond
บ่อเชียว	oxidation pond
บึงเติมอากาศ	aerated lagoon
โปรยกรอง	trickling filter
พื้นที่บรรจุทุก	areal loading
	หมายถึงปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบบำบัด ต่อพื้นที่ผิว เปียกของวัสดุยึดเกาะ
ปริมาตรบรรจุทุก	volumetric loading
	หมายถึงปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบบำบัดต่อปริมาตรถังปฏิกริยา
ภาวะผิดปกติเฉียบพลัน	shock loading
เลี้ยงตะกอน	activated sludge
เลน	sludge
อายุเลน	sludge age
อาร์บีซี	Rotating Biological Contactor, RBC
อินทรีย์บรรจุทุก	organic loading
	หมายถึงปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบบำบัด