

การศึกษาวิธีออกแบระบบกำจัด
น้ำโสโครกจากมันสำปะหลังโดยวิธีใช้เหตุผลต่อเนื่อง



นายวิทยา อยู่สุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2518

A STUDY OF RATIONAL DESIGN
CONCEPT FOR BIOLOGICAL TREATMENT OF TAPIOCA WASTE

Mr. Witaya Yoosook

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

For the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1975

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
ฉบับนี้ เป็นส่วนประกอบการศึกษาตามระเบียบปริญญามหาบัณฑิต



[Handwritten signature]

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

..... *[Signature]* ประธานกรรมการ
..... กรรมการ
..... *[Signature]* กรรมการ
..... *[Signature]* กรรมการ

อาจารย์ผู้ควบคุมงานวิจัย

ดร. สุรินทร์ เศรษฐมนิต

อาจารย์ผู้ร่วมควบคุมงานวิจัย

นายช่าง เกษมสันต์ สุวรรณรัต

วันที่ ๔ เดือน เมษายน พ.ศ. 2518

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาวิธีออกแบบระบบกำจัดน้ำโสโครก จากมันสำปะหลัง
 โดยวิธีใช้เหตุผลต่อเนื่อง
 ชื่อ นายวิทยา อยุสุข
 แผนกวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
 ปีการศึกษา 2517 - 18



บทคัดย่อ

การออกแบบระบบกำจัดน้ำโสโครกจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยวิธี **Activated Sludge** นั้นแต่ก่อนการออกแบบมักจะใช้สูตรสำเร็จ ที่ศึกษามาเกี่ยวกับการกำจัดน้ำโสโครกจากบ้านเรือนมาใช้ เช่น ให้น้ำโสโครกไหลผ่านถังเติมอากาศ (Aeration Tank) ประมาณ 4 - 8 ชม. ก็จะสามารถลดความสกปรกลงไปได้ และสามารถปล่อยทิ้งออกไปได้โดย ไม่มีการศึกษาหาข้อมูลอย่างอื่นมาประกอบในการออกแบบ ทำให้ระบบกำจัดที่สร้างขึ้นมาก่อปัญหายุ่งยาก ในกรณีที่น้ำโสโครกที่มีความสกปรกสูง ระบบกำจัดจะไม่ค่อยมีประสิทธิภาพในการกำจัดเท่าที่คิด

แต่ปัจจุบันความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของจุลินทรีย์ ในระบบกำจัดแบบ **Activated Sludge** ทำให้เปลี่ยนวิธีออกแบบโดยวิธีใช้เหตุผลต่อเนื่อง มาอธิบายว่า ทำไมจะต้องออกแบบระบบกำจัดเป็นเช่นนั้น ต้องใช้ขนาดเท่านี้ และต้องมี การทดลองหา **F/M Ratio** ที่เหมาะสมมาใช้ออกแบบ และโดยที่อาศัยคุณลักษณะที่แท้จริงของจุลินทรีย์ต้องมีการหา ปริมาณของจุลินทรีย์ (**MLSS**) ที่จะคงไว้ในระบบกำจัดเพื่อให้ตะกอน (**Sludge**) ไปตกแยกชั้นได้ดีในถังตกตะกอนชั้นสุดท้าย (**Final Sedimentation Tank**)

การวิจัยเลือกเอาน้ำโสโครกจากแป้งมันสำปะหลังมาเป็นตัวทดลอง เพราะว่ายังไม่มีผู้ใดหาข้อมูลสำหรับที่จะใช้ออกแบบระบบกำจัดน้ำโสโครกนี้ และปรากฏว่าน้ำโสโครกที่กำลังเป็นปัญหาที่สำคัญที่ทำให้หน้าทะเลแถบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของไทย เกิดการเน่าเหม็น การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ

1. **Batch Study** เป็นการหาข้อมูลกว้างๆ เพื่อใช้ออกแบบเครื่องมือทดลอง และจะต้องการทราบวาระบบกำจัดน้ำโสโครกแบบ **Activated Sludge** จะสามารถกำจัดน้ำโสโครกจากมันสำปะหลังได้หรือไม่

2. Continuous Feeding Study

เป็นการทดลองต่อ

จาก Batch Study โดยการหา F/M Ratio และ SRT ที่เหมาะสมรวม
ทั้งข้อมูลต่างๆที่จะสามารถนำมาใช้ในการออกแบบระบบกำจัดน้ำโสโครกได้

การทดลองและวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีออกแบบระบบกำจัดน้ำโส

โครกแบบ F/M Ratio Design Technique & SRT Design Technique

ผลการทดลองกำจัดน้ำโสโครกจากมันสำปะหลังโดยใช้วิธี

Activated Sludge พบว่า

1. ที่ค่า F/M Ratio ตั้งแต่ 0.1 - 1.5 และค่า SRT ตั้งแต่ 0.9 - 14 วันระบบกำจัดจะมีประสิทธิภาพในการกำจัด 96 เปอร์เซ็นต์ และกำจัด Total Solids ได้ 79 % กำจัด Suspended Solids ได้ถึง 95 %
2. ค่า COD ของน้ำทิ้ง (Effluent) จะเกินมาตรฐาน (20 - 30 ม.ก./ลิตร) เมื่อ F/M Ratio ประมาณ 1.0 หรือที่ SRT ประมาณ 1.6 วัน
3. ถึงเต็มอากาศจะมี D.O. ลดต่ำลงจนถึงศูนย์เมื่อค่า F/M Ratio ประมาณ 1.2 หรือที่ SRT ประมาณ 1.3 วัน (Maximum Aerobic Load)
4. ปริมาณของ MLSS ในถังเต็มอากาศถ้ามีความเข้มข้นประมาณ 2000 - 3000 ม.ก./ลิตร จะสามารถตกตะกอนได้ถึงตกตะกอนชั้นสุดท้ายด้วยความเร็ว 0.0075-0.035 ม./ช.ม.และที่ความเข้มข้น 4000 - 5000 ม.ก./ลิตรจะตกตะกอนด้วยความเร็ว 0.018 - 0.015 ม./ช.ม.
5. ค่าของ Solids Yield Coefficient (Y) = 0.6481
6. ค่าของ Microorganism Decay Coefficient (b)
= 0.0223 Days⁻¹

Thesis Titles " A Study of Rational Design Concept for
Biological Treatment of Tapioca Waste "
Name Mr. Witaya Yoosook
Department Sanitary Engineering
Academic Year 1974 - 75

ABSTRACT

The well - known design method for sewage treatment plants by Activated Sludge Process was the Empirical Design Method , the design formula had been developed from data collected from Domestic Sewage Treatment Plants. For example , designs base on aeration tank detention time 4 - 8 hours which was assumed to remove most the organic matter in wastewater. The method will become inadequate when applied to a high strength waste , because the design method would give too little aeration and excessive F/M ratio. The process would become anaerobic.

In the recent years , knowledge of characteristic of microorganism in activated Sludge has progressed significantly. The newest design method is termed " Rational Design Method " , which base on proper F : M Ratio or suitable BOD loading of each waste. It also includes the concentration of MLSS which maintain in the process in order to provide good sludge settling in the final sedimentation tank.

The author selected a study on Tapioca waste. Because there are not enough criteria publised for a design of a treatment plant in Thailand and there is a trend that land is

increasingly expensive and it won't be long before an activated sludge system must be used. The experiments were conducted in two parts :

1. A batch study to search for the preliminary data , required for the design an Activated Sludge model. The aim of this study is to find if the waste is treatable.

2. Continuous Feeding Study , this study was to find out suitable F : M Ratio and SRT between the tapioca waste and the activated sludge and the treatment efficiency which are the important parameters of the F/M Ratio and SRT Design technique.

From the study it was found that

1. The F/M Ratio is variable from 0.1 - 1.5 and the SRT varies from 0.9 - 14 days in which F/M Ratio and SRT the efficiency of the process is 96 % and it will remove the T.S. about 79 % , S.S. about 93 %

2. The Effluent COD. will exceed BOD. 20 mg/l which is the official standard (min. of Industry of Thailand) at F/M Ratio 1.0 or SRT 1.6 days.

3. D.O. in aeration basin will dropped to zero on F/M Ratio 1.2 or SRT 1.3 days even at excessive aeration.

4. If maintain the MLSS Concentration in the process were tried at 2000 - 3000 mg/l settling velocity is 0.0875 - 0.035 m./hr. all of which are slow for conventional standards.

5. Solid Yield Coefficient (Y) was 0.6481

6. Microorganism Decay Coefficient (b) was 0.0223 day

กิติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนายช่างเกษมสันต์ สุวรรณรัต ผู้ช่วยผู้อำนวยการ
กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุม
การวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้ ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำ เป็นที่ปรึกษา ตลอดจนตรวจ
และแก้ไข จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

หนึ่ง ผู้ช่วยเหลือที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ดีคือ

คุณสมพร สุทธิโรจน์ หัวหน้าฝ่ายปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

คุณประติษฐ์ บุญจันทร์ภักดี

คุณสุคนธ์ เจียสกุล

และเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ไว้ในที่นี้ด้วย

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะกรรมการตรวจสอบ วิทยานิพนธ์

อันประกอบไปด้วย

ศาสตราจารย์ อรุณ สรเทศน์

ดร.สุรินทร์ เศรษฐมานิต

อาจารย์ สุกใจ จำปา

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	หน้านำ	1
	การรับรองวิทยานิพนธ์	3
	บทคัดย่อ	4
	กิตติกรรมประกาศ	8
	สารบัญ	9
	รายการตารางต่างๆ	11
	รายการรูปต่างๆ	12
1	บทนำเรื่อง	14
	-วัตถุประสงค์ในการวิจัย	17
	-ขอบเขตของการวิจัย	18
2	ประวัติความเป็นมา	19
3	ลักษณะทั่วไปของระบบกำจัดแบบ Activated Sludge	23
	-ลักษณะที่สำคัญทาง Biochemical Reaction	26
	-สมการ (Reaction Equation)	27
	-อินทรีย์สาร (Organic Matter)	27
	-จุลินทรีย์ปฏิกิริยา (Active Microorganism)	28
	-ตะกอนที่เกิน (Waste Sludge)	28
	-ผลเหลือจากปฏิกิริยา (Final Product)	29
	-ออกซิเจน (Oxygen)	30
	-ชนิดต่างๆของระบบกำจัดแบบ Activated Sludge	31
	-Conventional Activated Sludge	31
	-Extended Aeration Activated Sludge	32
	-The Contact Stabilization Activated	33
	Sludge	

บทที่	เรื่อง	หน้า
4	สิ่งที่จะต้องมีการวิจัย	35
	- Batch Operation	35
	- Continuous Operation	37
5	ข้อมูลสำคัญในการออกแบบ (Design Parameter)	39
6	ขั้นตอนในการวิจัย	47
	- Batch Study	47
	- Continuous Feeding Study	48
	-วิธีวิเคราะห์หาข้อมูล	49
	-การออกแบบเครื่องมือที่ใช้ทดลอง	50
7	วิเคราะห์ผลการทดลอง	71
	-ประสิทธิภาพในการกำจัด (Treatment Efficiency)	71
	-การใช้ออกซิเจน (Oxygen Uptake)	73
	-ความยากง่ายของการกำจัด (Treatability)	74
	-การเพิ่มของตะกอน (Sludge Build-Up)	76
	-อัตราการหายใจตัวเองของตะกอนจุลินทรีย์	77
	(Endogeneous Respiration)	
	-ประสิทธิภาพในการกำจัดที่แน่นอน	75
	-ความสัมพันธ์ของ SRT และ F/M Ratio	74
	-ลักษณะการตกตะกอนของตะกอนจุลินทรีย์	77
8	สรุปผลการทดลอง	79
	ขอเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต	80
	บรรณานุกรม	81
	ภาคผนวก - ตารางต่าง ๆ	84
	-ตัวอย่างการคำนวณค่าต่าง ๆ - การออกแบบ	
	ประวัติการศึกษา	

รายการตารางต่าง ๆ

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
1.	แสดงลักษณะน้ำโสโครกจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง	53
2.	สรุปผลที่ได้จากการทดลอง	85
3.	แสดงค่า อุณหภูมิ ,pH และ D.O. ขณะทดลอง	87
4.	แสดงค่า Flow , COD , MLSS , Efficiency	89
5.	แสดงค่า Solids และประสิทธิภาพในการกำจัด	92
6.	แสดงค่า BOD , Nitrogen , Phosphorus ขณะทดลอง	94
7.	แสดงค่า Solids Yield Coefficient (Y)	96
8.	แสดงค่า Microorganism Decay Coefficient(b)	97
9 - 10	แสดงการตกตะกอนของ Sludge ที่เวลาและความ เข้มข้นต่าง ๆ กัน	98

รายการรูปต่าง ๆ

รูปที่	เรื่อง	หน้า
1.	แสดงระบบกำจัดแบบ Conventional Activated Sludge	32
2.	แสดงระบบกำจัดแบบ Extended Aeration Process	33
3.	แสดงระบบกำจัดแบบ Contact Stabilization Process	34
4.	แสดงชนิดของจุลินทรีย์ที่เกิดในระยะต่างๆกัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับเวลา และความเข้มข้นของอาหาร	
5.	Ideal Growth Curve For Batch Operation	36
6.	Ideal Growth Curve For Continuous Operation	38
7.	แผนผังแสดงขบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง	52
8.	แสดงรูปร่าง และสัดส่วน และขนาดของถังเติมอากาศ	54
9.	แสดง รูปร่าง ขนาด และสัดส่วนของถังตกตะกอนขั้นสุดท้าย	55
10.	แสดงระบบกำจัดน้ำโสโครกแบบ Activated Sludge ขนาดย่อที่ใช้ในการวิจัย	56
11.	แสดง ถังใส่น้ำโสโครก เครื่องสูบน้ำโสโครก และเครื่องกววนรอบชา	57
12.	แสดง ถังเติมอากาศ (Aeration Basin)	58
13.	แสดง ถังตกตะกอนขั้นสุดท้าย (Final Sedimentation Basin)	59
14-15	แสดง ความเร็วในการตกตะกอนของ Sludge ที่ความเข้มข้น และเวลาต่าง ๆกัน (2 ชม. และ 4 ชม.)	60
16.	แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดความสกปรก (COD)	62
17.	แสดงค่า COD ของน้ำทิ้ง ที่ F/M Ratio และ SRT ต่าง ๆกัน	63

รูปที่	เรื่อง	หน้า
18.	แสดงค่า D.O. ในถังเติมอากาศที่ F/M Ratio และ SRT ต่าง ๆ กัน	64
19.	แสดงประสิทธิภาพในการกำจัด Solids	65
20.	แสดงความสัมพันธ์ของ F/M Ratio และ SRT	66
21.	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า U และ F/M Ratio	67
22.	แสดงค่า Solids Yield Coefficient (Y)	68
23.	แสดงค่า Microorganism Decay Coefficient (b)	69
24.	แสดงความเร็วในการตกตะกอนของ Sludge ที่ ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน	70