

การเรียนรู้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่ม โดยใช้กระบวนการบำบัดทางเคมี

สุนทร ทัดแก้ว¹ และ ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์²
Soontorn Tadkaew¹, Chaisri Tharasawatdipipat²

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
email: qeande@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อเรียนรู้วิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมีสำหรับเตรียมคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบชีวภาพของโรงงานมะม่วงแช่อิ่ม (2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี และซีโอดีน้ำเสียจากโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่มที่มีการบำบัดทางเคมีที่แตกต่างกัน

ลักษณะน้ำเสียของโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่ม ค่าพีเอชเฉลี่ย 3.7 บีโอดีเฉลี่ย 44,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซีโอดีเฉลี่ย 84,420 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดลองนำน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดไปทำจาร์เทสต์

จากการเรียนรู้วิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมีสำหรับเตรียมคุณภาพน้ำพบว่าโซดาไฟที่ปริมาณความเข้มข้น 10%w/v ค่าพีเอชเท่ากับ 11.6 และปูนขาวที่ปริมาณความเข้มข้น 15%w/v ค่าพีเอชเท่ากับ 10.8 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปทดลองบำบัดน้ำเสียทางเคมีเพื่อเตรียมน้ำเข้าสู่ระบบชีวภาพ ในการทดลองใช้เวลา 62 วัน ด้วยการบำบัดทางเคมี 2 ชนิดคือโซดาไฟ และปูนขาวอย่างละ 31 วัน หลังจากการทดลองพบว่าน้ำเสียบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ร้อยละ 27.83 บีโอดีร้อยละ 31.88 ปูนขาว ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ร้อยละ 28.03 บีโอดีร้อยละ 38.66

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี และซีโอดีน้ำเสียหลังผ่านการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และบำบัดทางชีวภาพ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีร้อยละ 91.81 บีโอดีร้อยละ 99.75 ปูนขาว ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีร้อยละ 92.21 บีโอดีร้อยละ 99.75 จากการวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้เทคนิคทางสถิติ T-Test แบบ Independent ด้วยโปรแกรม SPSS สรุปได้ว่าการบำบัดน้ำเสียทางเคมีที่แตกต่างกันสามารถกำจัด บีโอดี และซีโอดี ได้ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน

คำสำคัญ: การเรียนรู้, มะม่วงแช่อิ่ม, การบำบัดน้ำเสียทางเคมีขั้น , การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

Abstract

Author: Soonthorn Tudkaew
Research Title: The Learning of Chemical Treatment for Wastewater of Crystallized Mango Factory
Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr.Chaisri Tharasawatpipat
Degree : Master of Science(Industrial Environment Management)

This study aimed to learning efficiency of initial wastewater treatment to prepare sui-table wastewater for the treatment process in the second stage of water reconditioning with 2 sets of chemical precipitation process. This study aims to (1) to learn a method for chemical wastewater treatment for the preparation of suitable water quality for wastewater treatment by biological system of wastewater of crystallized mango factory (2) to compare the efficiency of BOD removal and COD wastewater from mango compote factories with different chemical treatments.

Characteristics of the wastewater of the mango compote factory average pH 3.7, average BOD 44,000 mg/l, average COD 84,420 mg/l. From the experiment, waste water was used to make Jar Test.

It was found that caustic soda at a concentration of 10%w/v and lime at a concentration of 15%w/v were suitable ratios for use in chemical wastewater treatment experiments to prepare water into the biological system. In a 62-day trial, two chemical treatments were tried, caustic soda. and lime for 31 days each. After the experiment, it was found that the wastewater was chemically treated with caustic soda. The efficiency of removing COD was 27.83 percent, BOD 31.88 percent, lime, the efficiency of COD removal was 28.03 percent, BOD of 38.66%. And from the experiment, it was found that the wastewater was chemically treated with caustic soda. and biological therapy The removal efficiency of COD 91.81%, BOD 99.75%, lime and biological treatment. COD removal efficiency 92.21%, BOD 99.75%, consistent with the assumption. From the difference analysis using independent T-Test statistical technique using SPSS program, it was concluded that different chemical wastewater treatments had no significant difference in BOD and COD removal. statistical 0.05 which corresponds to the hypothesis

Keyword: Learning, Crystallized mango, primary treatment, chemical treatment, biological treatment

บทนำ

ในการผลิตมะม่วงแช่อิ่ม น้ำเสียจากกระบวนการผลิตมีการปนเปื้อนของน้ำเชื่อมที่เหลือจากการผลิต เศษมะม่วงสุกที่มีขนาดเล็กเป็นตะกอน สารเคมีที่ใช้ในการผลิต มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรด บีโอดีและซีโอดีสูง น้ำเสียจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะเรียนรู้ประสิทธิภาพของของการบำบัดทางเคมีด้วยเคมี 2 ชนิดคือโซดาไฟและปูนขาว ว่ามีประสิทธิภาพในการเตรียมน้ำเสียเข้าสู่ระบบชีวภาพเพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสีย และกำจัดค่าบีโอดี และซีโอดี ว่าแตกต่างกันหรือไม่ จึงได้ทำการทดลองกับระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานมะม่วงแช่อิ่ม ไทยธัญญาอินเตอร์พุดส์ ต.ท่าเสา อําเภอกะทู้ม่วน จังหวัดสมุทรสาคร โดยการเก็บน้ำตัวอย่างไปทำการทดลองทำจาร์เทสต์ด้วยเคมีโซดาไฟ และปูนขาวที่ปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 10, 15, 20, 25 เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีปูนขาว และโซดาไฟที่เหมาะสมเพื่อเตรียมคุณภาพน้ำเข้าสู่ระบบการบำบัดทางชีวภาพ จากการศึกษาพบว่าปริมาณความเข้มข้นของโซดาไฟที่ 10% และปูนขาวที่ความเข้มข้น 15% สามารถกำจัดสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสีย บีโอดี ซีโอดีได้ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมีสำหรับเตรียมคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบชีวภาพของโรงงานมะม่วงแช่อิ่ม
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี และซีโอดีน้ำเสียจากโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่มที่มีการบำบัดทางเคมีที่แตกต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

การบำบัดน้ำเสียทางเคมีที่แตกต่างกันสามารถกำจัด บีโอดี และซีโอดี น้ำเสียในการบำบัดทางชีวภาพของโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่มได้ไม่แตกต่างกัน

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทดลองใช้สารเคมี โซดาไฟและปูนขาว ในการทดลอง และได้เก็บน้ำตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการทดสอบภายนอก ทำจาร์เทสต์ เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีทั้ง 2 ชนิด ที่ให้ผลดีที่สุดนำมาทดลองกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่มขนาด 40 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยมีเครื่องมือในการวิจัย อันได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในภาคสนาม อุปกรณ์และเครื่องจักร และห้องปฏิบัติการทดสอบภายนอกที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง ซึ่งในขั้นตอนของการวิจัยประกอบด้วย การเก็บข้อมูลลักษณะน้ำเสียของระบบก่อนการทำการปรับปรุง ดำเนินการปรับปรุงตามหลักวิชาการ และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการบำบัดทางเคมีก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่นำมาทำการวิจัย คือน้ำเสียโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่มปริมาณ 40 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่มตั้งอยู่ที่ ตำบลท่าเสา อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ที่มีค่าพีเอช 3.7 บีโอดี 44,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซีโอดี 84,420 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

- 1) เครื่องวัดและทดสอบคุณภาพน้ำ (Water Quality Meter) สำหรับวัดค่าพีเอช เกลือ และ ดีโอ ในน้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดทางเคมี
- 2) กรวยอิมฮอฟฟ์ความจุ 1 ลิตร พร้อมขาตั้ง เพื่อใช้ในการวัดค่า SV-30 เพื่อใช้ในการติดตามการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาสำหรับระบบเอเอสใช้ค่าตะกอนหนักที่เวลา 30 นาที

2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานมะม่วงแช่อิ่ม ตำบลท่าเสา อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งประกอบด้วย

- 1) บ่อดักขยะปริมาณ 6 ลูกบาศก์เมตร ขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 1.5 เมตร จำนวน 1 บ่อ
- 2) บ่อดักไขมันปริมาณ 6 ลูกบาศก์เมตร ขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร ลึก 1.5 เมตร จำนวน 1 บ่อ
- 3) ถังปรับเสมอ 30 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ใบ
- 4) ชุดการบำบัดทางเคมี
 - 4.1) ถังกวนช้าขนาด 400 ลิตร พร้อมใบกวนและมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด
 - 4.2) ถังกวนเร็วขนาด 400 ลิตร พร้อมใบกวนและมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด
 - 4.3) ถังเตรียมเคมีโซดาไฟ ขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 1 ถัง
 - 4.4) ถังเตรียมเคมีสารส้ม ขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 1 ถัง
 - 4.5) ถังเตรียมเคมีโฟลิมเมอร์ ขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 1 ถัง
 - 4.4) ถังเตรียมเคมีปูนขาวขนาด 400 ลิตร จำนวน 1 ถัง
- 5) ถังปรับสภาพน้ำเตรียมน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพขนาด 20 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ถัง
- 6) ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter Tank) ขนาดความจุ 40 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ถัง
- 7) ถังเอเอส ขนาดความจุ 40 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง
- 8) ถังเอเอส ขนาดความจุ 30 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ถัง
- 9) ถังตกตะกอน ขนาดความจุ 15 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง

2.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

สารเคมีที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ โซดาไฟ และปูนขาว

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเก็บข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

เป็นข้อมูลการเดินระบบบำบัดน้ำเสียด้วยการบำบัดทางเคมีและระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพ ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลช่วงก่อนดำเนินการวิจัย ข้อมูลการทดลองและข้อมูลระหว่างการทำวิจัยดังนี้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติ น้ำเสียตามเกณฑ์การออกแบบ

พารามิเตอร์	หน่วย	ผลตรวจ	มาตรฐาน
พีเอช	-	3.7	5.5-9.0
บีโอดี	มิลลิกรัมต่อลิตร	44,000	<20
ทีดีเอส	มิลลิกรัมต่อลิตร	538.0	<50
น้ำมันและไขมัน	มิลลิกรัมต่อลิตร	1,557	<5.0
ซีโอดี	มิลลิกรัมต่อลิตร	84,420	<120

อ้างอิงผล LAB Test ก่อนเข้าระบบ ของ บริษัททอเดอร์ อินเด็กซ์ คอนซัลแตนท์ จำกัด เลขที่ 1805-016(1).

- 1) บันทึกผลการทดลองการทำจาร์เทสต์ น้ำเสียจากบ่อรวมน้ำด้วยโซดาไฟ และปูนขาว ตามอัตราส่วนที่กำหนด และบันทึกค่าผลการทดลองลงในตารางใบบันทึกผลค่าพีเอช จากการทำการจาร์เทสต์
- 2) น้ำเสียก่อนและหลังการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ 31 วัน โดยใช้ความเข้มข้นจากผลการทำการจาร์เทสต์

ที่ได้ค่าตามที่กำหนด ค่าพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดได้แก่ พีเอช และบันทึกผลการตรวจวัดลงในใบบันทึกผลการตรวจวัดค่าพีเอช จากการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาว

3) ค่าความสกปรกของน้ำเสียในรูป บีโอดี ,ซีโอดี ก่อนบำบัด และหลังบำบัดทางเคมีลงในใบบันทึกค่าปริมาณสารปนเปื้อนในน้ำเสีย

4) จัดเก็บข้อมูล ค่า DO และ SV30 ในการบำบัดทางชีวภาพ แบบเอส ทุก 4 ชั่วโมง และบันทึกผลการตรวจวัดลงในใบบันทึกผลการตรวจวัดค่า DO และ SV-30 ในระบบเอส

5) น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางเคมีด้วย โซดาไฟ และผ่านการบำบัดทางชีวภาพแบบเอส และหลังจากถึงตกตะกอนแล้วได้แก่ตัวอย่างน้ำเสียก่อนและหลังผ่านระบบการบำบัดทางชีวภาพ โดยค่าพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ บีโอดี และซีโอดี สัปดาห์ละ 2 ครั้งระยะเวลา 1 เดือนส่งวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการภายนอก และบันทึกผลลงในใบบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และผ่านการบำบัดทางชีวภาพแบบเอส

6) น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางเคมีด้วย ปูนขาว และผ่านการบำบัดทางชีวภาพแบบเอส) และหลังจากบ่อกักตะกอน ได้แก่ตัวอย่างน้ำเสียก่อนและหลังผ่านระบบการบำบัดทางชีวภาพ โดยค่าพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ บีโอดี และซีโอดี สัปดาห์ละ 2 ครั้งระยะเวลา 1 เดือนรวมเป็น 8 ครั้ง และบันทึกผลลงใน ใบบันทึกข้อมูลผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางเคมีด้วยปูนขาว และผ่านการบำบัดทางชีวภาพแบบเอส

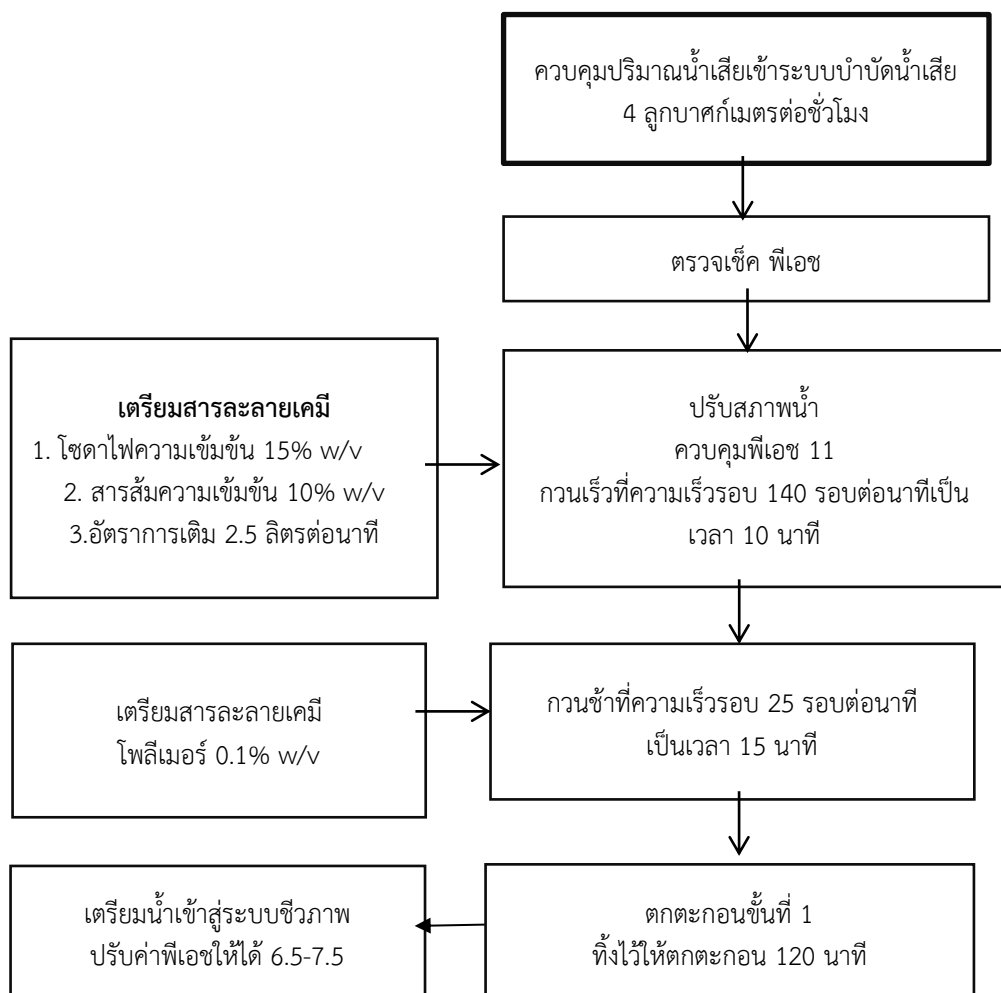
3.2 การเก็บข้อมูลมูลเหตุภูมิ

1) รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียเดิมของโรงงาน ประกอบด้วยผลทดสอบคุณภาพน้ำทั้ง รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย แผนผังระบบบำบัดน้ำเสียเดิม

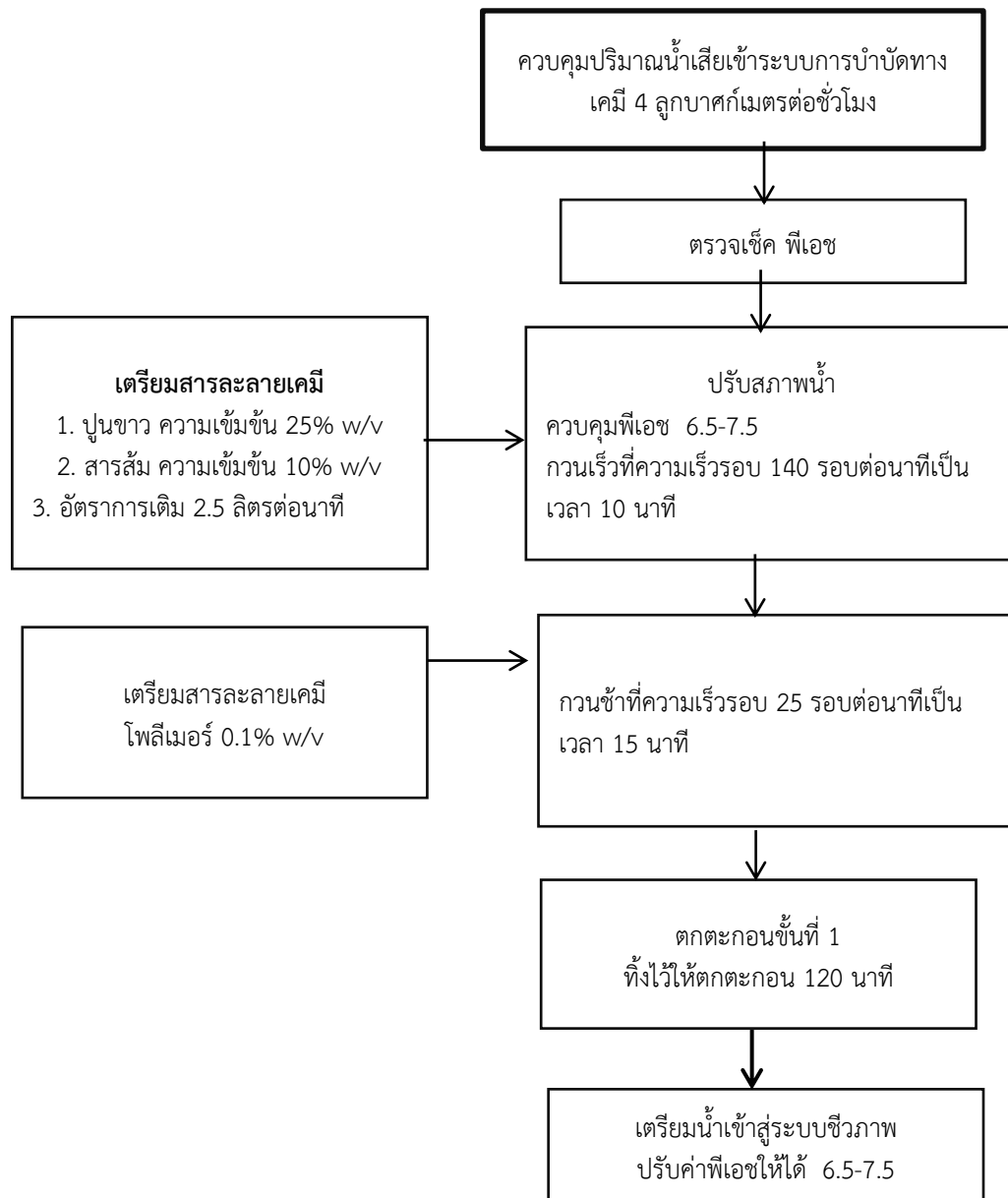
2) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของโรงงานในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย

4. ขั้นตอนการทำวิจัย

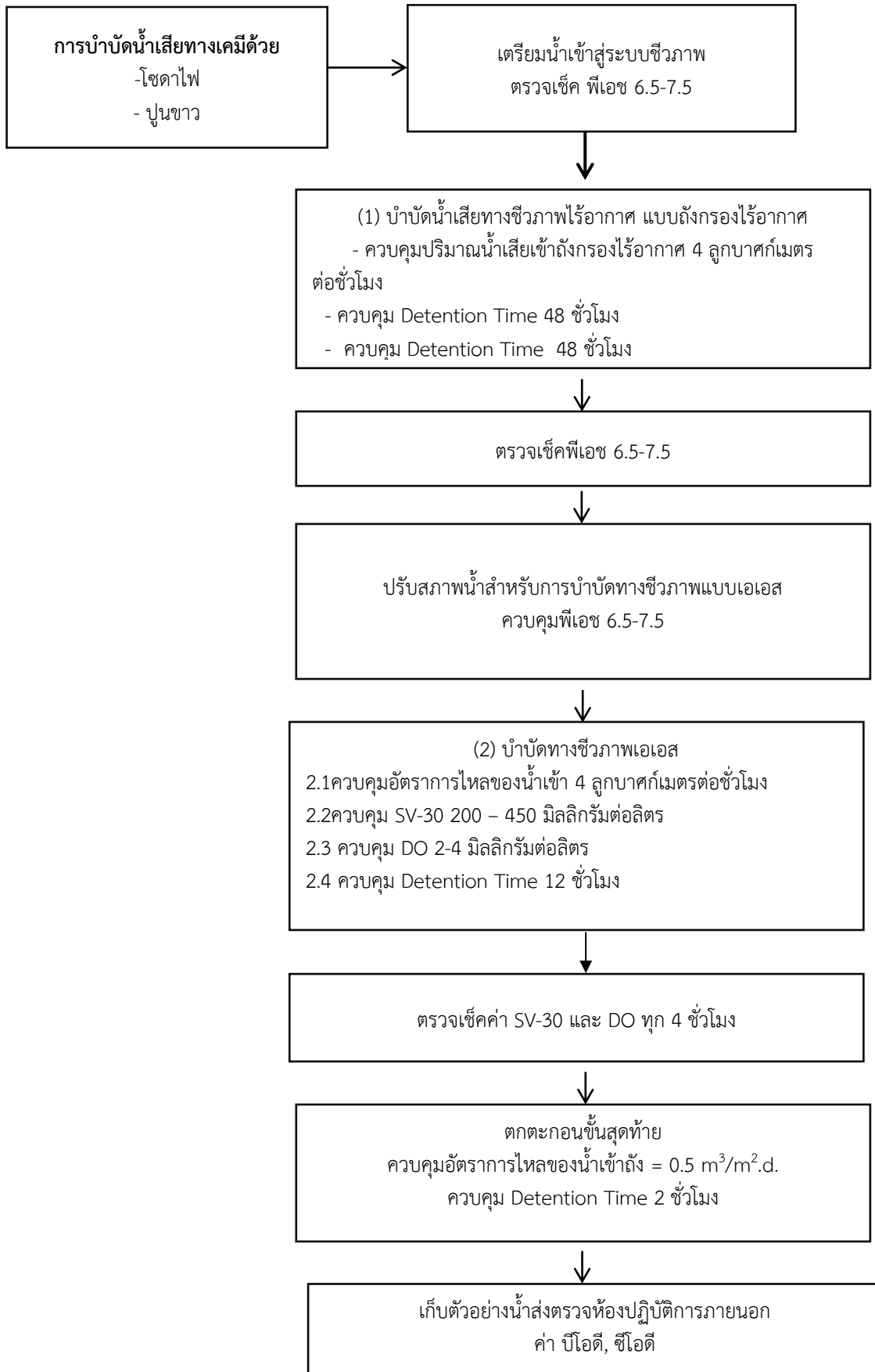
1.ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีโดยใช้โซดาไฟ อัตราการไหลของน้ำเสีย 4 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ทดลองเดินระบบ 31 วัน ตามแผนการทดสอบเดินระบบบำบัดน้ำเสีย 31 วัน



2.ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีโดยใช้ปูนขาวอัตราการไหลของน้ำเสีย 4 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงระยะเวลาทดลองเดินระบบ 31 วัน



3.ขั้นตอนในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดี,บีโอดี น้ำเสียจากโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่มที่มีการบำบัดทางเคมีที่แตกต่างกัน



5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้จะได้มาจากการประมวลผลด้วยกัน 2 แบบและนำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม SPSS 16.0 For Windows ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียทางเคมีในการเตรียมพร้อมน้ำเข้าสู่การบำบัดทางชีวภาพ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ร้อยละ, ค่าใช้จ่ายในการใช้จ่ายสารเคมีในการบำบัด

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี ซีโอดี น้ำเสียจากโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่มที่มีการบำบัดทางเคมีที่แตกต่างกันโดยเคมี 2 ชนิดได้แก่ โซดาไฟ และปูนขาว ในการเตรียมคุณภาพน้ำเสียเข้าสู่การบำบัดทางชีวภาพ โดยใช้สถิติเชิงอนุมาน t – test แบบ Independent Sample Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เพื่อทำการทดสอบสมมติฐานว่าการบำบัดน้ำเสียทางเคมีที่แตกต่างกันสามารถกำจัดบีโอดี และซีโอดี น้ำเสีย ในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพได้ไม่แตกต่างกัน

5.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของวิธีการบำบัดทางเคมีด้วยเคมี 2 ชนิด ดังนี้
(กรมโรงงานอุตสาหกรรม .2554 หน้า 1-5)

$$\text{ประสิทธิภาพ(ร้อยละ)} = \frac{(\text{ค่าบีโอดีเข้า} - \text{ค่าบีโอดีออก})}{\text{ค่าบีโอดีเข้า}} \times 100$$

$$\text{ประสิทธิภาพ(ร้อยละ)} = \frac{(\text{ค่าซีโอดีเข้า} - \text{ค่าซีโอดีออก})}{\text{ค่าซีโอดีเข้า}} \times 100$$

ผลการวิจัย

1. การทดลองหาวิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมีสำหรับเตรียมคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการบำบัดทางชีวภาพของโรงงานมะม่วงแช่อิ่ม ด้วยกระบวนการบำบัดทางเคมี 2 ชนิดดังนี้

ก่อนการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟค่าพีเอช เฉลี่ย 3.2 ปูนขาว ค่าพีเอช เฉลี่ย 3.3 หลังการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ ค่าพีเอช ค่าเฉลี่ย 7.8 ปูนขาว ค่าพีเอช ค่าเฉลี่ย 7.6

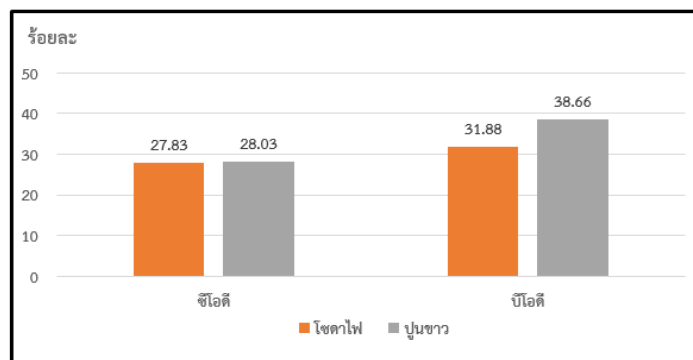
2. ผลการวิเคราะห์ค่า บีโอดี, ซีโอดี น้ำเสียก่อน-หลังการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาว

น้ำเสียก่อนบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ ค่าซีโอดีเฉลี่ย 38,121.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 14,615.87 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการบำบัดทางเคมีค่าซีโอดีค่าเฉลี่ย 27,693.14 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดีเฉลี่ย 8,593.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำเสียก่อนการบำบัดทางเคมีด้วยปูนขาวค่าซีโอดีเฉลี่ย 38,264.12 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดีเฉลี่ย 15,613.50 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังการบำบัดทางเคมีด้วยปูนขาว ค่าซีโอดีเฉลี่ย 29,606.33 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี ค่าเฉลี่ย 9,235.76 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่.2 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียทางเคมีด้วยโซดาไฟ ,ปูนขาว ในการเตรียมน้ำเสียเข้าสู่ระบบชีวภาพ

วิธีการบำบัด	ซีโอดี (ร้อยละ)	บีโอดี (ร้อยละ)
โซดาไฟ	27.83	31.88
ปูนขาว	28.03	38.66



รูปที่ 1. กราฟแสดงประสิทธิภาพหลังการบำบัดน้ำเสียทางเคมีด้วยโซดาไฟ /ปูนขาว

3. การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางเคมีเพื่อเตรียมคุณภาพน้ำ จะไหลเข้าสู่ขั้นตอนการบำบัดทางชีวภาพแบบไร้อากาศระยะเวลาที่กักกัน 48 ชั่วโมงและการบำบัดทางชีวภาพแบบเอเอส ระยะเวลาที่กักกัน 24 ชั่วโมง ในระบบเอเอสจะมีการควบคุม DO ให้ได้ 2-4 มิลลิกรัมต่อลิตร, SV-30 200-400 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการทดลองเราได้มีการควบคุม DO และ SV-30 ดังนี้

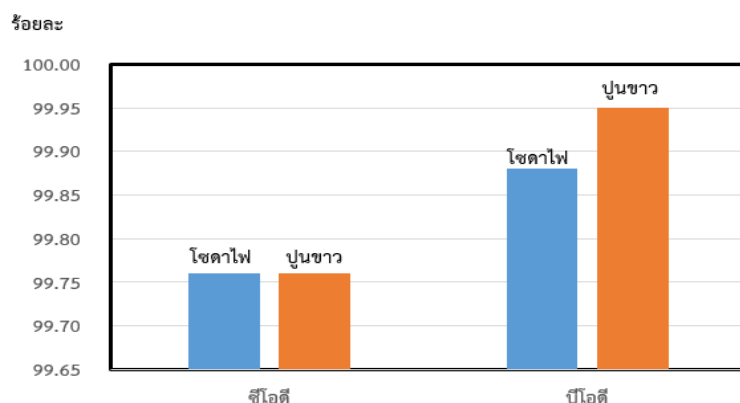
ตารางที่ 3 ผลข้อมูลในการควบคุมค่า DO และ SV-30 ในการบำบัดทางชีวภาพแบบเอเอส

ถังบำบัด	DO เฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร)	SV-30 เฉลี่ย(มิลลิกรัม/ลิตร)
AS-1	2.65-2.83	350
AS-2	2.45-2.48	250
AS-3	2.45-2.62	210

3.ผลการเปรียบเทียบน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ / ปูนขาว และผ่านการบำบัดทางชีวภาพเป็นดังนี้

ตารางที่ 4 ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ น้ำเสียที่หลังผ่านการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ/ปูนขาว และผ่านการบำบัดทางชีวภาพ

ค่าพารามิเตอร์	โซดาไฟ	ปูนขาว
พีเอช	7.5	7.6
บีโอดี	16.77	8.47
ซีโอดี	91.82	92.21



รูปที่ 2 กราฟแสดงประสิทธิภาพการเปรียบเทียบค่าซีโอดี และบีโอดี ที่มีการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาว

3 ข้อมูลการเปรียบเทียบน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางเคมีด้วยด้วยปูนขาว ด้วยการใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS เป็นดังนี้

3.1 ค่าพีเอชน้ำเสียก่อนเข้าบำบัดทางเคมีด้วยเคมีโซดาไฟ เฉลี่ยอยู่ที่ 3.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.56 ปูนขาวเฉลี่ยอยู่ที่ 3.4 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานอยู่ที่ 0.58 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างการบำบัดน้ำเสียทางเคมีด้วย โซดาไฟ และปูนขาว พบว่าค่า p-value เท่ากับ 0.162 มากกว่าค่านัยสำคัญ สรุปได้ว่า น้ำเสียก่อนเข้าบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาวค่าพีเอชไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

3.2 ค่าพีเอช น้ำเสียหลังบำบัดทางเคมีด้วยเคมีโซดาไฟ เฉลี่ยอยู่ 7.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ 0.73 ปูนขาวเฉลี่ย 7.71 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน 0.30 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างการบำบัดน้ำเสียทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาว พบว่าค่า p-value เท่ากับ 0.430 มากกว่าค่านัยสำคัญ สรุปได้ว่าน้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และ ปูนขาวสามารถปรับค่าพีเอช ได้ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

3.3 ค่าซีโอดี ของน้ำเสียก่อนเข้าบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51,504.09 ส่วนปูนขาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51,627.02 และพบว่า p-value เท่ากับ 0.413 มีค่ามากกว่านัยสำคัญ ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลได้ว่า ค่าความสกปรกของน้ำเสียในรูปซีโอดี ก่อนเข้าบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาวมีค่าไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.4 ค่าบีโอดี ของน้ำเสียก่อนเข้าบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29,826.80 ส่วนปูนขาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29,219.70 และพบว่า p-value เท่ากับ .805 มีค่ามากกว่านัยสำคัญ ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลได้ว่า ค่าความสกปรกของน้ำเสียในรูปบีโอดี ก่อนเข้าบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาว มีค่าไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.5 ค่าซีโอดี ของน้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และระบบชีวภาพแบบไร้อากาศ และตะกอนเร่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 91.81 ส่วนปูนขาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 92.21 และพบว่า p-value เท่ากับ .953 มีค่ามากกว่านัยสำคัญ ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลได้ว่าในการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาว ในการเตรียมคุณภาพน้ำเข้าบำบัดทางชีวภาพ สามารถกำจัดความสกปรกของน้ำเสียในรูปของซีโอดี ได้ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.6 ค่าบีโอดี ของน้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และระบบชีวภาพแบบไร้อากาศ และตะกอนเร่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.77 ส่วนปูนขาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.47 และพบว่า p-value เท่ากับ .573 มีค่ามากกว่านัยสำคัญ ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลได้ว่า ในการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาวในการเตรียมคุณภาพน้ำเข้าบำบัดทางชีวภาพ สามารถกำจัดความสกปรกของน้ำเสียในรูปของบีโอดี ได้ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.7 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย ด้วยโซดาไฟมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.75 และส่วนปูนขาว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.75 และพบว่าค่า p-value เท่ากับ .279 มากกว่านัยสำคัญ สรุปผลได้ว่าในการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาวในการเตรียมคุณภาพน้ำเข้าบำบัดทางชีวภาพแบบไร้อากาศ และแบบเอเอส สามารถกำจัดความสกปรกของน้ำเสียในรูปของซีโอดี ได้ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.8 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสีย ด้วยโซดาไฟมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.88 และส่วนปูนขาว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.94 และพบว่าค่า p-value เท่ากับ .622 มากกว่านัยสำคัญ สรุปผลได้ว่าในการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาวในการเตรียมคุณภาพน้ำเข้าบำบัดทางชีวภาพแบบไร้อากาศ และแบบเอเอส สามารถกำจัดความสกปรกของน้ำเสียในรูปของบีโอดี ได้ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาวิจัย เรื่องศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่มโดยใช้กระบวนการบำบัดทางเคมี ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1) เพื่อทดลองหาวิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมีสำหรับเตรียมคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพ

2) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัด บีโอดี, ซีโอดีน้ำเสีย ที่มีการบำบัดทางเคมีที่แตกต่างกัน

ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานมะม่วงแช่อิ่ม ไทยธัญญาอินเตอร์ ฟู้ดส์ ตำบลท่าเสา อำเภอกะทู้ม่วน จังหวัดสมุทรสาคร มาทำการวิจัย ผู้วิจัยได้นำน้ำเสียไปทดลองทำจาร์เทสต์ ด้วยเคมี2 ชนิดได้แก่ โซดาไฟ และปูนขาว เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีที่เหมาะสมในการเตรียมคุณภาพน้ำ เข้าสู่การบำบัดทางชีวภาพ ผลจากการทดลองทำจาร์เทสต์ พบว่าปริมาณการใช้สารเคมีที่เหมาะสมของโซดาไฟ ต้องใช้ปริมาณความเข้มข้น 5 %w/v สามารถปรับค่าพีเอชของน้ำเสียจาก 3.5 เป็น 7.2 และปูนขาว ต้องใช้ปริมาณความเข้มข้น 10 %w/v สามารถปรับค่าพีเอช ของน้ำเสียจาก 3.5 เป็น 7.4 จึงได้นำผลการทดลองจาร์เทสต์ มาใช้ในการทดลองการบำบัดน้ำเสียทางเคมี กับระบบบำบัดน้ำเสีย

จริงของโรงงานไทยธัญญาอินเตอร์ ฟูดส์ ตำบลท่าเสา อำเภอกะพุมแบน จังหวัดสมุทรสาคร โรงงานมีปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย 40 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน อัตราการไหลเท่ากับ 4 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ด้วยกัน 2 ประการคือ

1. การเรียนรู้หาวิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมีสำหรับเตรียมคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพของโรงงานมะม่วงแช่อิ่ม

1.1 พบว่าน้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ ค่าพีเอช เฉลี่ยอยู่ 7.8 และสามารถบำบัดบีโอดีได้ร้อยละ 31.88 ซีโอดีร้อยละ 27.83

1.2 พบว่าน้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยปูนขาว ค่าพีเอช เฉลี่ยอยู่ที่ 7.6 ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีร้อยละ 28.03 บีโอดีร้อยละ 38.66

2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี และซีโอดี น้ำเสียจากโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่ม ไทยธัญญาอินเตอร์ฟูดส์ ที่มีการบำบัดทางเคมีที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่า

2.1 การบำบัดน้ำเสียทางเคมี 2 ชนิดคือโซดาไฟ และปูนขาว สามารถลดค่าซีโอดี ได้ร้อยละ 27.83 บีโอดี ร้อยละ 31.88 ตามลำดับ ส่วนปูนขาวสามารถลดค่าซีโอดี ได้ร้อยละ 28.03 บีโอดี ร้อยละ 38.66 ตามลำดับจากการเปรียบเทียบพบว่าในการบำบัดน้ำเสียทางเคมีโรงงานมะม่วงแช่อิ่ม ด้วยเคมี 2 ชนิดคือโซดาไฟ และปูนขาวสามารถบำบัดซีโอดี และบีโอดีได้เหมือนกัน แต่ประสิทธิภาพในการบำบัดทางเคมีด้วยปูนขาวสามารถกำจัดบีโอดี และซีโอดี ได้สูงกว่าการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ

2.2 ผลการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบไร้อากาศและแบบเอเอส จากการเตรียมคุณภาพน้ำด้วยการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาว พบว่า

2.2.1 การกำจัดซีโอดี น้ำเสียของโรงงานหลังการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และผ่านการบำบัดทางชีวภาพแบบไร้อากาศโดยมีการควบคุมระยะเวลาพักกัน 48 ชั่วโมง และแบบเอเอส โดยมีการควบคุมค่า DO ที่ 2-4 มิลลิกรัมต่อลิตร ,พีเอช 6.5-7.5 และระยะเวลาพักกัน 24 ชั่วโมง พบว่าค่าซีโอดี เฉลี่ยหลังบำบัดอยู่ที่ 91.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี ร้อยละ 99.75 น้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยปูนขาว และผ่านการบำบัดทางชีวภาพแบบไร้อากาศโดยมีการควบคุมระยะเวลาพักกัน 48 ชั่วโมง และแบบเอเอส โดยมีการควบคุมค่า DO ที่ 2-4 มิลลิกรัมต่อลิตร ,พีเอช 6.5-7.5 และระยะเวลาพักกัน 24 ชั่วโมง พบว่าค่าซีโอดี เฉลี่ยหลังบำบัดอยู่ที่ 92.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพในการกำจัดร้อยละ 99.75

2.2.2 การกำจัดบีโอดี น้ำเสียของโรงงานก่อนเข้าบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ บีโอดีเฉลี่ย เท่ากับ 29,826.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ปูนขาวเฉลี่ยเท่ากับ 29,219.7 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และผ่านการบำบัดทางชีวภาพแบบไร้อากาศโดยมีการควบคุมระยะเวลาพักกัน 48 ชั่วโมง และแบบเอเอส โดยมีการควบคุมค่า DO ที่ 2-4 มิลลิกรัมต่อลิตร ,พีเอช 6.5-7.5 และระยะเวลาพักกัน 24 ชั่วโมง พบว่าค่าบีโอดี เฉลี่ยหลังบำบัดอยู่ที่ 16.77 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพในการกำจัดร้อยละ 99.88 น้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยปูนขาว และผ่านการบำบัดทางชีวภาพแบบไร้อากาศโดยมีการควบคุมระยะเวลาพักกัน 48 ชั่วโมง และแบบเอเอส โดยมีการควบคุมค่า DO ที่ 2-4 มิลลิกรัมต่อลิตร ,พีเอช 6.5-7.5 และระยะเวลาพักกัน 24 ชั่วโมง พบว่าค่าบีโอดี เฉลี่ยหลังบำบัดอยู่ที่ 8.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพในการกำจัดร้อยละ 99.94

อภิปรายผล

จากผลการทดลองบำบัดน้ำเสียทางเคมีเพื่อเตรียมน้ำเข้าสู่ระบบชีวภาพด้วยเคมี 2 ชนิดคือโซดาไฟ และปูนขาว เป็นระยะเวลา 60 วันโดยใช้เวลาศึกษาเคมีชนิดละ 30 วันพบว่า

1. ในการบำบัดทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาว ค่าพีเอช อยู่ที่ 7.8 ,7.6 ตามลำดับ นั้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสมในการเตรียมคุณภาพน้ำเข้าสู่การบำบัดทางชีวภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมใจ ศิริโชค 2550 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของระบบชีวภาพแบบเอเอส พีเอช ควรอยู่ระหว่าง 6.5-9.0 ถ้าพีเอช น้อยกว่า 6.5 ว่าจะเจริญแข่งกับแบคทีเรียได้และถ้าพีเอช ลดลงถึง 4.5 ว่าจะเจริญได้ดีกว่าแบคทีเรีย แต่ถ้าพีเอช มากกว่า 9.0 แบคทีเรียจะทำลาย

สารอินทรีย์ได้ต่ำลง และยังสอดคล้องกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2554, หน้า 7-1 – 7-45) การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพระบบเอเอส ค่าพีเอชควรอยู่ระหว่าง 6.5-7.5 ถึงกร่องไร้อากาศ ค่าพีเอชควรอยู่ระหว่าง 6.5-7.5

2. น้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยเคมีโซดาไฟ สามารถกำจัดค่าความสกปรกในรูปซีไอดี ร้อยละ 27.83 ซีไอดี ร้อยละ 31.88 ปูนขาว ร้อยละ 28.03 ซีไอดีร้อยละ 38.66 สอดคล้องกับ T. Laohaprapanon, P. Prasertsan and A. H. Kittikun (2005) ทดลองการแยกไขมัน และของแข็งแขวนลอย ออกจากน้ำเสียโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม ด้วยกระบวนการทางกายภาพและทางเคมี โรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม พบว่าการบำบัดทางเคมีในการตกตะกอนด้วยปูนขาว พีเอชเท่ากับ 6.48-9.95 และสามารถกำจัดซีไอดี ได้ร้อยละ 45 -55 และสอดคล้องกับ Saja Mustafa Younes. (2019) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นในการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมเกษตร-อาหารผสม โดยใช้กระบวนการออกซิเดชันทางเคมีขั้นสูง สามารถกำจัดซีไอดี ได้ร้อยละ 54 ซีไอดีร้อยละ 51 และสอดคล้องกับ Riad Ayeche (2012) ศึกษาการบำบัดน้ำเสียนมโดยการสร้างตะกอนและตกตะกอนด้วยปูนขาว ของบริษัทก๊าซอุตสาหกรรม (NIGC-สนามบิน Annaba) ประเทศไนจีเรีย พบว่าในการกำจัดสารอินทรีย์โดยบำบัดน้ำเสียทางเคมีด้วยการใช้ปูนขาว ปริมาณที่เหมาะสมเท่ากับ 4,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถบำบัดน้ำเสียในรูปของซีไอดีร้อยละ 49 และซีไอดีร้อยละ 54

3. น้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยเคมีโซดาไฟ ร่วมกับการบำบัดทางชีวภาพแบบไร้อากาศ และแบบเอเอส สามารถกำจัดค่าความสกปรกในรูปซีไอดี ร้อยละ 99.66 ซีไอดี ร้อยละ 99.90 น้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีด้วยเคมีปูนขาว ร่วมกับการบำบัดทางชีวภาพแบบไร้อากาศ และเอเอส สามารถกำจัดค่าความสกปรกในรูปซีไอดี ร้อยละ 99.90 ซีไอดีร้อยละ 99.69 สอดคล้องกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2554) หน้า 5-60 ชนิดของบ่อแบบแอโรบิกอัตราสูง ประสิทธิภาพการลดซีไอดีร้อยละ 80 - 95 สอดคล้องกับพนาลี ชีวกิจการ (2010) ระบบแบบเติมอากาศแบบสมบูรณ์ แบบ ขึ้นตอนเดียว ซึ่งมีถังเติมอากาศที่สามารถวนให้ตะกอนเข้ากับ น้ำเสียเป็นเนื้อเดียวกันได้ตลอดทั้งถัง อาจเป็นถังสี่เหลี่ยม หรือทรงกลมก็ได้ระบบนี้จะมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียได้สูง โดยสามารถลดค่าซีไอดี ของน้ำเสียได้ร้อยละ 80-95 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การออกแบบ และ ปัจจัยควบคุมการทำงานของระบบ และสอดคล้องกับ Diederik Rousseau, H Kroiss (2008) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของระบบเอเอส ในการกำจัด ซีไอดี อยู่ที่ร้อยละ 90-98

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดี น้ำเสียจากโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่ม ไทยธัญญาอินเตอร์ฟู้ดส์ ที่มีการบำบัดทางเคมีที่แตกต่างกันพบว่าการบำบัดน้ำเสียทางเคมีด้วยโซดาไฟ และปูนขาว มีประสิทธิภาพในการกำจัดความสกปรกของน้ำเสียในรูป ซีไอดี และซีไอดี ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะ

1.1 ในการบำบัดน้ำเสียโรงงานผลิตมะม่วงแช่อิ่ม ในกระบวนการผลิตควรการแยกน้ำเชื่อม น้ำดองมะม่วง ออกจากน้ำทิ้ง และควบคุมไม่ให้มีการทิ้งเศษมะม่วงลงในรางระบายน้ำเพื่อลดความสกปรกของน้ำเสียก่อนที่จะเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย จะทำให้ลดค่าความสกปรกของน้ำเสียในรูปซีไอดี และซีไอดี ทำให้การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียมีขนาดที่เหมาะสม และประหยัดพลังงาน

1.2 ในการล้างภาชนะควรมีการกำหนดให้มีวิธีการล้างภาชนะที่ถูกต้อง

1) เพื่อลดความสกปรกของน้ำเสียที่จะเข้าระบบ โดยการเคลียขยะหรือสิ่งที่ไม่ใช่แล้วออกให้หมด หรือให้ได้มากที่สุด เช่นเศษมะม่วง หรือผลไม้อื่น ๆ ภาชนะที่ใช้สำหรับแช่น้ำเชื่อม ถึงแช่เคมีฆ่าเชื้อ ก่อนที่จะล้างทำความสะอาด

2) เพื่อลดปริมาณน้ำเสียที่จะเข้าระบบบำบัดน้ำเสียให้มีปริมาณน้อยลง

1.3 ควรมีการฝึกอบรมพนักงานตามมาตรฐาน GMP เพื่อสร้างความตระหนักของพนักงานในการจัดการขยะ หรือ สิ่งที่ไม่ใช่แล้วให้เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลดีต่อระบบบำบัดน้ำเสีย

1.4 ผู้ปฏิบัติงานระบบบำบัดน้ำเสีย ควรเป็นพนักงานประจำอยู่ที่ระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2554). ระบบบำบัดมลพิษน้ำ . มหาจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย.

ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์. (2553). การจัดการสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรม. เฟสท์ ออฟเซต.

ศิวพันธ์ ชูอินทร์. (2558). การตรวจติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

กรมวิชาการ. (2545). ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22-25AW

- จินตนา ศรีผุย. (2546). **การแปรรูปผัก และผลไม้แช่อิ่ม**. วารสารศูนย์บริการวิชาการ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 58-64.
- รุจิรัตน์ ภาระศิลป์ .(2542). **การบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมยางด้วยวิธีเคมี และการประยุกต์ใช้ในการเพาะเห็ด**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เทคโนโลยีทางชีวภาพ. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรภากรณ์ ทวีสุวรรณพร. (2545). **การกำจัดโลหะหนักออกจากน้ำเสียซีโอต์โดยใช้เลดดิ้งโพลีเมอร์**. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลือพงษ์ แก้วศรีจันทร์, จริญญา บุญกาญจน์. (2545). **การบำบัดน้ำเสียที่มีไฮโดรคาร์บอนด้วยปฏิกิริยา fenton ร่วมด้วยการตกตะกอนของเกลือซัลเฟต**. งานวิจัยวิศวกรรมศาสตร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- กงจักร กาลนิล,พนมชัย วีรยุทธศิลป์, กัลป์กร ขวัญมา.(2011). **การกำจัดคลอไรด์ด้วยกระบวนการตกตะกอนทางเคมี**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรสันต์ บุรณากาญจน์ .(2550). **การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย โรงงานยางแท่ง (ระยอง) บริษัท ไทยฮั้วยางพารา จำกัด (มหาชน)**. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทำนอง แท่นทอง.(2545). **ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานทำน้ายางชั้นด้วยวิธีเคมี**. วิทยานิพนธ์ สาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- จตุรงค์ กมลเลิศ (2553). **การบำบัดน้ำเสียจากชุมชนมหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยใช้ปูนขาว**.วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- อรรถกร ตุนยาภรณ์(2543). **การบำบัดน้ำเสียจากจากโรงงานหลอมตะกั่วจากซากแบตเตอรี่ด้วยวิธีโคแอกกูเลชัน**. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- Akshey Bhagava (2016) .**Physico-Chemical Waste Water Treatment Technologies**. Kalal Institue of Technology & Research Centre
- Nibedita Kapil ,Krishma G. Bhattacharyya . **A Comparison of Neutralization efficiency of chemical with respect to acidic Kopili Rever water**. Department of Chemistry, Assam Don Bosco University ,Azara, Guwhati. Assam India
- Nurul Hanira ,Hasfalina ,Sani ,M.Rashid. (2015).**Comparison of lime powder and caustic soda as a pre-treatment for ammonia-nitrogen removal from a scheduled waste eachate**. Department and Agricultural Engineering ,University Putra Malaysia ,Selangor ,Malaysia.
- Jenny Anna Margaretha, Candra Irawan, Poppy Sri Lestari, Azkiyah Rahma and Erizal Tanjung. (2018) . **The effectiveness of calcium hydroxide and sodium hydroxide as neutralizer in coagulation for reducing fluoride in hazardous wastewater**. Correspondence Poppy Sri Lestari ,Department of Industrial Waste Treatment, Politeknik AKA ,Boqor,Indonesia
- H Kroiss. (2008). **Activated sludge wastewater treatment** . Institute for Water Quality, Resource and Waste Management Vienna University of Technology
- Daruti Dinda Nindarwi.(2019). **Stusy Of Calcium Hydroxide(Ca(OH)2) and Sodium bicarbonate (NaHCO3) Treatment on the Dyna,ica of pH, COD, N/P Ration and Plankton Abundance**. Department of Fish Health Management and Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine, Universitas Airlangga
- Riad Ayeche. (2012) . **Treatment by coagulation-flocculation of dairy wastewater with the residual lime of National Algerian Industrial Gases Company (NIGC-Annaba)** ,Department of Process Engineering, BP 12, Université Badji Mokhtar, Annaba 23000, Algeria