การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเครื่องดื่มด้วยระบบบ่อเติมอากาศ

นายสุภาพ แสนสุข

005951

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2520

I 18022893

Aerated Lagoon Treatment of Solf-Drink Wastes

Mr. Supap Sansook

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1977

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเครื่องดื่มด้วยระบบบ่อเติมอากาศ
โดย	นายสุภาพ แสนสุข
แผนกวิชา	วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.เสริมพล รัตสุข

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.วิศิษฐ์ ประจวบเหมาะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.อรุณ สรเทศน์)

.....กรรมการ
(ดร.เสริมพล รัตสุข)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ธรรมิกรักษ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพพรรณ ศรประกา)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

Thesis Title	Aerated Lagoon Treatment of Solf-Drink Wastes
By	Mr. Supap Sansook
Department	Sanitary Engineering
Thesis Advisor	Dr. Sermpol Ratasuk

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

Visid Prachuabmoh

.....Dean of Graduate School

(Professor Visid Prachuabmoh Ph.D.)

Thesis Committee

.....Aroon Sorathesn.....Chairman

(Professor Aroon Sorathesn Ph.D.)

.....Sermpol Ratasuk.....Member

(Sermpol Ratasuk Ph.D.)

.....Sawasdi Dharmikarak.....Member

(Associate Professor Sawasdi Dharmikarak M.S.)

.....Paipan Phornprapha.....Member

(Assistance Professor Paipan Phornprapha B.Sc.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเครื่องดื่มด้วยระบบบ่อเติมอากาศ
ชื่อนิสิต นายสุภาพ แสนสุข
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. เสริมพล รัตสุข
แผนกวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2520

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เสนอผลการทดลองกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำอัดลมด้วยระบบบ่อเติมอากาศ ขนาด 30 ลิตร 1 บ่อ เปรียบเทียบกับระบบบ่อเติมอากาศขนาด 10 ลิตร 3 บ่อ การทำงานของระบบเป็นแบบ Fill and Draw โดยใช้เวลาเติมอากาศตั้งแต่ 2.67 - 15 วัน ที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ยประมาณ 29° ซ. พบว่าประสิทธิภาพการกำจัด COD และ BOD อยู่ในช่วงระหว่าง 24 - 83 % และ 86 - 96 % ตามลำดับ จากค่า COD และ BOD เดิมประมาณ 1,000 มก./ล. และ 547 มก./ล. ตามลำดับ ค่า COD และ BOD หลังการกำจัดจะลดลงเหลือ 173 - 754 มก./ล. และ 23 - 75 มก./ล. ตามลำดับ ค่า COD และ BOD ที่เหลืออยู่เกือบทั้งหมดอยู่ในรูปของตะกอน เพราะเมื่อกรองตะกอนออก ประสิทธิภาพการกำจัด COD และ BOD จะเพิ่มขึ้นเป็น 89 - 97.2 % และ 98.4 - 99.7 % ตามลำดับ พบว่าระบบบ่อเติมอากาศ 3 บ่อมีประสิทธิภาพสูงกว่าเล็กน้อยและได้น้ำทิ้งที่ใสกว่า เมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของ COD, BOD และ SS ในบ่อเติมอากาศแต่ละบ่อพบว่า BOD เกือบทั้งหมดถูกทำลายในบ่อแรก และค่า SS จะสูงที่สุดในบ่อแรก และลดลงตามลำดับในบ่อที่ 2 และที่ 3 แสดงว่าบ่อที่ 2 และที่ 3 ทำหน้าที่สำคัญในการย่อยสลายตะกอนแบคทีเรียที่เหลืออยู่ ข้อมูลของบ่อขนาด 30 ลิตรและบ่อขนาด 10 ลิตรบ่อแรกนำมาวิเคราะห์หาค่า K ได้ 2.81 วัน$^{-1}$ ซึ่งนับว่าสูงมาก เมื่อเทียบกับค่า K

ประมาณ 1 ของระบบบ่อเติมอากาศที่ใช้กำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำตาลย่านกาญจนบุรี การที่ค่า K สูงมากนี้คงเป็นเพราะสภาวะในบ่อเติมอากาศในการทดลองครั้งนี้เป็นแบบ Complete Mix สำหรับค่า K ของบ่อที่ 2 และ 3 ในระบบบ่อเติมอากาศ 3 บ่อนั้น พบว่ามีค่าน้อยกว่าค่า K ของบ่อแรกหลายสิบเท่า เนื่องจากสารอินทรีย์ที่เหลือจากการกำจัดในบ่อแรก เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก

นอกจากจะมีประสิทธิภาพสูงแล้ว ระบบบ่อเติมอากาศยังต้องการไนโตรเจนเพียงประมาณ 0.7 % ของปริมาณ BOD และสามารถรับน้ำทิ้งที่มีค่าเป็นด่างหรือเป็นกรดได้ดี โดยไม่จำเป็นต้องปรับค่า pH

ประเด็นที่น่าสนใจในทางชีววิทยาคือ เมื่อเวลาในการกำจัดต่ำกว่า 8 วัน หรือ Organic Loading สูงกว่า 0.123 กก./ลบ.ม./วัน อัลจีไม่มีคลอโรฟิลจะมีจำนวนมากกว่าแบคทีเรีย อัลจีนี้มีลักษณะเป็นเส้นยาวมีสีดำ จึงทำให้ปริมาตรตะกอนเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบกำจัด

Thesis Title	Aerated Lagoon Treatment of Solf-Drink Wastes
Name	Mr. Supap Sansook
Thesis Advisor	Dr. Sermpol Ratasuk
Department	Sanitary Engineering
Academic Year	1977

ABSTRACT

This thesis presents the results of aerated lagoon treatment of soft drink waste using a 30 litre tank operating in parallel with three 10 litre tanks connected in series. The two aerated lagoon systems were operated semi-continuously on the fill-and-draw basis at an average room temperature of 29° C. For the aeration period ranging from 2.67 to 15 days the two aerated-lagoon systems could reduce 24 - 83 % of the influent COD from about 1,000 mg./l. to about 173 - 754 mg./l. and 86 - 96 % of the BOD from about 547 mg./l. to about 23 - 75 mg./l. The treated effluent was rather turbid having SS in the range between 91 and 483 mg./l. Filtration of the effluent reduced the BOD to only 2 - 5 mg./l. thus indicating that almost all the remaining organics were in the form of suspended solids. When comparing the three-lagoon system was found to be slightly more effluent than the single-cell system in terms of organic removal and clarity of the effluent. Following the changes in COD, BOD and SS of each

lagoon in the three-lagoon system indicated that about 90 % of the organic removal took place in the first lagoon. The subsequent lagoons mainly stabilized the bacterial sludge.

The data obtained from the single-lagoon system and the first lagoon of the three-lagoon system were analysed and the K value was found to be 2.81 day^{-1}. This magnitude of the coefficient K was rather high compared with the value of about 1.0 day^{-1} found in full-scale aerated lagoons of a sugar mill at Kanchanaburi. The high value of K might be due to complete mixing conditions prevailing in the laboratory lagoons. For the second and third lagoons in the three-lagoon system the K value was many times lower than that of the first lagoon because all readily-biodegradable organics had already been destroyed in the first lagoon.

In addition to high BOD removal the nitrogen requirement was found to be very low only 0.7 % of the BOD load, because the microorganisms lived in endogeneous phase. Acidic and alkaline influent could be easily handled with no need for pH adjustment.

The most interesting biological aspect of this study was the dominance of filamentous algae at all aeration periods less than 8 days corresponding to the BOD load of more than 0.123 kg/cu.m/day. The algae were lack of

chlorophyll and black in colour. Though the algae increased the sludge volume they did not significantly affect the treatment efficiency.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.เสริมพล รัตสุข ผู้อำนวยการฝ่ายสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัยครั้งนี้ ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจ และแก้ไขจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

อนึ่ง ขอขอบพระคุณ ดร.เจริญ วัชระรังษี ผู้อำนวยการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำต่าง ๆ อาจารย์พัชรี สุนทรนันท และคณาจารย์ในสาขาวิชาจุลชีวะ ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้กรุณาให้คำปรึกษา ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบจุลินทรีย์ ขอขอบคุณ คุณชิดา เกิดกำไร คุณสิริพร สิระสุทธิรัตน์ และเจ้าหน้าที่หน่วยงานวิเคราะห์วิจัยสภาวะแวดล้อม กองฟิสิกส์และวิศวกรรมทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือในการวิเคราะห์ทดสอบตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นการทดลอง

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบ่อเติมอากาศ	29
2.2	ประสิทธิภาพการทำงานของบ่อเติมอากาศ	30
2.3	ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบ่อเติมอากาศในการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตอาหาร	31
3.1	คุณลักษณะของตัวอย่างน้ำทิ้ง	33
3.2	รายการวิเคราะห์น้ำทิ้ง	37
4.1	การเริ่มต้นการทดลองที่เวลาในการกำจัด 15 วัน	43
4.2	ประสิทธิภาพการกำจัดโดยใช้บ่อเดียว	46
4.3	ประสิทธิภาพการกำจัดโดยใช้บ่อ 3 บ่อเรียงกันเป็นอนุกรม	47
4.4	อิทธิพลของไนโตรเจนที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน	57
4.5	อิทธิพลของ pH ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน	62
ฆ.1	การคำนวณหาค่า K	82
ฆ.2	การคำนวณหาค่า K (BOD)ที่เวลาในการกำจัด 2.67 วัน	84
ฆ.3	การคำนวณหาค่า K (BOD)ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน	86
ฆ.4	การคำนวณหาค่า K (COD)ที่เวลาในการกำจัด 6.67 วัน	88
ฆ.5	การคำนวณหาค่า K (COD)ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน	89
ฆ.6	การคำนวณหาค่า K (COD)ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน	90
ฆ.7	การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่าง MLSS กับ Unfiltered COD	92

ตารางที่ หน้า

ผ.8 การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่าง MLSS กับ Unfiltered BOD 93

ผ.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง MLVSS กับ MLSS 94

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	Facultative Aerated Lagoon	7
2.2	แผนผังของบ่อเติมอากาศ	9
2.3	ระบบบ่อเติมอากาศแบบ Aerofac	16
2.4	ระบบบ่อเติมอากาศ 4 บ่อ	18
2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับกำลังงานกับ MLSS	21
2.6	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับกำลังงานกับ MLSS	22
2.7	อิทธิพลของ pH ต่อประสิทธิภาพการกำจัดที่เวลาในการกำจัด 5 วัน	24
2.8	ความสัมพันธ์ระหว่าง θ กับอาหาร	24
2.9	อิทธิพลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการกำจัด	26
3.1	แผนผังการทดลอง	34
4.1	อัลจีในบ่อเติมอากาศ	40
4.2	บ่อเติมอากาศ	41
4.3	การเปลี่ยนแปลงของค่า COD ของน้ำทิ้งที่ผ่านการกำจัดกับระยะเวลาในการกำจัด 15 วัน	44
4.4	ประสิทธิภาพการกำจัดกับเวลาในการกำจัดของการกำจัดโดยใช้บ่อเดียว	48
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการทำลาย BOD กับเวลาในการกำจัด	52

รูปที่ หน้า

4.6 ประสิทธิภาพการกำจัดที่เวลาในการกำจัด 6.67 วัน และ 2.5 วัน 54

4.7 การทำลาย COD ที่เวลาในการกำจัด 6.67 วัน และ 2.5 วัน 55

4.8 อิทธิพลของ N ต่อการกำจัดของระบบ 58

4.9 อิทธิพลของ N ต่อประสิทธิภาพการกำจัด 59

4.10 อิทธิพลของ pH ต่อระบบกำจัด 65

4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง Unfiltered COD กับ MLSS 68

4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง Unfiltered BOD กับ MLSS 69

4.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Filtered BOD กับ Unfiltered BOD 70

4.14 ความสัมพันธ์ระหว่าง Filtered COD กับ Unfiltered COD 70

ฌ.1 การหาสัมประสิทธิ์การทำลาย BOD ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน และ 6.67 วัน 87

ฌ.2 การหาสัมประสิทธิ์การทำลาย COD ที่เวลาในการกำจัด 2.5 วัน และ 6.67 วัน 91

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ฌ
รายการตารางประกอบ	ญ
รายการรูปประกอบ	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ภูมิหลัง	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
2. ทฤษฎีของบอเซียอากาศ	5
2.1 หลักการทั่วไป	5
2.2 Kinetics ของระบบบอเซียอากาศ	8
2.2.1 บอแบบ Aerobic	8
2.2.2 บอแบบ Facultative	15
2.2.3 บอแบบ Aerobic ต่อกับบอแบบ Facultative	16

หน้า

2.2.4 บ่อแบบ Aerobic ต่อกับบ่อแบบ Facultative 3 บ่อ 17

2.3 อิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีต่อประสิทธิภาพของบ่อเติมอากาศ 19

2.3.1 อาหารเสริมสร้าง 19

2.3.2 อัตราการกวนน้ำในบ่อ 20

2.3.3 ค่า pH 20

2.3.4 อุณหภูมิ 23

2.4 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบ่อเติมอากาศ 27

3. การดำเนินงานวิจัย 32

3.1 ตัวอย่างน้ำทิ้งที่ใช้ในการทดลอง 32

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 33

3.3 แผนการทดลอง 34

3.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ 36

4. ผลการทดลองและการวิจารณ์ 38

4.1 การเริ่มต้นการทดลอง 38

4.2 ลักษณะของตะกอนจุลินทรีย์ 39

4.3 ประสิทธิภาพในการกำจัด 42

4.4 สัมประสิทธิ์การทำลายสารอินทรีย์ 50

4.5 อิทธิพลของอาหารเสริมสร้างที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบกำจัด 56

หน้า

4.6 อิทธิพลของ pH ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบกำจัด 60

4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง MLSS กับ BOD และ COD 66

5. สรุปผลการทดลอง 71

6. ข้อแนะนำในการวิจัยเพิ่มเติม 74

เอกสารอ้างอิง 75

ภาคผนวก 82

ตัวอย่างการคำนวณ 82

ประวัติ 95