การใช้เครื่องกรองวิธีแอนแอโรบิค เพื่อกำจัดน้ำเสียจากโรงงานทำแป้งมันสำปะหลัง

นายสุรพล สายพานิช

006055

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
แผนกวิศวกรรมสุขาภิบาล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๑๘

i 18054134

APPLICATION OF ANAEROBIC FILTER FOR TREATMENT OF TAPIOCA STARCH WASTE

Mr. Suraphon Saiphanich

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Sanitary Engineering
Graduate School
Chulalaongkorn University
1975

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ .....ประธานกรรมการ

.....กรรมการ

.....กรรมการ

.....กรรมการ

อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย ดร. เสริมพล รัตสุข

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้เครื่องกรองวิธีแอนแอโรบิค เพื่อกำจัดน้ำเสียจากโรงงานทำแป้งมันสำปะหลัง

ชื่อ นายสุรพล สายพานิช แผนกวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล

ปีการศึกษา ๒๕๑๘

หอสมุดกลาง

บทคัดย่อ

ปัญหาน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในเขตจังหวัด ชลบุรี ระยอง และนครราชสีมา ซึ่งสมควรจะเร่งรีบแก้ไข โรงงานประเภทนี้มีน้ำทิ้งที่มีปริมาณความโสโครกสูงมาก เช่นโรงงานปริมาณการผลิต ๖๐ ตัน/วัน จะปล่อยน้ำทิ้งประมาณ ๒,๔๐๐ ลบ.ม./วัน ซึ่งมีปริมาณความโสโครกเทียบเท่ากับของเสียที่เกิดจากคนถึง ๑๘๐,๐๐๐ คน การกำจัดน้ำทิ้งของโรงงานแป้งมันสำปะหลังด้วยขบวนการธรรมดา เช่นระบบ Activated Sludge จึงต้องใช้เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายสูงมาก เมื่อเทียบกับราคาโรงงานและต้นทุนในการผลิต ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีกำจัดน้ำทิ้งที่ได้ผลและประหยัดที่สุด.

จากการศึกษาคุณลักษณะของน้ำทิ้ง และข้อดีข้อเสียของระบบกำจัดน้ำทิ้งแบบต่าง ๆ พบว่า ระบบ Anaerobic Filter ควรจะเป็นระบบที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากใช้เงินลงทุนต่ำ เสียค่าใช้จ่ายน้อย และมีประสิทธิภาพสูง

ผลของการศึกษาทดลองกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังด้วย Anaerobic - Filter โดยใช้เวลาทดลองรวม ๑๓๓ วัน พบว่าหากปรับค่า pH และ nutrient ของน้ำทิ้งให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แล้ว ระบบ Anaerobic Filter จะสามารถรับ organic loading ได้สูงถึง ๔.๐ kg COD/cu.m./day (๒๕๐ lb COD/๑,๐๐๐ cu.ft./day) โดยมีประสิทธิภาพในการลดความโสโครกไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๙๒ ซึ่งทัดเทียมหรือสูงกว่าระบบ Activated Sludge และ Trickling Filter นอกจากนี้ยังพบว่าระบบ Anaerobic Filter สามารถทำงานได้ดีที่ organic loading ๑.๔ kg COD/cu.m./day (๘๗.๕ lb COD/๑,๐๐๐ - cu.ft./day) โดยไม่จำเป็นต้องปรับค่า pH และ nutrient และประสิทธิภาพในการลด COD สูงถึงร้อยละ ๙๔

นอกจากประสิทธิภาพที่สูงแล้วระบบ Anaerobic Filter ยังสามารถปรับตัวให้รับ organic loading ที่เพิ่มขึ้นโดยทันทีได้ถึงสองเท่า โดยที่ประสิทธิภาพในการลดความโสโครกเกือบจะไม่ลดลงเลย ในกรณีที่ไม่มีน้ำทิ้งเข้าสู่ระบบกำจัดนานถึง ๑๔ วัน พบว่า ระบบ Anaerobic Filter ยังคงสามารถรักษาประสิทธิภาพไว้ได้เมื่อมีน้ำทิ้งกลับเข้าสู่ระบบกำจัดอีก

เมื่อศึกษาการแปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำทิ้งในตัว Anaerobic Filter ที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน พบว่าในช่วง ๓๐-ซม. แรกของความสูงจะเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดต่อประสิทธิภาพและเสถียรภาพการทำงานของระบบ ในการออกแบบจึงไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างตัว Anaerobic Filter ให้สูงเกินไปนัก คาดว่าความสูงที่เหมาะสมคือ ๑.๕-๒.๐ เมตร

Thesis Title Application of Anaerobic Filter for Treatment of Tapioca Starch Waste.

Name Mr. Suraphon Saiphanich Department of Sanitary Engineering

Academic Year 1975

พอลำนักกลาง

ABSTRACT

Water pollution caused by tapioca-starch industry is presently, one of the most serious environmental problems in Chonburi, Rayong and Nakornrachasima; which needs an urgent solution. The tapioca-starch industry usually releases a large volume of concentrated wastes. A typical 60 tons/day mill will discharge about 2,400 m^3/day of wastewaters having a population equivalent as high as 180,000. Conventional treatment of this particular wastewater using a process such as an activated sludge process will undoubtedly require high capital investment and high operating cost compared with the factory cost and the production cost. Obviously, there is a need for a simple, economical and effective process of treatment. Critical evaluation of the wastewater characteristics and various available technologies of treatment pointed out that the anaerobic filter was the most ideal process because of its low initial investment, low operating cost, and very high efficiency.

Treatment of tapioca-starch wastes using a laboratory-scale anaerobic filter was conducted for a 133 day period. The results of study showed that the anaerobic filter could be loaded up to 4.0 kgCOD/cu.m./day (250 lb COD/1,000 cu.ft./day) with 92 percent removal if pH and nutrient of the influent were controlled at optimum levels. The loading and the associated efficiency were equal to or higher than those of an activated sludge process or a trickling filter. If the pH and nutrient control was neglected the anaerobic filter could still remove 94 percent of the input COD at an organic loading of 1.4 kg COD/cu.m./day (87.4 lb/1,000 cu.ft./day). In addition to high percentage COD removal the anaerobic

filter also had high stability to shock loading and could withstand a 15 day period of starvation without any significant drop in efficiency.

Change in quality of the influent at various heights of the anaerobic filter was closely followed. It was found that the greatest COD removal occured in the first 30-cm. of the filter column and this particular portion was the most critical to the performance and stability of the filter. In designing a full-scale filter it would not be beneficial to use a high column. An optimum height of the filter would be about 1.5 to 2.0 meters.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his gratitude to Dr. Sermpol Rutsuk, his thesis advisor, for his guidance and advice during the course of this work and for the time he spent in editing the manuscript. He is also indebted to Mr. Munsin Tuntoolavest for his valuable advices and suggestions; and to Mr. Sombat Chattapan for his help in the laboratory.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER	TITLE	PAGE
	Title Page	i
	Thesis Approval	iii
	Abstract in Thai	iv
	Abstract in English	vi
	Acknowledgements	viii
	Table of Contents	ix
	List of Tables	xii
	List of Figures	xiii
I	INTRODUCTION	1
	General Background	1
	Purposses of Research	2
	Scope of Investigation	2
II	LITERATURE REVIEW ON TAPIOCA STARCH WASTES	3
	Tapioca Starch Wastes	3
	Manufacturing process	3
	Characteristics of the wastewater	6
	Treatment of Tapioca Starch Wastes	6
III	THEORETICAL CONSIDERATION	
	The Anaerobic Waste Treatment Process	13
	Conventional process	13
	Anaerobic contact process	15
	Anaerobic filter	17
	The Kinetics of Biological Waste Treatment	19
	Biology and Biochemistry of the Anaerobic Filter	24
	Production of volatile acids	24
	Methane fermentation stage	27
	The rate-limiting step	34

TABLE OF CONTENTS (Cont'd)

CHAPTER	TITLE	PAGE
	Biological solids production	34
	Environmental condition for optimum performances	35
	Nutrient requirements	35
	pH and alkalinity	36
	Temperature	37
	Toxic materials	39
	Physical Characteristics of the Anaerobic Filter	42
	Accumulation of biological solids	42
	Short-circuiting	42
	Biological solids transport	43
IV	EXPERIMENTAL INVESTIGATION	
	Experimental Apparatus	44
	Wastewater Used in the Study	47
	Experimental Program	47
	Sampling and Analysis	49
V	EXPERIMENTAL RESULTS AND DISCUSSION	50
	Characteristics of Tapioca Starch Wastes	50
	Filter Start-Up	52
	Filter Performance Under Controlled Conditions	54
	Effects of organic loading	58
	Effect on COD removal	58
	Effect on gas production	58
	Effect of height	60
	Response to shock loads	63
	Gas production	63
	Volatile acids	64
	Suspended solids	65
	COD removal	65
	Filter Performance Under Raw Wastes Conditions	68
	Effects of Shut-Down	68

TABLE OF CONTENTS (Cont'd)

CHAPTER	TITLE	PAGE
	Biological Solids	75
	Microbiological Observation	75
VI	ENGINEERING SIGNIFICANCE	78
	Process Efficiency	78
	Advantage of the process	78
	Disadvantage of the process	79
	Process Design	80
VII	CONCLUSIONS	81
VIII	RECOMMENDATION FOR FUTURE WORK	83
	REFERENCES	84
	VITA	92

LIST OF TABLES

TABLE	TITLE	PAGE
1	First-Grade Tapioca Plant Wastewater Characteristics	7
2	Second-Grade Tapioca Plant Wastewater Characteristics	8
3	Summary of Anaerobic Contact Process Performance	16
4	Summary of Anaerobic Filter Process Performance	18
5	Minimum Values of θ_c for Methane Fermentation of Various Substrates	23
6	Average Values of Substrate Utilization Coefficient	33
7	Growth Yield and Decay Coefficient of Various Substrate	35
8	Threshold Toxic Concentrations of Various Substances Situation in Anaerobic Process	41
9	Organic Loadings Corresponding to Various Combinations of Hydraulics Flow Rates and the Waste Concentration Used in the Experimental study	48
10	Characteristics of Tapioca Starch Waste	51
11	Effluent Quality and Treatment Efficiency During Steady-State Treatment of Tapioca Starch Waste	55
12	COD Methane Conversion During Steady-State	61
13	Suspended Solids in Samples Withdrawn through the Sample Ports of Filter	76

LIST OF FIGURES

FIGURE	TITLE	PAGE
1	First-Grade Tapioca Starch Process Flow Diagram	4
2	Second-Grade Tapioca Starch Production	5
3	Effect of Detention Time on Single-Stage Anaerobic Pond Performance	10
4	Performance of Experimental Anaerobic Ponds	11
5	Schematic Diagram of Three Anaerobic Waste Treatment Process	14
6	Relationship Between Solids Retention Time, Effluent Waste Concentration and Treatment Efficiency	22
7	Two Stages of Methane Fermentation of Complex Organics	24
8	Fermentation Product Formation from Pyruvate	26
9	Interrelationship Between the Methane Bacteria and Other Substances of the Anaerobic Carbon Cycle	29
10	Production of Methane and Carbondioxide from Volatile Acids	32
11	Relationship Between pH and Bicarbonate Concentration Near 95°F	38
12	Predicted Effect of Fermentation Temperature on Effluent Biodegradable COD Concentration and Treatment Efficiency for a Complex Waste	40
13	General View of the Experimental Set-Up	45
14	Schematic Diagram of Anaerobic Filter and Feed System	46
15	Percent COD Removal, Gas Production and Methane Content During Start-up Period	53

LIST OF FIGURES (Cont'd)

FIGURE	TITLE	PAGE
16	Daily Variation of Gas Production and Methane Content	56
17	Daily Performance of the Filter Under Controlled Conditions	57
18	Effects of Organic Loading on Percent COD Removal	59
19	Effects of Organic Loading on Gas Production	59
20	Filter Profile Under Steady State Controlled Conditions	62
21	Change in Volatile Acids During a Loading Change From 2.3 to 4.0 kg COD/cu.m./day	65
22	Change in Treatment Efficiency During a Loading Change from 1.2 to 2.3 kg COD/cu.m./day	67
23	Daily Performance of the Filter Under Raw Waste Conditions	69
24	Daily Performance of the Filter Under Raw Waste Conditions	70
25	Filter Profile Under Steady State Uncontrolled Conditions	71
26	Filter Profile Receiving 5,000 mg/l COD After Stop Feeding for 15 days	73
27	Filter Performance After Stop Feeding for 15 days, with Raw Tapioca Waste, COD Loading 1.0 kg/cu.m./day	74