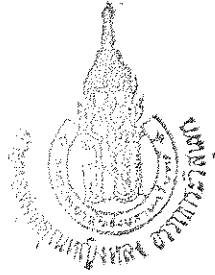


การบำบัดน้ำเสียขั้นต้นโดยวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อดักยาง
สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้น
**Primary Treatment by Air Flotation in Rubber Trap Tank
for Latex Rubber Plant Wastewater Treatment**



พงศ์นรินทร์ ปราบนคร
Pongnarin Prabnakorn

ว

เลขหมู่	TD745	พ25	2543	ค.2
Bib Key	206299			
	25 ส.ค. 2545			

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
**Master of Science Thesis in Environmental Management
Prince of Songkla University**

2543

ชื่อวิทยานิพนธ์ การบำบัดน้ำเสียขั้นต้นโดยวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อดักยาง
สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางขั้น
ผู้เขียน นายพงษ์นรินทร์ ปรามนคร
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(ดร.สมทิพย์ คำนธีรวณิชย์)

..... ประธานกรรมการ
(ดร.สมทิพย์ คำนธีรวณิชย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล อารีย์กุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล อารีย์กุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์ บุญนวล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์ บุญนวล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สัจจ์ชัย กลิ่นพิฤต)

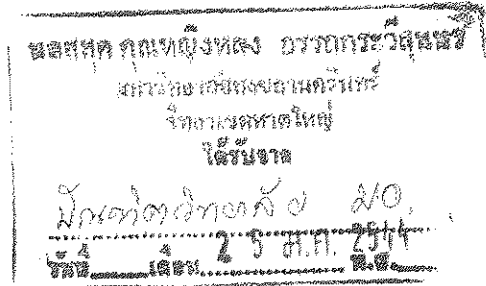
..... กรรมการ
(ดร.อุดมผล พิชนไพบูลย์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติ ทฤษฏีคุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การบำบัดน้ำเสียขั้นต้น โดยวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อคักยาง
สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางขั้น
ผู้เขียน นายพงษ์นรินทร์ ปราบนทร
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ



น้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางขั้นต้นมีปริมาณสารแขวนลอย บีโอดีและซีโอดีสูง ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียส่วนใหญ่เป็นเนื้อยาง โรงงานผลิตน้ำยางขั้นต้นส่วนใหญ่จะติดตั้งบ่อคักยางและบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการคักยางแล้วด้วยบ่อหมักไร้อากาศ หรือระบบบำบัดทางชีวภาพอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามระบบบำบัดดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาวิธีการแยกเนื้อยางออกจากน้ำเสียที่อยู่ในบ่อคักยางโดยการทำให้เนื้อยางรวมตัวกันและลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ การทดลองนี้มีการดำเนินการสองขั้นตอน ขั้นตอนหนึ่งเป็นการทำ Jar Test เพื่อหาชนิด ปริมาณและค่าพีเอชที่ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนที่ดีที่สุด โดยใช้สารรวมตะกอนชนิดต่างๆ ซึ่งพบว่าการใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 2 มิลลิกรัม/ลิตร ที่พีเอช 4.5 โพลีเมอร์ประจุบวก 8 มิลลิกรัม/ลิตร ที่พีเอช 5.5 สารส้ม 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่พีเอช 5 ปูนขาว 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่พีเอช 7.5 และเฟอร์ริกคลอไรด์ 100 มิลลิกรัม/ลิตร ที่พีเอช 4 เป็นชนิด ความเข้มข้นและค่าพีเอชที่ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนในน้ำเสียที่ดีที่สุดมีประสิทธิภาพในการลดมลสารได้ดีพอ ๆ กันและยังได้ทำการทดลองปรับสัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขั้นต้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสทิมให้มีค่าพีเอชต่าง ๆ ผลการทดลองพบว่าค่าการปรับพีเอชของน้ำเสียให้มีค่าเท่ากับ 4.5 โดยไม่เติมสารรวมตะกอน สามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด คือสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 98.43 ลดความขุ่นได้ร้อยละ 99.22 ลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 80.71 และลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 81.54 นอกจากนี้สามารถนำเนื้อยางกลับคืนจากน้ำเสียได้ 7.25 กรัม/น้ำเสีย 1 ลิตร ดังนั้นในการทดลองขั้นที่สองจึงใช้น้ำเสียที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 มาทดลองกับระบบบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่องภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศตลอดถึง การเติมอากาศครั้งถึง และไม่เติมอากาศที่ระยะเวลาในการเก็บกัก 15 นาที 30 นาที และ 45 นาที ผลการทดลองพบว่าค่าการเติมอากาศตลอดถึงใช้ระยะเวลาในการเก็บกัก 45 นาที สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 98.43 ลดความขุ่นได้ร้อยละ 99.22 ลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 80.71 และลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 81.54

จากผลการทดลองจะเห็นว่าสามารถใช้กระบวนการรวมตัวและลอยตะกอนในบ่อคักยางมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและยังสามารถเก็บเกี่ยวเนื้อยางกลับคืนจากน้ำเสียได้อีกด้วย

Thesis Title Primary Treatment by Air Flotation in Rubber Trap Tank
 for Latex Rubber Plant Wastewater Treatment

Author Mr.Pongnarin Prabnakorn

Major Program Environmental Management

Academic Year 2000

Abstract

Para – Rubber wastewater contains high concentration of suspended solids , BOD and COD. Suspended solids in wastewater are rubber particles. Concentrated latex factory usually installs a rubber trap in order to separate rubber particles in wastewater before discharging to anaerobic wastewater treatment system or to the another biological wastewater treatment system. The efficiency of those wastewater treatment system are very low. To increase the treatment efficiency this study was performed to verify the method of rubber particles separating in wastewater at rubber trap by flocculation and flotation process. The experiment consisted of two stages. The first stage studied about type, quantity and pH value of flocculants by jar test. The results shown that 2 mg/l anionic polymer at pH 4.5, 8 mg/l cationic polymer at pH 5, 200 mg/l alum at pH 5, 200 mg/l lime at pH 7.5 and 100 mg/l ferric chloride at pH 4 were the effective flocculant dosages and could remove pollutants as the same efficiency. In addition, ratio mixing of wastewater from concentrate latex and skim latex at various pH were tested. The results showed that mixed wastewater at pH 4.5 was the best mixture which gave high efficiency treatment. The treatment efficiency were 98.43% of suspended solids removal, and 99.22% , 80.71% and 81.54 % removal for turbidity, COD and BOD , respectively. The recovery for rubber particles was also found to be 7.25 g/l. The second stage , wastewater at pH 4.5 was continuously treated with the lab scale experiment at the conditions of no air supply , a half of tank air supply and all tank air supply. The retention times were tested at 15 , 30 and 45 minutes. The results indicated that air supply all tank at retention time of 45 minutes was the best condition. It could remove 98.43% suspended solids , 99.22% turbidity , 80.71% COD and 81.54 % BOD.

Form the experiment , it could be concluded that para – rubber plant can use focculation and flotaion process in rubber trap as a preliminary treatment. This process can promote to achieve a high efficiency treatment and recovery a lot of rubber particles form wastewater.

5

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนกำลังใจและการเอาใจใส่จาก คร.สมทิพย์ คำนธีรวนิษฐ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุรพล อารีย์กุล และ ผศ.ดร.พิษณุ บุญนวล กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกเป็นพระคุณอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สันหทัย กลิ่นพิกุล และ ดร.อุดมผล พิซไพบูลย์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาในการสอบ เสนอแนะและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบคุณ เจ้าของกิจการ ผู้จัดการ และบุคลากรทุกท่านของบริษัท ไทยฮั่วหยางพารา จำกัด (มหาชน) ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล และช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลต่างๆเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ นายอภัย โอทองคำ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิเคราะห์สารมลพิษอุตสาหกรรมภาคใต้ จังหวัดสงขลา กรมโรงงานอุตสาหกรรม ที่ให้ความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ตัวอย่างตลอดจนให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม และภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ในการวิจัย

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่น้องๆ ที่คอยติดตามให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

พงศ์นรินทร์ ปราบนล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
สารบัญ	(7)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพประกอบ	(15)
คำย่อและสัญลักษณ์	(20)
บทที่	
1. บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
การตรวจเอกสาร	6
1. ลักษณะของน้ำยาง	6
2. กระบวนการผลิตน้ำยางข้น	9
2.1 การทำให้น้ำยางเข้มข้น	9
2.2 การรักษาสภาพของน้ำยางสด	9
2.3 การรวบรวมน้ำยางสด	9
2.4 วิธีการผลิตน้ำยางข้น	9
2.5 การเก็บรวบรวมและรักษาสภาพของน้ำยางข้น	11
3. กระบวนการผลิตยางสกิม	11
4. ปอดักยาง	13
5. การทำให้ตะกอนลอย	13
6. การรวมตัวของตะกอน	15
6.1 คุณสมบัติของอนุภาคแขวนลอย	15
6.2 แรงระหว่างอนุภาคแขวนลอยในของเหลว	16
6.3 กลศาสตร์ในการรวมตัวของตะกอน	17
7. สารสร้างตะกอน	18
7.1 สารส้ม (Alum)	18
7.2 ปูนขาว (Lime)	18
7.3 เฟอริกคลอไรด์ (Ferric Chloride)	18

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
7.4 โพลีเมอร์ (Polymer)	18
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	21
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	22
ขอบเขตของการวิจัย	22
2. วิธีการวิจัย	24
วัสดุ	24
อุปกรณ์	25
วิธีการดำเนินการวิจัย	26
3. ผลการวิจัย	30
1. ปริมาณและลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น	30
1.1 ปริมาณน้ำเสีย	30
1.2 ลักษณะน้ำเสีย	38
2. การศึกษานิคมและปริมาณของสารรวมตะกอนโดยวิธี Jar Test	48
2.1 การหาสัดส่วนระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม	48
2.2 การใช้ส่วนผสมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ	50
2.3 การหาชนิดและปริมาณสารรวมตะกอนที่ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนในน้ำเสียได้ดีที่สุด	54
2.4 การใช้สารรวมตะกอนชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนได้ดีที่สุด ภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียเท่ากับ 4.5	81
2.5 การศึกษาบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง	82
4. วิเคราะห์และวิจารณ์ผล	120
1. ปริมาณและลักษณะน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น	120
1.1 ปริมาณน้ำเสีย	120
1.2 ลักษณะน้ำเสีย	121

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2. การหาชนิดและปริมาณสารรวมตะกอนที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดการรวมตะกอนที่ดีที่สุด	122
2.1 การหาสัดส่วนระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม	122
2.2 การหาชนิดและปริมาณสารรวมตะกอนที่ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนในน้ำเสียได้ดีที่สุด	123
3. การศึกษากับระบบบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง	126
3.1 การใช้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม	126
3.2 การศึกษาการบำบัดน้ำเสียในบ่อคักยางภายใต้เงื่อนไขไม่เติมอากาศ การเติมอากาศครั้งถึงในช่วงคืนและการเติมอากาศตลอดถึง	126
3.3 การศึกษาการบำบัดน้ำเสียในบ่อคักยางภายใต้เงื่อนไขระยะเวลาที่เก็บต่าง ๆ	127
3.4 ความยากง่ายในการปรับค่าพีเอชของน้ำเสียให้มีค่าเท่ากับ 4.5	128
3.5 ขนาดของระบบบำบัดน้ำเสียกับค่าบีโอดีในน้ำเสีย	128
3.6 ลักษณะของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด โดยวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อคักยาง	129
4. การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์	131
4.1 บ่อพักรวมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น	133
4.2 บ่อพักรวมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม	133
4.3 ถึงปรับสภาพน้ำเสีย	134
4.4 ปิมน้ำ	134
4.5 ปริมาณเนือยางจากบ่อคักยาง	135
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	137
สรุปผลการศึกษา	137
1. ปริมาณและลักษณะของน้ำเสีย	137
2. การหาชนิดและปริมาณสารรวมตะกอน	137

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.1 การหาสัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจาก กระบวนการผลิตยางสกิม	137
2.2 การหาชนิดของสารรวมตะกอนที่ทำให้เกิดการรวมตะกอนในน้ำเสีย ที่ดีที่สุด	138
3. การทดลองกับระบบบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง	138
ข้อเสนอแนะ	138
1. ข้อเสนอแนะด้านการวิจัย	138
2. ข้อเสนอแนะด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม	139
บรรณานุกรม	141
ภาคผนวก	146
ประวัติผู้เขียน	157

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	มูลค่าผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปส่งออกแยกตามประเภทผลิตภัณฑ์ปีพ.ศ.2532-2536	2
2.	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางขึ้น ในจังหวัดสงขลา	3
3.	ส่วนประกอบของสารต่าง ๆ ในเนื้อยางพารา	7
4.	คุณสมบัติและส่วนประกอบของน้ำยางธรรมชาติ	8
5.	ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น ยางสกิม และน้ำเสียรวม ในช่วงเวลาต่าง ๆ	31
6.	ปริมาณน้ำเสียในแต่ละช่วงกิจกรรมของพนักงานและลักษณะน้ำเสียจาก กระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น	32
7.	ปริมาณน้ำเสียและลักษณะของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม	34
8.	ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น	36
9.	ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น ยางสกิมและน้ำเสียรวม	37
10.	ลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น จากขั้นตอนการเดินเครื่องจักร และการล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	39
11.	ลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม	41
12.	อัตราการไหลและลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม โดยเก็บ ตัวอย่างแบบ Composite	44
13.	อัตราการไหลและลักษณะของน้ำเสียรวม ณ เวลาต่าง ๆ	45
14.	อัตราการไหลและลักษณะน้ำเสียรวม	47
15.	ลักษณะของน้ำเสียและประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนผสม ระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้นกับน้ำเสียจากกระบวนการ ผลิตยางสกิมในสัดส่วนต่าง ๆ	49
16.	ลักษณะของน้ำเสียและประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนผสม ระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้นกับน้ำเสียจากกระบวนการ ผลิตยางสกิมภายใต้การปรับค่าพีเอชต่าง ๆ	52
17.	ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลิเมอร์ชนิดประจุลบที่ ความเข้มข้นต่าง ๆ	55

ตารางที่	หน้า
18. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่มีค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นสารรวมตะกอนภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ	56
19. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่มีค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช 4.5	58
20. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารรวมตะกอน	60
21. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ	62
22. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.5	64
23. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ	66
24. ประสิทธิภาพการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายสารส้มที่มีค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ	67
25. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.0	69
26. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ	71
27. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช ต่าง ๆ	73
28. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 7.5	74
29. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารรวมตะกอน	77
30. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช ต่าง ๆ	78
31. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.0	80
32. ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารรวมตะกอนชนิดต่าง ๆ ที่ค่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดการรวมตะกอนได้ดีที่สุด ภายใต้ค่าพีเอช 4.5	83

ตารางที่		หน้า
33.	ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ค่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 2.5 : 1 ที่ระยะเวลาเก็บ 15 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ	86
34.	ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ค่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 2.5 : 1 ที่ระยะเวลาเก็บ 30 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ	88
35.	ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ค่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 2.5 : 1 ที่ระยะเวลาเก็บ 45 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ	92
36.	ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ค่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8 : 1 ที่ระยะเวลาเก็บ 15 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ	95
37.	ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ค่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8 : 1 ที่ระยะเวลาเก็บ 30 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ	98
38.	ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ค่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8 : 1 ที่ระยะเวลาเก็บ 45 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ	101
39.	ผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อคักยาง ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศ ต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกักเท่ากับ 45 นาที ภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการ การผลิตน้ำยางข้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 2.5 : 1	107
40.	ผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อคักยาง ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศ ต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที ภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิต น้ำยางข้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 8 : 1	109
41.	ผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อคักยาง ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศ ต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 15 นาที ภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิต น้ำยางข้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 4.5	111

ตารางที่	หน้า
42. ผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อดักยาง ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 30 นาที ภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 4.5	114
43. ผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อดักยาง ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที ภายใต้ค่าพีเอช ของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 4.5	117
44. การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ่อบักรวมน้ำเสียของกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น	133
45. การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ่อบักรวมน้ำเสียของกระบวนการผลิตยางสกิม	134
46. สรุปค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อดักยางของโรงงานน้ำยางชั้น	135
47. ช่วงเวลาของค่า BOD และค่าเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างของการเจือจาง	150
48. น้ำหนักและความเข้มข้นของน้ำยาเคมีที่ใช้กับขนาดของตัวอย่าง	154

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1 ขั้นตอนการผลิตน้ำยางข้นและจุดที่ทำให้เกิดน้ำเสียจากขั้นตอนการผลิต	5
2 ภาพหน้าตัดภายในของถังปั่นแยกน้ำยางรุ่น DRR 395 – 110 – 00	10
3 แสดงขั้นตอนการผลิตยางสกิม	12
4 รายละเอียดของถังลอยตะกอน	15
5 แสดงค่าศักย์ไฟฟ้าของสารชนิดหนึ่ง	16
6 แสดงแรงกระทำระหว่างอนุภาค	17
7 แสดงโพลีเมอร์จับยึดอนุภาคด้วยแขนโซ่คล้ายสะพานยึด	19
8 แบบและขนาดบ่อคักยางจำลอง	28
9 แบบจำลองของการใช้สารรวมตะกอน	28
10 แบบการทดลองใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม	29
11 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นในช่วงเวลาต่าง ๆ	33
12 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางสกิมในช่วงเวลาต่าง ๆ	35
13 ปริมาณน้ำเสียรวม	35
14 แสดงการใช้ส่วนผสมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมภายใต้ค่าพีเอช ต่าง ๆ	51
15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนผสมระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมภายใต้การปรับค่าพีเอช ต่าง ๆ	53
16 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร	56
17 แสดงการใช้สารละลายโพลีเมอร์ประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ	57
18 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.5	58
19 แสดงการใช้สารละลายโพลีเมอร์ประจุลบที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.5	59

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
20 แสดงการใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอช ต่าง ๆ	61
21 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช ต่าง ๆ	62
22 แสดงการใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.5	63
23 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดมลสารเมื่อใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น ต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.5	64
24 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช ต่าง ๆ	67
25 การใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช ต่าง ๆ	68
26 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายสารส้มที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.0	69
27 แสดงการใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.0	70
28 แสดงการใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอชต่าง ๆ	72
29 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ	73
30 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น ต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 7.5	74
31 แสดงการใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 7.5	75
32 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ	78
33 แสดงการใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ ลิตร ที่ค่าพีเอชต่าง ๆ เป็นสารรวมตะกอน	79

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
34 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายเฟอรัคคลอไรด์ที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.0	80
35 แสดงการใช้สารละลายเฟอรัคคลอไรด์ที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.0	81
36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชน้ำเสียของน้ำยางขึ้นกับอัตราส่วนผสมที่ได้พีเอช 4.5	84
37 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 2.5 : 1 เมื่อ HRT 15 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ	87
38 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 2.5 : 1 เมื่อ HRT 30 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ	89
39 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 2.5:1 ระยะเวลาพักเก็บ 30 นาที	90
40 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 2.5 : 1 เมื่อ HRT 45 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ	93
41 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 2.5:1 เมื่อ HRT 45 นาที	94
42 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8 : 1 เมื่อใช้ HRT 15 นาทีภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ	96
43 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการลดมลสาร โดยการทดลองใช้ Air Flotation ในบ่อดักยางตามเงื่อนไขต่าง ๆ ภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8 : 1 ที่ระยะเวลาพักเก็บ 30 นาที	99

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
44 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8: 1 เมื่อ HRT 30 นาที	100
45 กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อทดลองใช้ Air Flotation ในบ่อดักยางตามเงื่อนไขต่าง ๆ ภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8: 1 ที่ระยะเวลาพักเก็บ 45 นาที	102
46 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8: 1 เมื่อ HRT 45 นาที	103
47 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อดักยางภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ที่ระยะเวลาพักเก็บ 45 นาที ภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 2.5 : 1	108
48 กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อดักยางภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ระยะเวลาพักเก็บ 45 นาที ภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 8 : 1	110
49 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อดักยางภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ระยะเวลาพักเก็บ 15 นาทีภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 4.5	112
50 ประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่มีค่าพีเอช 4.5 ที่ระยะเวลาพักเก็บ 15 นาที	113
51 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อดักยางภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ระยะเวลาพักเก็บ 30 นาทีภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นผสมกับน้ำเสีย จากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 4.5	115

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
52	116
53	118
54	119

- 52 สัทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่มีค่าพีเอช 4.5 ที่ระยะเวลาักเก็บ 30 นาที
- 53 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการศึกษาใช้ Air Flotation
ในบ่อดักขางภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ระยะเวลาักเก็บ 45 นาที
ภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นผสมกับน้ำเสียจาก
กระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 4.5
- 54 ประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่มีค่าพีเอช 4.5 ที่ระยะเวลาักเก็บ
45 นาที

ตัวย่อและสัญลักษณ์

BOD₅ = (Biochemical Oxygen Demand) คือปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ชนิดที่ย่อยสลายได้ ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 20 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

COD = (Chemical Oxygen Demand) คือปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ในน้ำเสียให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยอาศัยหลักที่ว่า สารอินทรีย์เกือบทั้งหมด สามารถถูกออกซิไดส์โดยตัวเติมออกซิเจนอย่างแรงภายใต้สภาวะที่เป็นกรด

HRT = (Hydraulic Retention Time) คือระยะเวลาของน้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ในถังที่มีการไหลต่อเนื่อง โดยมีค่าเท่ากับ ปริมาตรของถัง / อัตราการไหลของน้ำ

g/l = gram per liter

m³/hr = Cubic meter per hour

mg/l = milligram per liter

NTU = Nephelometric Turbidity Units

pH = ค่าลอการิทึมของส่วนกลับของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนต่อสารละลาย 1 ลิตร

PZC = Point of Zero Charge คือจุดที่ค่าพีเอชของอนุภาคมีค่าศักย์ทางไฟฟ้าเป็นศูนย์

SS = (Suspended Solids) คือของแข็งแขวนลอยในน้ำ น้ำเสียหรือน้ำทิ้ง และสามารถกำจัดออกได้โดยการกรอง

°C = องศาเซลเซียส

% removal = ร้อยละการกำจัดมลสาร

ซีไอดี = ปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ในน้ำเสียให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยอาศัยหลักที่ว่าสารอินทรีย์เกือบทั้งหมด สามารถถูกออกซิไดส์โดยตัวเติมออกซิเจนอย่างแรงภายใต้สภาวะที่เป็นกรด

บีไอดี = ปริมาณของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ ภายใต้สภาวะที่อุณหภูมิ 20 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

ลบ.ม. = ลูกบาศก์เมตร

ลบ.ม./ชม. = ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

ลบ.ม./วัน = ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ลบ.ม./เครื่อง/วัน = ลูกบาศก์เมตรต่อเครื่องจักรหนึ่งเครื่องต่อวัน

ลบ.ม./คัน/วัน = ลูกบาศก์เมตรต่อคันรถดับเพลิงต่อวัน

มก./ล. = มิลลิกรัมต่อลิตร

() = ค่าที่เพิ่มขึ้น

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยเริ่มต้นอย่างจริงจังเมื่อราวต้นปี พ.ศ. 2500 ในระยะแรกรัฐบาลมุ่งเน้นส่งเสริมแต่เฉพาะการผลิตเพื่อทดแทนสินค้าการนำเข้า โดยมีอัตราภาษีขายตัวในภาคอุตสาหกรรมเฉลี่ยร้อยละ 11.20 ต่อปี ครึ่งหนึ่งของผลผลิตในสมัยนั้น ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหาร สิ่งทอ ผลิตภัณฑ์แปรรูปไม้ยางพารา เครื่องหนัง และอุปกรณ์การขนส่ง ซึ่งกล่าวได้ว่าการพัฒนาอุตสาหกรรมในทศวรรษ 2500 เป็นไปเพื่อตอบสนองความต้องการอุปโภค บริโภคภายในประเทศ และเป็นการลดปริมาณการส่งสินค้านำเข้าอย่างแท้จริง ผลจากการพัฒนาอุตสาหกรรมในสมัยนั้น ทำให้ประเทศไทยมีโรงงานเกิดขึ้นมากพอสมควร แต่ส่วนใหญ่เป็นโรงงานที่ก่อให้เกิดปัญหาการปล่อยของเสียประเภทอินทรีย์ธรรมชาติที่เกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบจากภาคเกษตรกรรม โดยเฉพาะภาคไม้ตัดดิบที่ใช้ส่วนใหญ่มาจากภาคเกษตรกรรม เช่น ยางพารา ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ

ในอดีตประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตและส่งออกยางพารามากเป็นอันดับ 3 ของโลกรองจากประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซียและในขณะเดียวกันประเทศไทยกลับต้องนำเข้าผลิตภัณฑ์ยางสำเร็จรูปจากต่างประเทศ ทำให้ประเทศไทยต้องเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าในแต่ละปีเป็นจำนวนหลายร้อยล้านบาท ด้วยเหตุผลนี้ตั้งแต่ปี 2529 เป็นต้นมา ประเทศไทยได้ให้การสนับสนุนให้มีการนำวัตถุดิบภาคการเกษตร ได้แก่ยางพาราแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยางสำเร็จรูป เพื่อก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มมากขึ้นและทำให้มีการกระจายอุตสาหกรรมออกสู่ภูมิภาค ทำให้ระดับราคายางพารามีเสถียรภาพตลอดจนพัฒนาคุณภาพยางให้มีคุณภาพดี (ศูนย์เศรษฐกิจอุตสาหกรรมภาคใต้, 2529)

ตั้งแต่ปี 2534 เป็นต้นมา ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางพาราเป็นอันดับหนึ่ง จากกลุ่มประเทศผู้ผลิตยางพาราที่สำคัญ ได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซีย อินเดีย และจีน และปี 2536 ประเทศไทยสามารถผลิตยางพาราได้ 1,685 ล้านตันโดยที่ร้อยละ 90.8 หรือ 1,530 ล้านตัน ส่งออกต่างประเทศในรูปวัตถุดิบที่อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ยางแท่ง น้ำยางข้น และยางเครฟ คิดเป็นมูลค่า 29,181 ล้านบาท (ธนาคารกรุงไทย จำกัด(มหาชน), 2538) แต่การนำเข้าผลิตภัณฑ์ยางสำเร็จรูปยังคงอยู่ในอัตราที่สูงเช่นกันโดยมีมูลค่าการนำเข้าทั้งสิ้น 4,149.40 ล้านบาท (กรมศุลกากรและศูนย์สถิติพาณิชย์, 2537)

ผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าประกอบด้วยยางล้อรถยนต์ชนิดต่าง ๆ สายพาน ท่อน้ำ สายยาง ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์และอนามัยและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ประเทศไทยผลิตและส่งออกไปยังต่างประเทศที่สำคัญในช่วงปี 2532-2536 ได้แก่ยางวง ยางในรถยนต์ ยางล้อดอก ยางรัคของ ถุงมือยาง ยางยืด ท่อและสายยาง เป็นต้น ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 มูลค่าผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปส่งออกแยกตามประเภทผลิตภัณฑ์ ปี พ.ศ. 2532-2536

ประเภทผลิตภัณฑ์	ปี พ.ศ.				
	2532	2533	2534	2535	2536
ยางวงล้อ	1,358.41	1,719.01	2,002.49	2,761.85	4,190.71*
ยางวงในรถยนต์ จักรยานยนต์	241.67	435.51	527.75	667.14	-
ยางล้อดอก	115.48	131.27	126.11	150.20	-849.55
ยางรัคของ	740.47	742.16	805.26	781.14	3,696.96
ถุงมือผ่าตัด	276.04	517.17	451.21	780.44	-
ถุงมืออื่น ๆ	1,673.52	1,645.11	1,550.58	2,006.06	-
ยางยืด	194.74	192.42	249.54	315.58	-
ท่อยาง สายยาง	206.54	222.20	210.81	249.33	-
สายพาน	56.08	103.73	176.25	126.43	2,686.86
อื่น ๆ	660.45	881.22	1,103.42	1,374.85	-
รวม	5,523.40	6,589.80	7,203.42	9,213.02	1,424.08

หมายเหตุ * ยางล้อยานพาหนะทุกชนิด

หน่วย : ล้านบาท

ที่มา : กรมศุลกากรและสถิติการพาณิชย์, 2537

จากรายได้ของมูลค่าผลิตภัณฑ์จากยางพาราที่ส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ที่มีมูลค่าหลายล้านบาท ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นผลิตจากน้ำยางข้นที่นำไปแปรเปลี่ยนสภาพโดยการผ่านกระบวนการผลิตและขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์เหล่านี้ขึ้นมาด้วย เหตุนี้ถ้ามีการผลิต ผลิตภัณฑ์จากยางพารามากขึ้น ก็ต้องใช้ปริมาณน้ำยางข้นมากขึ้นมาด้วย

จากข้อมูลทีกล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าอุตสาหกรรมการผลิตน้ำยางขึ้นเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญในการทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายล้านบาท และมีแนวโน้มการขยายตัวในด้านธุรกิจสูง เพราะภายในประเทศมีแหล่งวัตถุดิบเพียงพอ ประกอบกับรัฐบาลให้การสนับสนุนส่งเสริมการลงทุนด้านอุตสาหกรรมผลิตต่อเนื่อง ที่ใช้วัตถุดิบจากภาคเกษตรภายในประเทศ

จังหวัดที่มีความเหมาะสมแก่การลงทุนด้านอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางขึ้น โดยนักลงทุนและผู้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจจากปัจจัย ต่าง ๆ ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ทางด้านวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในการผลิต การคมนาคมที่สะดวก เช่น ท่าเรือเพื่อการนำเข้าและส่งออกสินค้าสารรูปโภคต่าง ๆ จากการพิจารณาความเหมาะสมในปัจจัยเหล่านี้จังหวัดสงขลาจัดได้ว่าเป็นจังหวัดที่มีความพร้อมมากและเป็นแหล่งรวมวัตถุดิบยางพาราที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย เนื่องจากจังหวัดสงขลามีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุดในภาคใต้ โดยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 1,650,000 ไร่ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 18.5 ของพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคใต้ (ศูนย์เศรษฐกิจอุตสาหกรรมภาคใต้ ,2529) และยังคงอยู่ใกล้จังหวัดอื่นที่มีพื้นที่ในการปลูกยางพาราเป็นจำนวนมาก เช่น พัทลุง สตูล นครศรีธรรมราช ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส เป็นต้นซึ่งในปี พ.ศ. 2537 จังหวัดสงขลามีโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางขึ้นจำนวน 12 โรงงาน ดังแสดงในตาราง 2

ตารางที่ 2 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางขึ้นในจังหวัดสงขลา

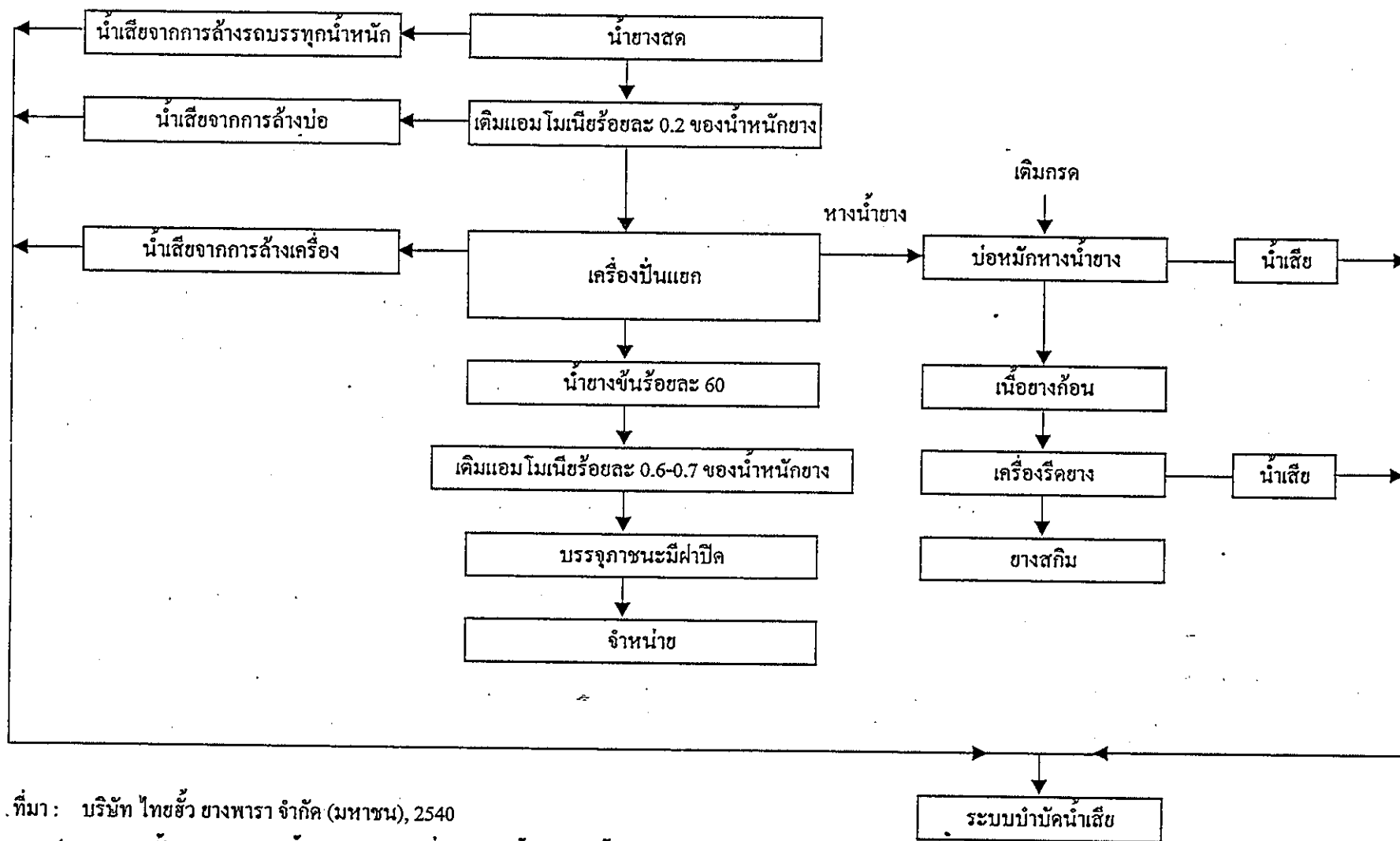
ลำดับ ที่	ชื่อโรงงาน/ที่ตั้ง	กำลังการผลิต (ตัน/วัน)	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./วัน)	ชนิดระบบบำบัด น้ำเสีย
1.	บริษัท พาราเท็กซ์ จำกัด 108 ถนนกาญจนวนิช หมู่ที่ 8 ต.พะตง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	48.00	220	Stabilization pond
2.	บริษัท จะนะน้ำยาง จำกัด 8/3 ถนนสงขลาปัตตานี หมู่ที่ 5 ต.บ้านนา อ.จะนะ จ.สงขลา	16.50	650	Stabilization pond
3.	บริษัท เอ็กซ์เซลริบเบอร์ จำกัด 124 หมู่ที่ 11 ต.บ้านพรุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	48.50	500	Stabilization pond
4.	บริษัท รีบเบอร์แลนค์โปรดักส์ จำกัด 109 ถนนกาญจนวนิช หมู่ที่ 8 ต.พะตง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	8.70	100	Stabilization pond

ตารางที่ 2 (ต่อ)

5.	บริษัท หาดใหญ่ตาเท็กซ์ จำกัด 103/1 ถนนกาญจนวนิช หมู่ที่ 7 ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา	8.40	200	Stabilization pond
6.	บริษัท คาลิรับเบอร์ลาเท็กซ์ จำกัด 201 ถนนเอเชีย หมู่ที่ 4 ต.ท่าช้าง อ.บางกล่ำ จ.สงขลา	8.00	270	Stabilization pond
7.	บริษัท ไทยฮั่วยวงพารา จำกัด 5 ถนนพัทลุงบางกล่ำ หมู่ที่ 10 ต.ท่าช้าง อ.บางกล่ำ จ.สงขลา	3.10	200	Stabilization pond
8.	บริษัท ทรัพย์มีลาเท็กซ์ จำกัด 47/1 ถนนคลองแงะนาทวี หมู่ที่ 5 ต.พังงา อ.สะเตา จ.สงขลา	25.00	120	Stabilization pond
9.	บริษัท ไชยพลาเท็กซ์ จำกัด 99/34 ถนนเอเชียสายใหม่ หมู่ที่ 10 ต.ท่าช้าง อ.บางกล่ำ จ.สงขลา	36.00	400	Stabilization pond
10.	บริษัท จดลองอุตสาหกรรมน้ำยางขึ้น จำกัด 75/1 ถนนจะนะหนองจิก หมู่ที่ 8 ต.บ้านนา อ.จะนะ จ.สงขลา	40.00	500	Stabilization pond
11.	บริษัท สะเตาอุตสาหกรรมยางพารา (1988) จำกัด 120/1 ถนนกาญจนวนิช หมู่ที่ 5 ต.สำนักแก้ว อ.สะเตา จ.สงขลา	48.00	250.	Stabilization pond
12.	บริษัท ถาวรอุตสาหกรรมยางพารา (1982) จำกัด ถนนกาญจนวนิช ต.สะเตา อ.สะเตา จ.สงขลา	80.00	300	Stabilization pond

ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา, 2537

โรงงานผลิตน้ำยางขึ้นทั้ง 12 โรงงาน ในจังหวัดสงขลาใช้ขั้นตอนการผลิตแบบปั้นหนีสุนัข
กลาง และมีจุดที่ทำให้เกิดน้ำเสียจากขั้นตอนการผลิตดังกล่าวประกอบ 1



ที่มา : บริษัท ไทยอ้อย ขางพารา จำกัด (มหาชน), 2540

ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการผลิตน้ำยางข้นและจุดที่ทำให้เกิดน้ำเสียจากขั้นตอนการผลิต

ปัญหาในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้นในจังหวัดสงขลา ได้แก่ ปัญหาที่คิราคาแพงแต่หากตั้งโรงงานผลิตน้ำยางข้นออกห่างไกลชุมชนก็จะทำให้เกิดปัญหาด้านความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้น โรงงานผลิตน้ำยางข้นในอดีตจึงตั้งอยู่ใกล้ชุมชน ประกอบกับสถานะปัจจุบันชุมชนมีการขยายตัวออกอย่างรวดเร็วจนทำให้โรงงานที่ตั้งอยู่ก่อนถูกรื้อเรียนจากชุมชน

ในด้านการก่อให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะต่อชุมชนนั้น ได้แก่ ปัญหาด้านน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตดังภาพประกอบ 1 และมีปัญหาด้านกลิ่นเหม็นจากระบบบำบัดน้ำเสียซึ่งโรงงานผลิตน้ำยางข้นส่วนใหญ่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียชนิด Stabilization Pond เกือบทั้งหมด และจากปัญหาราคาที่ดินที่มีราคาแพง จึงทำให้ผู้ประกอบการโรงงานที่มีอยู่เดิม ไม่สามารถจัดซื้อที่ดินที่ติดกับโรงงานเดิมเพื่อจะสร้างระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่มเติมได้ นอกจากนี้จะหาวิธีการ เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะมาใช้บำบัดน้ำเสียร่วมกับระบบที่มีอยู่เดิมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์มากที่สุดสำหรับการจัดการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากโรงงาน

เทคโนโลยีที่นำมาใช้บำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตน้ำยางข้นนั้น จะใช้บ่อดักยาง (Rubber Trap) เพื่อดักเนื้อยางก่อนการปล่อยน้ำเสียเข้าสู่ Stabilization Pond ที่เป็นระบบบำบัดน้ำเสียหลัก แต่เนื่องจากบ่อดักยางไม่สามารถดักเนื้อยางได้ทั้งหมด จึงควรจะมีการพัฒนาวิธีการบำบัดขั้นต้นให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิจัยถึงวิธีการบำบัดน้ำเสียขั้นต้น โดยวิธีการลอยตะกอน (Air Flotation) เพื่อแยกเนื้อยางออกจากน้ำเสียก่อนส่งเข้าสู่ Stabilization Pond เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะของน้ำยาง

น้ำยางเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ได้จากต้นยางพารา มีลักษณะเป็นของเหลว มีสีขาวหรือสีครีมคล้ายน้ำมันอยู่ในสถานะแขวนลอย มีความหนาแน่นระหว่าง 0.975 ถึง 0.980 กรัม/มิลลิลิตร ความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ 6.5 ถึง 7.0 ความหนืดไม่แน่นอน มีส่วนประกอบของอนุภาคที่มีรูปร่างเป็นเม็ดเล็ก ๆ แขวนลอยกระจัดกระจายอยู่ในของเหลว (Serum) มีความแปรปรวนในส่วนประกอบอย่างกว้างขวาง ความแปรปรวนของปริมาณสารต่าง ๆ ในน้ำยางขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น พันธุ์ยาง อายุยาง ฤดูกาลกรีดยาง และวิธีการกรีดยาง (ผลจิต บัวแก้ว , 2531)

ส่วนประกอบของน้ำยางสดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 ส่วนที่เป็นยาง (Dry Rubber Contents : DRC) เป็นส่วนของสารพวกไฮโดรคาร์บอนอันเป็นหน่วยของไอโซพรีน ที่เชื่อมต่อกันประมาณ 2,000-5,000 หน่วยต่อโมเลกุล

โครงสร้างรูปร่างของอนุภาคยางเป็นรูปร่างกลมหรือรูปลูกแพร์ขนาด 0.05-5 ไมครอน มีประจุไฟฟ้าที่ผิวเป็นลบ เคลื่อนที่แบบบราวเนียน (Brownian Movement) ไปมาตลอดเวลา โดยยางมีความยืดหยุ่นได้เนื่องจากโมเลกุลขนาดใหญ่แต่ละ โมเลกุลเป็นขดของสายโมเลกุลที่เกิดจากหน่วยย่อยไอโซพรีนต่อเนื่องกัน ยางชิ้นหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยขดของสายโมเลกุลที่พันกันอย่างยุ่งเหยิง สายโมเลกุลเหล่านี้มีสมบัติหักงอหรือยืดได้ (Flexible) การดึงหรือยืดชิ้นยางก็เท่ากับยืดสายโมเลกุลของยางให้คลายออก แต่เมื่อปล่อยคืนสายโมเลกุลยางก็จะพยายามหดตัวกลับมาขดอยู่ในสภาพเดิม (สุรศักดิ์ สุทธิสงค์; 2529)

ปริมาณเนื้อยางแห้งของน้ำยางธรรมชาติ ในสภาพน้ำยางสดไม่แน่นอน คือ ตั้งแต่ร้อยละ 25-34 ความแตกต่างระหว่างปริมาณสารที่เป็นของแข็งทั้งหมดกับปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดประมาณร้อยละ 3 แต่ถ้าป็นน้ำยางสดเป็นน้ำยางข้นแล้ว ความแตกต่างนี้จะลดลงเหลือประมาณร้อยละ 1-2 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและการปรับเครื่องปั่น หากนำเนื้อยางมาวิเคราะห์จะพบส่วนประกอบต่าง ๆ ในน้ำยางประกอบด้วยไฮโดรคาร์บอน น้ำโปรตีน และไขมัน ดังแสดงในตาราง 3 นอกจากนี้ยังมีโลหะธาตุบางอย่าง เช่น แมกนีเซียม โพแทสเซียม และทองแดงติดอยู่กับผิวประมาณร้อยละ 0.05 (สุรศักดิ์ สุทธิสงค์, 2529)

ตาราง 3 ส่วนประกอบของสารต่างๆ ในเนื้อยางพารา

ชนิดของสาร	ร้อยละ
เนื้อยางไฮโดรคาร์บอน	86
น้ำที่ติดในอนุภาค	10
สารโปรตีน	1
สารพวกไขมัน	3

ที่มา : บุญธรรม นิธิอุทัย และคณะ , 2534

1.2 ส่วนที่ไม่ใช่ยาง (Non Rubber Content) เป็นส่วนประกอบอื่น ๆ ทั้งหมดไม่ใช่ยาง ได้แก่

- คาร์โบไฮเดรต ส่วนใหญ่เป็นแอลเมธิลโดโนซิทอล (L-Methylinositol) ส่วนคาร์โบไฮเดรตอื่น ๆ เช่น กลูโคส ซูโครส ฟรุคโตส และกาแลคโตส มีอยู่จำนวนน้อย น้ำตาลเหล่านี้เมื่อถูก

ออกซิโคซ์โดยจุลินทรีย์จะเปลี่ยนสภาพเป็นกรดระเหยได้ (Volatile Fatty Acid) เช่น กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก และกรดโพรไพโอนิก

- โปรตีนและกรดอะมิโน ส่วนใหญ่เป็นแอลฟาโกลบูลิน (Alpha Globulin) และเฮวาลิน (Hevelin) สำหรับแอลฟาโกลบูลินเป็นโปรตีนที่มีสมบัติเป็น Surface-Active จะอยู่บนรอยต่อระหว่างน้ำ-อากาศ และน้ำมัน-น้ำได้ ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในกรดค่าง และเกลือ มี Isoelectric Point ที่พีเอชเท่ากับ 4.8 ซึ่งเป็นจุดที่ใกล้เคียงกับน้ำอย่างมาก ส่วนเฮวาลินจะอยู่ที่อนุภาคของเม็ดขางและละลายอยู่ในชั้นน้ำ มีค่า Isoelectric Point ที่พีเอชเท่ากับ 4.5 มีกำมะถันเป็นส่วนประกอบอยู่ร้อยละ 5 เมื่อน้ำขางเกิดการบูดเน่า โปรตีนส่วนหนึ่งละลายน้ำ ให้สารประกอบพวกไฮโครเจนซัลไฟด์และสารเมอร์แคปแทนซึ่งทำให้มีกลิ่นเหม็นได้

- องค์ประกอบอื่น ๆ มีพวก Free Nitrogenous Base เช่นเมธิลลามีน กรดอินทรีย์ กรดอินทรีย์ ฟอสเฟต และคาร์บอนเนต และมีไอออนของโลหะของโพแทสเซียม ส่วนใหญ่เป็นพวกแมกนีเซียม เหล็ก เกลือ และทองแดง นอกจากนี้มีไซยาไนด์ประมาณร้อยละ 0.25 ด้วย

คุณสมบัติและส่วนประกอบของน้ำขางสดโดยปริมาตร แสดงไว้ในตาราง 4

+

ตาราง 4 คุณสมบัติและส่วนประกอบของน้ำขางธรรมชาติ

ส่วนประกอบ	ร้อยละ
ของแข็งทั้งหมด	36
เนื้อขางแห้ง	33
โปรตีน	1-1.5
เรซิน	1-2.5
เถ้า	1
น้ำตาล	1
น้ำ (ในปริมาณที่รวมแล้วเป็นร้อยละ 100)	

ที่มา : ผลชิต บัวแก้ว , 2531

2. กระบวนการผลิตน้ำยางข้น

2.1 การทำให้ยางเข้มข้น

น้ำยางสดจากต้นยางพารา มีปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 25-45 มีส่วนของสารที่ไม่ใช่ยางประมาณร้อยละ 5 นอกจากนั้นจะเป็นน้ำส่วนใหญ่ ดังนั้นในการขนย้ายน้ำยางด้วยวิธีที่เหมาะสมและประหยัด คือ การทำให้น้ำยางมีความเข้มข้นเป็นร้อยละ 60 เนื้อยางแห้ง ซึ่งจะทำให้ผลผลิตมีคุณภาพสม่ำเสมอดีกว่าน้ำยางสด (วารสารณ์ ขจรไทยกุล , 2536)

2.2 การรักษาสภาพน้ำยางสด

น้ำยางสดที่ได้จากสวนยาง ถ้าไม่มีการเติมสารเคมีป้องกันน้ำยางจับตัว น้ำยางจะเสียสภาพคือเกิดการจับตัวภายในเวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงหลังจากกรีดยาง จึงจำเป็นต้องมีการเติมสารเคมีเพื่อรักษาสภาพ สารเคมีที่เติมจะใช้แอมโมเนียร่วมกับสารช่วยตัวอื่น ได้แก่ Zinc Oxide, Zinc Dithethyl Dithiocarbamate, Sodium Pentachlorophenate, Trtramethyl Thiuram Disulfide และ Boric Acid เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้จะช่วยป้องกันการเพิ่มจำนวนกรดไขมันระเหย ทำให้สามารถยืดระยะเวลาการเก็บน้ำยางให้นานขึ้น

2.3 การรวบรวมน้ำยางสด

น้ำยางสดเมื่อถึงโรงงานผลิตน้ำยางข้น จะผ่านการกรองด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช ลงสู่ถังรวมและนำตัวอย่างน้ำยางมาทดสอบหาปริมาณเนื้อยางแห้ง หากน้ำยางสดนั้นมีปริมาณเนื้อยางแห้งน้อยกว่าร้อยละ 25 จะไม่นำไปผลิตน้ำยางข้น แต่จะนำไปผลิตเป็นยางสติกม เมื่อทราบปริมาณเนื้อยางแห้งว่าเหมาะสมแล้ว จึงรีบผ่านแก๊สแอมโมเนียสู่น้ำยางเพื่อไม่ให้เนื้อยางจับตัวกัน หลังจากนั้นจะตรวจสอบปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง แล้วเติมสารเคมีเพื่อให้เกิดการตกตะกอนของแมกนีเซียมก่อนจะปล่อยทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้ตะกอนของแมกนีเซียมและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ตกตะกอน หลังจากนั้นจึงนำน้ำยางมาทดสอบหาจำนวนกรดไขมันระเหย ก่อนนำไปผลิตน้ำยางข้น

2.4 วิธีการผลิตน้ำยางข้น

หลักการสำคัญของวิธีการผลิตน้ำยางข้น โดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

- วิธีระเหยน้ำ น้ำยางข้นที่ได้มีความคงสภาพเป็นน้ำยางดีมาก จึงเหมาะสำหรับการที่จะต้องขนย้ายไปไกล ๆ และเหมาะกับการนำไปผลิตวัสดุคิบบสำเร็จรูปประเภทที่ต้องใส่พวกสารเพิ่ม (Filler) จำนวนมาก เช่นการผลิตกาว

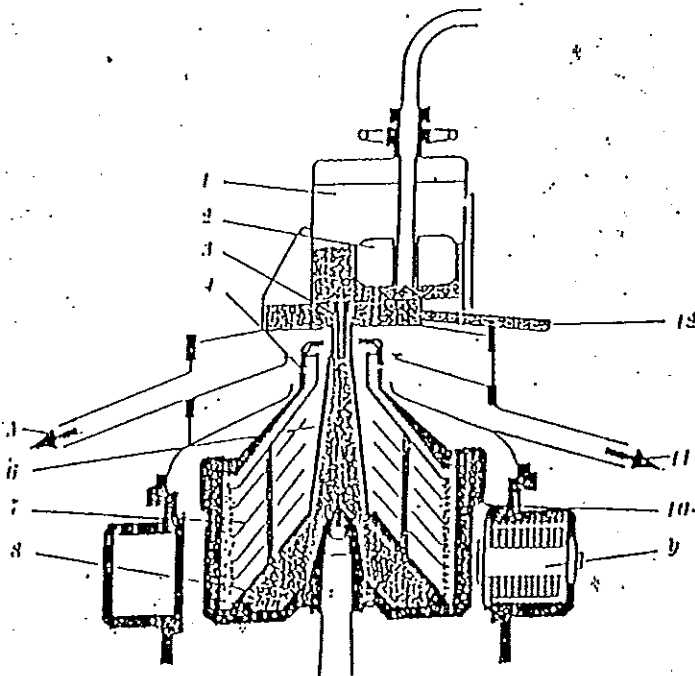
- วิธีการทำให้เกิดครีมโดยเติม Creaming Agent ต่าง ๆ เช่น Sodium Alginate, Locust Bean Gum เพื่อทำหน้าที่พอกหรือเคลือบผิวของอนุภาคยางให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และลอยขึ้นสู่ผิว

หน้าของยางได้เป็นวิธีที่ยุ่งยากและสิ้นเปลืองเวลา แต่สามารถให้น้ำยางชั้นที่บริสุทธิ์และมีโปรตีนน้อย

- วิธีการแยกด้วยไฟฟ้า อนุภาคของยางที่แขวนลอยในซีรัมต่างถูกห่อหุ้มด้วยคาร์บอกซิติกอิออนที่มีประจุลบ ดังนั้นจึงใช้ไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการแยกส่วนของเนื้อยางจากซีรัมได้ โดยจุ่มไฟฟ้าที่มีขั้วบวกลงในน้ำยางที่ได้เติมสารเคมีช่วยทำให้เนื้อยางคงตัวไว้แล้ว อนุภาคยางจะค่อย ๆ เคลื่อนไปรวมอยู่ทางขั้วบวกและลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้าของน้ำยางในที่สุด วิธีนี้เป็นวิธีที่ยุ่งยากและไม่ประหยัดจึงไม่เป็นวิธีที่นิยมกัน

- วิธีการปั่น เป็นวิธีการที่มีการใช้โดยทั่วไปอย่างกว้างขวางมากที่สุด เนื่องจากน้ำยางธรรมชาติเป็นสารละลายที่จัดอยู่ในรูปของคอลลอยด์ ที่ประกอบด้วยส่วนของอนุภาคยางแขวนลอยกระจัดกระจายอยู่ในซีรัม อนุภาคยางเหล่านี้ มีการเคลื่อนไหวแบบ Brownian และเนื่องจากอนุภาคยางเบากว่าซีรัม จึงมีแนวโน้มที่จะลอยตัวสู่ผิวหน้าของน้ำยาง อัตราการเคลื่อนของอนุภาคยางขึ้นอยู่กับแรงดึงดูดของโลก หากสามารถเพิ่มแรงดึงดูดได้ก็สามารถเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของอนุภาคยางได้ ดังนั้นการปั่น (Centrifuge) ซึ่งสามารถเพิ่มแรงดึงดูดได้เป็น 2,000-3,000 เท่าของแรงดึงดูดของโลก จึงสามารถเร่งการเคลื่อนที่ของอนุภาคยางได้ จากหลักการนี้จึงถูกนำมาพิจารณาสร้างเครื่องปั่นน้ำยางเพื่อผลิตน้ำยางชั้น โดยเครื่องปั่นแยกน้ำยาง ดังภาพประกอบ 2

1. ถังพักน้ำยางดิบ
2. ลูกกลอง
3. ท่อส่งน้ำยางดิบเข้าเครื่อง
4. ถังรับความเข้มข้นของน้ำยาง
5. ทางออกน้ำยางชั้น
6. ช่องรับน้ำยาง
7. ชุดจานแยก
8. ช่องกักตะกอนใต้ช่องรับน้ำยาง
9. เบรคแม่เหล็กไฟฟ้า
10. บริเวณที่ตะกอนเกาะข้างหม้อปั่น
11. ทางออกน้ำยางใส
12. ทางออกสำหรับน้ำยางข้น



ที่มา : บริษัท เซปาทেক เอ็นจิเนียริง เซอร์วิส จำกัด ,กรุงเทพฯ

ภาพประกอบ 2 ภาพหน้าตัดภายในของถังปั่นแยกน้ำยาง รุ่น DRR 395-110-00

หลักการการทำงานของเครื่องแยกน้ำยางนั้นต้องจ่ายน้ำยางจากที่สูงให้ไหลเข้าไปในถังพักน้ำยางดิบ โดยมีลูกลอยในถังพักน้ำยางเป็นตัวปรับระดับน้ำยางให้ไหลเข้าสู่ถังพักในปริมาณคงที่ ตามที่ได้ปรับความสูงต่ำของลูกลอยไว้ น้ำยางดิบจากถังพักจะผ่านท่อส่งน้ำยางเข้าไปในหม้อปั่นที่กำลังหมุนอยู่ และเข้าสู่ชุดงานแยกต่อไป จากนั้นน้ำยางจะถูกแยกออกตามน้ำหนัก ได้แก่ น้ำ และน้ำยางใส จะเลื่อนผ่านตัวปรับความเข้มข้นโดยความสั้นยาวของตัวปรับจะเป็นตัวกำหนดความเข้มข้นของน้ำยาง ทางน้ำยางจะออกไปตามทางออกน้ำยางใส ส่วนน้ำยางข้นจะลอยสูงขึ้นและไหลไปออกทางน้ำยางข้น

ในขณะเดียวกัน ตะกอนที่ถูกแยกจากน้ำยางบางส่วนจะตกค้างอยู่ใต้ช่องจ่ายน้ำยาง ส่วนหนึ่งและอีกส่วนที่เหลือจะถูกแยกออกไปค้างอยู่ข้างหม้อปั่น ในขณะที่เครื่องทำงานไปเรื่อย ๆ นั้น ตะกอนที่จะคั่งค้างมากขึ้นเรื่อย ๆ เช่นกัน ในที่สุดก็จะมากจนปิดช่องจ่ายน้ำยาง ดังนั้น น้ำยางที่ไหลเข้าเครื่องและยังไม่ได้รับการแยกจึงดันออกทางท่อสำหรับน้ำยางข้น เพื่อเป็นสัญญาณให้ทราบว่าจะถึงเวลาหยุดเครื่อง เพื่อทำความสะอาดเครื่องแยกน้ำยาง

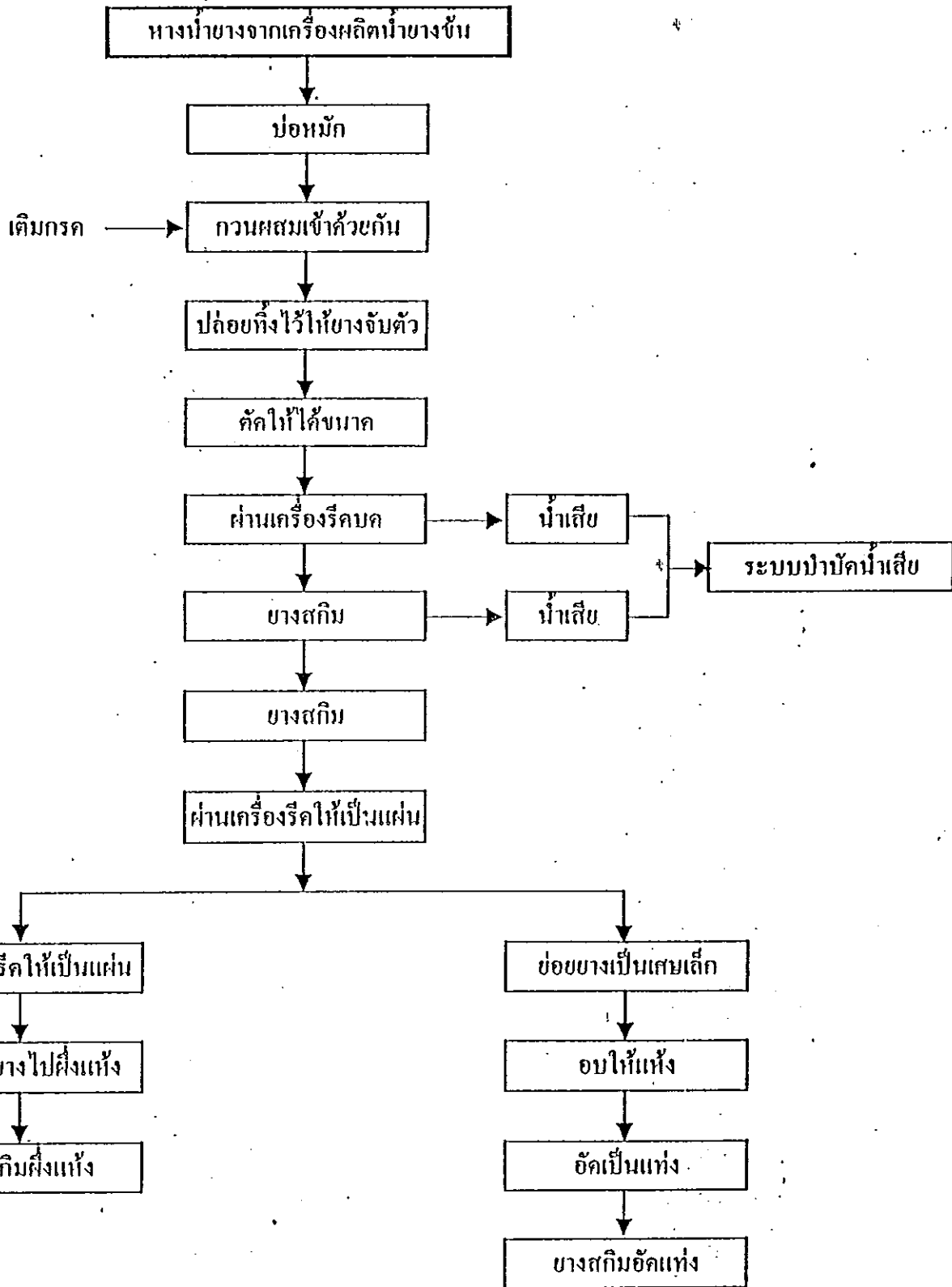
ระบบการหยุดเครื่องใช้เบรกแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่รอบหม้อปั่นเป็นตัวบังคับเพื่อหยุดเครื่อง ขณะเบรกทำงานจะมีสัญญาณไฟแสดงให้เห็น

2.5 การเก็บรวบรวมและรักษาสภาพของน้ำยางข้น

การเก็บน้ำยางข้นไว้ในโรงงาน เพื่อรอขนส่งต่อไปนั้นจะต้องเตรียมสารเคมีรักษาสภาพน้ำยางข้น ได้แก่ แอมโมเนีย หรือแอมโมเนียร่วมกับสารช่วยบางชนิดและมีการกวนน้ำยางข้นตลอดเวลา

3. กระบวนการผลิตยางสกิม

ยางสกิมเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น โดยการรวบรวมทางน้ำยางที่ถูกแยกออกจากน้ำยางสดด้วยเครื่องผลิตน้ำยางข้นเข้าสู่บ่อหมักยาง แล้วทำการเติมกรดซัลฟูริกเพื่อช่วยให้น้ำยางจับตัว แล้วปล่อยให้เนื้อยางที่จับตัวเป็นก้อนขึ้นบนผิวน้ำหลังจากนั้นจะตัดเนื้อยางขึ้นจากบ่อหมักยาง นำมารีไซเคิล และล้างทำความสะอาด ก็จะได้ยางสกิม ยางสกิมจะนำไปผึ่งแห้ง เรียกว่ายางสกิมผึ่งแห้ง ส่วนยางสกิมที่นำไปอบแห้งแล้วอัดเป็นแท่ง เรียกว่า ยางสกิมอัดแท่ง (Skim Block Rubber) ขั้นตอนการผลิตยางสกิมและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม แสดงไว้ในภาพประกอบ 3



ที่มา : บริษัท ไทยอ๊ว ขางหารา จำกัด (มหาชน), 2540
 ภาพประกอบ 3 แสดงขั้นตอนการผลิตขางตก

4. บ่อดักยาง (Rubber Trap)

บ่อดักยางเป็นบ่อหรือถังคอนกรีตมีแผ่นผนังกันเป็นช่อง ๆ ให้น้ำไหลวกไปวนมาลักษณะเป็นถึงกวนช้าแบบ Baffle Tank (เสริมพล รัตสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์,2525) สำหรับการดักตะกอนโดยให้น้ำไหลวกไปวนมาอย่างช้า ๆ เพื่อให้ตะกอนเล็ก ๆ จับตัวเป็นตะกอนใหญ่ลอยขึ้นหรือตกอยู่ในบ่อดัก บ่อดักยางมีอยู่ 2 แบบคือ

1. แบบที่น้ำไหลวกไปวนมาในแนวคี่ง (Over and Under Baffle Tank)
2. แบบที่น้ำไหลวกไปวนมาในแนวระดับ (Round thd End Baffle Tank)

5. การทำให้ตะกอนลอย (Flotation)

การทำให้ตะกอนลอยนี้ใช้แยกตะกอนออกจากน้ำเสียด้วยวิธีทำให้ตะกอนต่าง ๆ ในน้ำเสียนลอยขึ้นสู่บริเวณชั้นบนของผิวน้ำ เพื่อทำการกวาดตะกอนที่ลอยออกไป วิธีนี้นิยมใช้กับตะกอนประเภทที่ยากแก่การตกตะกอน เช่น พวกไขมันสัตว์ ตะกอนเบาต่าง ๆ เป็นต้น แต่ระบบนี้จะต้องใช้เครื่องมือกลและพลังงานมากกว่าวิธีตกตะกอน และอาจจำเป็นต้องเติมสารเคมีเข้าช่วยในการแยกตะกอนด้วย เช่น สารส้ม ปูนขาว เฟอร์ริคคลอไรด์ เป็นต้น (เกรียงศักดิ์ อุคมสิน โรจน์,2539)

การทำให้ตะกอนแขวนลอยมี 3 วิธี ดังนี้

1. การลอยตัวด้วยอากาศละลาย (Dissolved-Air-Flotation)
2. การลอยตัวด้วยอากาศ (Air Flotation)
3. การลอยตัวด้วยสูญญากาศ (Vacuum Flotation)

ในทางปฏิบัติ ระบบลอยตะกอน นิยมใช้เพื่อแยกตะกอนที่มีน้ำหนักเบา หรือตะกอนที่มีแนวโน้มจะลอยขึ้นมา ซึ่งถ้าใช้วิธีการตกตะกอน จะไม่สามารถกระทำได้ดีเท่าที่ต้องการ ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง โรงกลั่นน้ำมัน โรงงานผลิตน้ำมันพืช ซึ่งมีตะกอนที่มีน้ำหนักเบา โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราที่ใช้ยางสดเป็นวัตถุดิบในการผลิต เนื่องจากยางพารามีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำ จึงลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ถ้าอนุภาคมีขนาดเล็กจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำได้ช้าจึงต้องทำให้อนุภาครวมตัวกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้อนุภาคยางพาราลอยขึ้นสู่ผิวน้ำอย่างรวดเร็ว ดังนั้น จึงนิยมใช้ระบบลอยตะกอน ในการบำบัดน้ำเสียดังกล่าวเพื่อให้การแยกตะกอนมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังประหยัดพื้นที่ในการบำบัดน้ำเสียอีกด้วย

การนำระบบลอยตะกอนไปใช้ในทางปฏิบัติใช้ในขั้นตอนดังต่อไปนี้

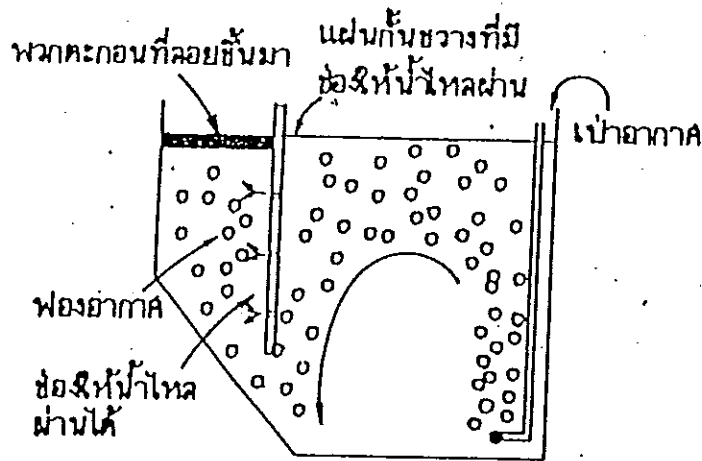
- 1.1 ใช้ทำหน้าที่เป็นระบบบำบัดก่อนขั้นต้น คือ ติดตั้งก่อนหน้าถังตกตะกอนถังแรก
 1. ใช้ทำหน้าที่เป็นระบบบำบัดขั้นต้น คือ ติดตั้งก่อนหน้าระบบบำบัดขั้นที่สอง

2. ใช้ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมขั้นต้น ก่อนที่น้ำจะไหลไปรวมกับน้ำเสียจากชุมชนเพื่อนำไปบำบัดต่อไป
3. ใช้ทำหน้าที่แยกตะกอนบางประเภทออกจากน้ำเสียซึ่งไม่สามารถแยกออกได้โดยวิธีอื่นๆ
4. ใช้ทำหน้าที่เพิ่มความเข้มข้นของตะกอนในระบบน้ำเสียขั้นที่สอง

ข้อดีของระบบลอยตะกอน

1. ไขมัน ตะกอนเบา และตะกอนหนักต่าง ๆ สามารถถูกแยกออกจากน้ำเสียได้โดยใช้ถังเพียงถังเดียว
2. ระบบนี้ต้องการพื้นที่ในการติดตั้งน้อย เพราะระบบนี้ค่าอัตราน้ำล้นสูงและมีเวลาเก็บกักต่ำ ซึ่งหมายถึงว่าใช้ถังที่มีขนาดเล็กและส่งผลให้ประหยัดค่าก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย
3. ระบบนี้ไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นรบกวน เพราะระยะเวลาการเก็บกักของน้ำเสียในถังลอยตะกอนมีระยะเวลาดสั้น และปริมาณออกซิเจนของน้ำเสียในถังลอยตะกอนจะมีมากเกินไป จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นรบกวน
4. ระบบนี้สามารถแยกตะกอนชนิดต่าง ๆ ออกจากน้ำเสียได้มากกว่าระบบตกตะกอน
5. พวกตะกอนต่าง ๆ ที่ถูกแยกออกจากน้ำบางชนิดสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อไปได้

วิธีการทำให้ตะกอนลอยที่จะกล่าวถึงในที่นี้ได้แก่ ระบบลอยตะกอน ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้หลักการเติมอากาศหรือเป่าอากาศลงในน้ำเสียโดยตรง ณ ความดันบรรยากาศ ในการเป่าอากาศจะทำให้เกิดฟองอากาศเพื่อนำพาตะกอนต่าง ๆ ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ และเป็นวิธีการที่ทำให้ง่าย ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่ำ ถ้าหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบในการแยกตะกอนเพื่อให้ตะกอนจับตัวลอยขึ้นสู่ผิวน้ำเร็วก็อาจใช้การเติมสารเคมีประเภทปูนขาว สารส้ม เฟอร์ริกคลอไรด์ และ โพลีเมอร์ เข้าช่วย (เกรียงศักดิ์ อุคมสิน โรจน์ , 2539) สำหรับรายละเอียดของถังลอยตะกอนดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 รายละเอียดของถังลอยตะกอน

6. การรวมตัวของตะกอน (Flocculation)

น้ำมีความขุ่นเนื่องจากมีอนุภาคเล็ก ๆ แขนงลอยอยู่ อนุภาคเล็ก ๆ เหล่านี้จะจมตัวลงในน้ำได้ช้า อนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะจมตัวได้เร็วกว่าอนุภาคขนาดเล็กหลายเท่าตัวความเร็วในการจมตัวของอนุภาคเป็นไปตาม Stoke's Law (Stokes, Sir G.E, 1891)

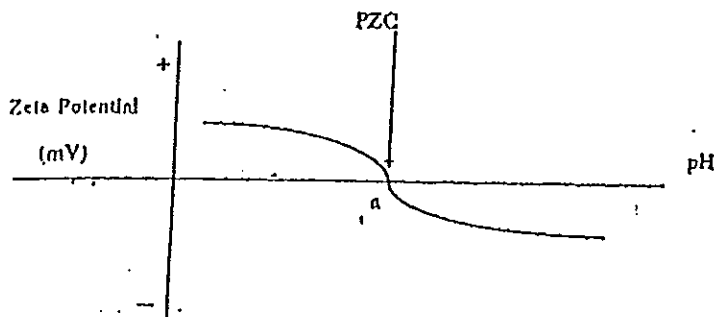
$$V_t = \frac{g(\rho_s - \rho)d}{18\mu}$$

เมื่อ	V_t	คือ	ความเร็วในการจมตัวของอนุภาค (เซนติเมตร/วินาที)
	g	คือ	ความเร่งของแรงดึงดูดของโลก (เซนติเมตร/วินาที ²)
	ρ_s	คือ	ความหนาแน่นของอนุภาค (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
	ρ	คือ	ความหนาแน่นของน้ำ (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
	μ	คือ	ความหนืดของน้ำ (กรัม/เซนติเมตร/วินาที)
	d	คือ	เส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาค (เซนติเมตร)

ความเร็วในการจมตัวของอนุภาคขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคและความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของอนุภาคกับน้ำ อนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะจมตัวได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่อนุภาคที่มีขนาดเล็กจะจมตัวได้อย่างช้า ๆ ดังนั้นในการกำจัดอนุภาคละเอียดที่แขวนลอยออกจากน้ำ ทำได้โดยทำให้อนุภาคเล็ก ๆ เกาะกันเป็นก้อนที่โตขึ้นเพื่อให้อนุภาคจมตัวลงได้เร็วขึ้น ทำให้ได้น้ำใสในระยะเวลาอันสั้น กระบวนการที่นำมาใช้เพื่อการนี้ เรียกว่า กระบวนการรวมตัวของตะกอนและกลุ่มของอนุภาคที่มาเกาะกันเรียกว่า ฟลอค (Floc)

6.1 คุณสมบัติของอนุภาคแขวนลอย

อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในน้ำจะมีชั้นของไอออนเคลือบอยู่รอบ ๆ ผิวของอนุภาค เรียกว่า Electrical Double Layer ถ้าหากอนุภาคนั้นมีไอออนบวกมากกว่าไอออนลบ อนุภาคนั้นจะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก ถ้ามีไอออนลบมากกว่าไอออนบวก อนุภาคนั้นก็จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ ค่าศักย์ไฟฟ้าที่ผิวของอนุภาคจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของไอออนบวกและไอออนลบ ที่ปะปนอยู่ในน้ำ (H^+ และ OH^-) หรือค่าพีเอชนั่นเองที่เป็นตัวเปลี่ยนแปลงค่าและเครื่องหมายของศักย์ไฟฟ้า ดังแสดงตัวอย่างในภาพประกอบ 5 ซึ่งแสดงค่าของศักย์ไฟฟ้าของสารชนิดหนึ่ง

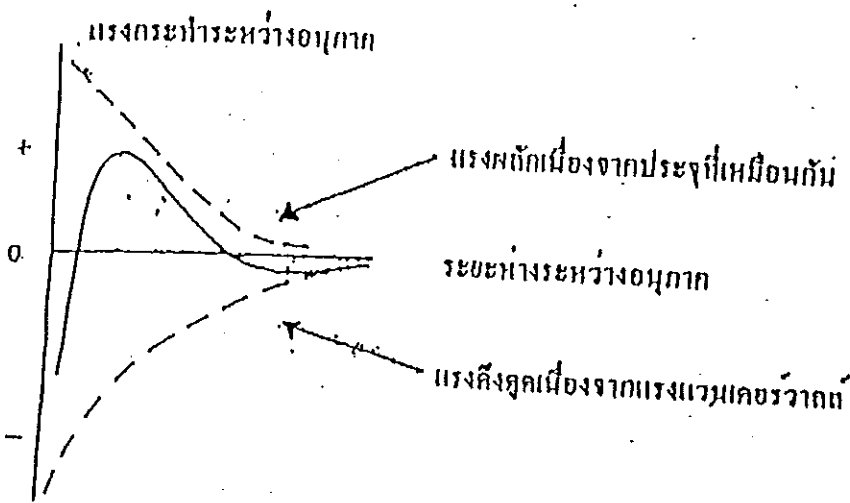


ภาพประกอบ 5 แสดงค่าศักย์ไฟฟ้าของสารชนิดหนึ่ง

ค่าพีเอช ที่ a อนุภาคมีศักย์ทางไฟฟ้าเป็นศูนย์เรียกว่า PZC (Point of Zero Charge) ที่พีเอชที่ต่ำกว่า PZC ผิวของสารมีค่าศักย์ไฟฟ้าเป็นบวกและจะมีค่าเป็นลบเมื่อค่าพีเอชสูงกว่า PZC

6.2 แรงระหว่างอนุภาคแขวนลอยในของเหลว

อนุภาคในน้ำตามธรรมชาติจะมีชั้นประจุไฟฟ้าอยู่รอบ ๆ ที่ผิวของอนุภาค (Electrical Double Layer) ทำให้มีแรงผลักทางไฟฟ้าสถิตย์ซึ่งกันและกัน ในขณะที่เดียวกันอนุภาคที่อยู่ใกล้กันจะมีแรงดึงดูดระหว่างกัน เรียกว่า แรงแวนเดอร์วาลส์ เมื่ออนุภาคเข้าใกล้กันมากขึ้นทั้งแรงผลักและแรงดูดจะเพิ่มขึ้น ดังนั้น โอกาสที่อนุภาคจะจับติดกันหรือผลัดออกจากกันจึงขึ้นอยู่กับว่าแรงดูดหรือแรงผลักอย่างไหนจะมากกว่ากัน (ดูภาพประกอบ 6) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในเรื่องนี้ ได้แก่ ทฤษฎี DLVO ที่ย่อมาจากผู้เสนอ 4 คน คือ Deraguin, Landau, Verwey และ Overbeek (Deraguin, B.V. and Landau, L.D., 1941 and Verwey, E.J.W. and Overbeek, J.Th.G. 1948)



ภาพประกอบ 6 แสดงแรงกระทำระหว่างอนุภาค

แรงกระทำระหว่างอนุภาคที่สำคัญมี 2 แรง คือ แรงผลักระหว่างประจุที่เหมือนกันและแรงดึงดูดระหว่างแรงแวนเดอร์วาลส์

6.3 กลศาสตร์ในการรวมตัวของตะกอน

การรวมตัวของตะกอนเกิดขึ้นได้จากการที่อนุภาควิ่งชนกันแล้วเกาะติดกันเนื่องจากมีแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคมากกว่าแรงผลักระหว่างประจุไฟฟ้าที่รอบ ๆ ผิวอนุภาค (ทิษณู บุญนวล และ ก้องสกุล หนูวารี, 2536) วิธีทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนมีหลายวิธีดังนี้

6.3.1 ปรับสภาพ พีเอชของน้ำให้ได้ค่าที่เอชที่อนุภาคมีศักย์ทางไฟฟ้าที่ผิวที่น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย (Point of Zero Charge-PZC) เพื่อลดแรงผลักระหว่างอนุภาค อนุภาคจึงถูกดูดเข้าใกล้และเกาะติดกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ในที่สุด

6.3.2 กรณีที่มีอนุภาคต่างชนิดกันและมีค่าพีเอชที่สัมพันธ์กับ PZC ต่างกัน การปรับพีเอชให้อยู่ในช่วงกลาง ๆ จะทำให้อนุภาคต่างชนิดกันนั้นมีประจุต่างกันและเกาะกันเป็นฟล็อกได้

6.3.3 ลดความหนาชั้นประจุ (Electrical Double Layer Compression) เป็นการทำให้ความหนาของชั้นประจุบางลงหรือยุบหายไป มีผลทำให้ศักย์ทางไฟฟ้าลดลงและแรงผลักระหว่างอนุภาคลดลงด้วย ทั้งนี้ทำได้โดยการเติมเกลือของโลหะลงไป เช่น ปูนขาว (Ca^{2+}) สารส้ม (Al^{3+}) (Depaquin and Landau, 1941 and Verwey and Overbeek, 1948)

6.3.4 เติมสารสร้างตะกอนประเภทโพลีเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (มากกว่า 10 ล้านโมเลกุล) เพื่อให้แขนของสารโพลีเมอร์ไปจับยึดอนุภาคหลาย ๆ อนุภาคจึงมารวมกันเป็นฟล็อก

7. สารสร้างตะกอน (Coagulants)

สารสร้างตะกอนเป็นสารเคมีที่ใช้ผสมกับน้ำเสียที่มีตะกอนแขวนลอยเล็ก ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้เกิดการเกาะกันระหว่างตะกอนแขวนลอยเล็ก ๆ กับสารสร้างตะกอนจนได้ตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น สารสร้างตะกอนที่นิยมใช้กัน ได้แก่ สารส้ม ปูนขาวเกลือของเหล็ก สารโพลิเมอร์ (เกรียงศักดิ์ อุคมสิน โรจน์, 2539) โดยมีรายละเอียดของสารสร้างตะกอนชนิดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

7.1 สารส้ม (Alum)

สารส้มเป็นสารสร้างตะกอนที่นิยมใช้กันมากที่สุด มีสูตรเคมี คือ $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$ มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 666.7 จะมีทั้งที่อยู่ในสภาพเป็นก้อนเป็นผงและเป็นของเหลว เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อปฏิกิริยาระหว่างสารส้มกับสิ่งต่าง ๆ ในน้ำ ของแข็งในน้ำจะตกตะกอนได้ดีในช่วง พีเอช 4.4-6.0 (กรรณการ์ สิริสิงห์, 2536)

7.2 ปูนขาว (Lime)

การใช้ปูนขาวในการสร้างตะกอน จะทำให้ของแข็งในน้ำตกตะกอนได้ดีในน้ำเสียที่มีค่าพีเอชสูง เมื่อผสมปูนขาวกับน้ำปูนขาวจะทำปฏิกิริยากับความกระด้าง และฟอสเฟตในน้ำเสียเกิดเป็นตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต มีลักษณะคล้ายวุ้น สามารถจับคอลลอยด์และของแข็งในน้ำให้ตกตะกอนได้ง่าย (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดปัตตานี, 2525)

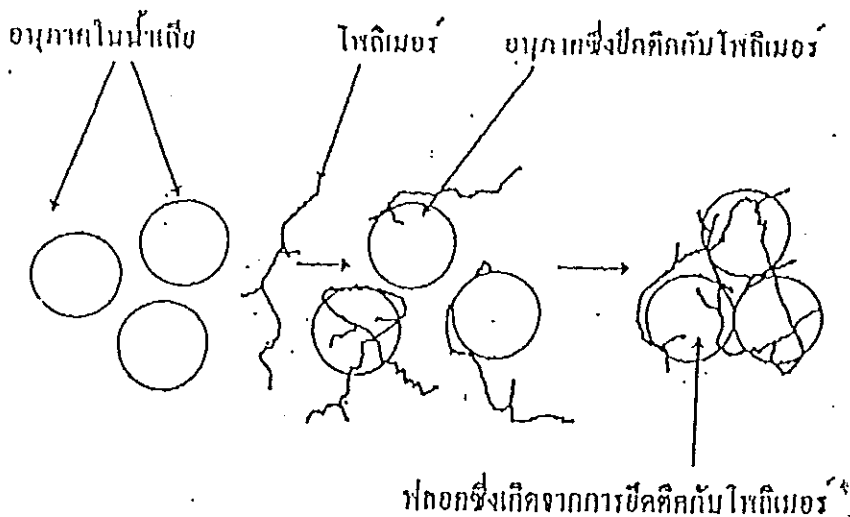
7.3 เฟอริกคลอไรด์ (Ferric Chloride, $FeCl_3$)

เฟอริกคลอไรด์ มีอยู่ 3 รูปแบบ คือ ของแข็งไม่มีน้ำ เป็นผลึกมีน้ำ และของเหลวมีฤทธิ์กัดกร่อนถ้ามีความเข้มข้นอยู่ด้วย การเกิดปฏิกิริยาในกระบวนการรวมตะกอนคล้ายกับสารส้ม โดยจะทำปฏิกิริยากับความกระด้างในน้ำเสียเกิดเป็นตะกอนของไฮดรอกไซด์ (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดปัตตานี, 2536) โดยทั่วไปเฟอริกคลอไรด์จะมีประสิทธิภาพดีในน้ำที่มีพีเอชต่ำ และสามารถใช้ได้ในช่วงพีเอชต่ำ และสามารถใช้ได้ในช่วงพีเอชที่กว้างตั้งแต่ 4-11 (กรรณการ์ สิริสิงห์, 2525)

7.4 สารโพลิเมอร์ (Polymer)

โพลิเมอร์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีน้ำหนักโมเลกุลสูง (มากกว่า 10 ล้านโมเลกุล) มีลักษณะเป็นโซ่ยาว อาจมีกิ่งก้านสาขาบ้างแล้วแต่ชนิดของโพลิเมอร์ โพลิเมอร์จะจับยึดอนุภาคหลายอนุภาคเข้าด้วยกัน ด้วยแขนโซ่ที่ยาวนั้นคล้าย ๆ กับสะพานยึด (Smillie, R.H. and La Mer, 1985) (ดูภาพประกอบ 7) ทำให้เกิดฟลอคเกาะกันอย่างหลวม ๆ ด้วยโครงสร้างสามมิติ (Ruerwin and Ward, 1952) โดยไม่ต้องคำนึงว่าอนุภาคมีแรงผลักดันระหว่างประจุมากน้อยเพียงใด นอกจากนั้นการยึดของกลุ่มอนุภาคค่อนข้างแข็งแรง ยากที่จะแตกหลุดเนื่องจากการถ่ายเทหรือชนส่งผ่านท่อ นอกจากบางอนุภาคที่จับยึดกันอย่างหลวม ๆ ในส่วนนอกของกลุ่มอนุภาคเท่านั้น การเกิดฟลอคโดยการใส่สารโพลิเมอร์นั้นจะได้ฟลอคที่โตขึ้นอย่างรวดเร็ว ในระหว่างการกวน

(Ray and Hogg,1987) โดยไม่ต้องคำนึงว่าอนุภาคมีแรงผลักดันระหว่างประจุมากน้อยเพียงใด นอกจากนั้นการจับยึดของกลุ่มอนุภาคค่อนข้างแข็งแรง ยากที่จะแตกหลุดเนื่องจากการถ่ายเทหรือขนส่งผ่านท่อ นอกจากบางอนุภาคที่จับยึดกันอย่างหลวม ๆ ในส่วนนอกของกลุ่มอนุภาคเท่านั้น การเกิดฟลอคโดยการใส่สาร โพลีเมอร์นั้นจะได้ฟลอคที่โตขึ้นอย่างรวดเร็ว ในระหว่างกวน (Ray and Hogg,1987) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณ โพลีเมอร์ที่จับกันฟลอคขนาดใหญ่จะมีน้อยกว่าฟลอคขนาดเล็ก การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของขนาดฟลอคจะลดโอกาสในการจับ โพลีเมอร์กับผิวของฟลอค เพราะฟลอคที่โตขึ้นทำให้พื้นที่ผิวลดลง (Ray , 1985) และอัตราการจับตัวและขนาดของฟลอคจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายโพลีเมอร์ ที่ใช้ในกระบวนการรวมตะกอน (Hogg et al , 1993 and Gregory and Xing , 1992)



ภาพประกอบ 7 แสดงโพลีเมอร์จับยึดอนุภาคด้วยแขนโซ่คล้ายสะพานยึด

โพลีเมอร์มี 3 ชนิด แบ่งตามประจุ ดังนี้

- ประเภทไร้ประจุ (Nonionic Polymer)
- ประเภทมีประจุเป็นลบ (Anionic Polymer)
- ประเภทมีประจุเป็นบวก (Cationic Polymer)

โพลิเมอร์ชนิดไร้ประจุจะเกาะกับอนุภาคได้ด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bond) ใช้ได้กับทั้งอนุภาคที่มีประจุบวกและประจุลบ ส่วนโพลิเมอร์ชนิดประจุลบและประจุบวกจะใช้ได้ดีกับอนุภาคที่มีประจุตรงกันข้าม

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบลอยตัวของตะกอน (Dissolved Air Flotation) และประสิทธิภาพของการใช้สารรวมตะกอนในการบำบัดน้ำเสีย มีดังนี้

โกทาสและแฮนเซน (Gotass and Hansen, 1943) ศึกษาการกำจัดสารแขวนลอยและสารคอลลอยด์ในน้ำเสียโดยใช้สารสร้างฟองและการให้อากาศโดยใช้สารสร้างฟอง 60-80 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถกำจัดสารแขวนลอยและคอลลอยด์ได้เกือบหมด ระยะเวลาในการกักเก็บเพื่อให้ได้น้ำใสใช้เวลา 15 นาที

จามิล (Jamil, 1991) ได้ทำการทดลองเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ Dissolved Air Flotation ในระดับห้องปฏิบัติการและระดับโรงงานของโรงงานฆ่าสัตว์ประเภทหมูและวัว โดยมีการเติมสารรวมตะกอนเพื่อช่วยในการกำจัดของแข็งแขวนลอยน้ำมันและไขมัน และสาหร่ายออกจากน้ำเสีย โดยเปรียบเทียบกับระบบ Dissolved Air Flotation ที่ไม่ใช้สารละลายตะกอน ผลการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสำหรับระบบ Dissolved Air Flotation ที่ใช้สารรวมตะกอนมีค่าร้อยละ 70-85

มอร์ไซชิ (Morzychi, 1966) ได้รายงานไว้ว่าน้ำเสียที่ประกอบด้วยยาง สามารถทำให้บริสุทธิ์ได้โดยวิธีการรวมตัวของตะกอน โดยใช้สาร CaCl_2 , MgSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 และได้ทำการทดสอบพบว่าสารส้มและเฟอร์ริกคลอไรด์สามารถลดค่า BOD ได้ถึง ร้อยละ 84-87

รูสเทน, ไบเก้โบรค และ โทริวอดเซน (Rusten, B., Eikebrokk, B. and Thorewaldsen, G. 1990) ได้ทำการทดสอบน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารโดยวิธี Jar-Test เพื่อหาประสิทธิภาพการกำจัดมลสารสูงสุด ชนิดและปริมาณการใช้ของสารรวมตะกอนพร้อมทั้งการออกแบบระบบให้เหมาะสม จากการทดสอบพบว่า ถ้าเติมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ 0.10-0.15 มิลลิกรัม/มิลลิกรัม COD หรือสารละลายอลูมิเนียมซัลเฟต 0.20 มิลลิกรัม/มิลลิกรัม COD ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 67-90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของน้ำเสีย

อึ้ง, ก้อซ และเทย์ (Ng, W.J., Goh, A.C.C. and Tay, J.H., 1988) ได้ศึกษาระบบ Dissolved Air Flotation ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยใช้แยกของแข็ง - ของเหลวในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานน้ำมันปาล์ม พบว่าตัวแปรที่สำคัญในการดำเนินการของระบบนี้ คือ ประสิทธิภาพของถังความดัน อัตราการรับภาระความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยอัตราส่วนของอากาศกับตะกอนของแข็ง

แขวนลอย และความต้องการของสารรวมตะกอนทั้งนี้ประสิทธิภาพการกำจัดความสกปรกของระบบขึ้นกับส่วนประกอบในน้ำเสีย

โออุกิ (Ouki, H., 1991) ได้ศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือน โดยใช้เทคโนโลยีโพลีเมอร์ พบว่า เฟอริกคลอไรด์ 40 มิลลิกรัม/ลิตร Cat-Floc-Cl 10 มิลลิกรัม/ลิตร และ R-300 1 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถลดค่า COD, SS, Total Phosphate ได้ร้อยละ 71, 65 และ 78 ตามลำดับ ทั้งนี้ประสิทธิภาพของการกำจัดของเสียขึ้นอยู่กับอัตราเร็วในการไหลของน้ำและลักษณะของน้ำที่ใช้บำบัด

แอลแลน และเจมส์ (Allan and James, 1968) ได้ศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ประเภทหมู โดยเป็นน้ำเสียจากขั้นตอนการฆ่าและการทำความสะอาด น้ำเสียถูกเก็บที่บ่อพักก่อนถูกปั๊มไปยังระบบ Dissolved Air Flotation เพื่อกำจัดไขมันและบีโอดี ผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดไขมันและบีโอดีของระบบบำบัดมีค่าสูงถึงร้อยละ 89 และ 58 สำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไขมันและบีโอดีสูงแต่ถ้าใช้น้ำเสียที่มีความเข้มข้นของไขมันและบีโอดีต่ำ ประสิทธิภาพการกำจัดจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 47 และ 15 ตามลำดับ

โฮ และทาน (Ho, C.C. and Tan, Y.K., 1989) ได้ศึกษาระบบการตกตะกอนทางเคมีโดยใช้สารละลายเกลืออลูมิเนียมและสารโพลีเมอร์ และระบบ Dissolved Air Flotation โดยประยุกต์ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบหมัก ให้อยู่สลายโดยไม่ใช้ออกซิเจนกับน้ำเสียจากโรงงานน้ำมันปาล์ม พบว่าระบบ Dissolved Air Flotation มีประสิทธิภาพการกำจัดความสกปรกสูงกว่าระบบการตกตะกอนทางเคมีและถ้าใช้ทั้งสองระบบ ประสิทธิภาพการกำจัดจะเพิ่มขึ้น

ไฮเก้, เทย์ และคาสี (Heike, Tay and Qazi, 1980) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารเฟอริกคลอไรด์และโพลีเมอร์ที่ใส่ในถังตกตะกอนในการบำบัดน้ำเสีย จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย เห็นว่าประสิทธิภาพในการกำจัดค่าบีโอดี ฟอสเฟตและปริมาณสารแขวนลอยขึ้นอยู่กับอัตราการไหล ซึ่งถ้าอัตราการเข้าเร็วประสิทธิภาพการบำบัดจะลดลง ผลจากการศึกษาพบว่า ค่าระยะเวลาในการผสมสารเฟอริกคลอไรด์และโพลีเมอร์ควรมากกว่า 30 วินาที ระยะเวลาในการกักเก็บควรมากกว่า 10 นาที ปริมาณน้ำล้นควรจะน้อยกว่า 1.2 ลิตร/ตารางเมตร/นาที

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะและปริมาณของน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น โดยศึกษาทั้งน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม
2. เพื่อศึกษาผลของการประยุกต์ใช้เทคนิคการลอยตะกอนในระบบบ่อดักยาง สำหรับวิธีการบำบัดก่อนขั้นต้น เพื่อมุ่งลดปริมาณสารอินทรีย์ ตะกอนแขวนลอยและซัลเฟตของน้ำเสียจากโรงงานผลิต

น้ำยางข้น โดยใช้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตทั้งสองส่วนให้เกิดประโยชน์ต่อการบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งการเก็บเกี่ยวเนื้อเยื่อจากน้ำเสียเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ใหม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์และความสกปรกในน้ำเสียก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่เดิม เพื่อลดภาระปริมาณสารอินทรีย์ที่ต้องปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียหลัก
2. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดที่มีอยู่เดิม เพื่อผู้ประกอบการโรงงานสามารถขยายกำลังการผลิตน้ำยางข้น ในบริเวณพื้นที่เดิมและใช้ระบบบำบัดน้ำเสียเดิมในการบำบัดน้ำเสียให้เป็นไปตามที่กฎหมายระบุไว้
3. สามารถนำเนื้อเยื่อที่เกิดจากการลอยตะกอนขึ้นมาใช้ใหม่ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดการลงทุนการบำบัดน้ำเสีย ให้มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งในการจัดการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาวิจัยน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียที่เกิดจากบ่อหมักยางสดคุณภาพประกอบที่ 1 ที่กล่าวมาแล้ว
2. ศึกษาลักษณะและปริมาณของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น และน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสด ซึ่งมักเป็นกระบวนการผลิตที่โรงงานผลิตน้ำยางข้นได้ดำเนินการควบคู่กัน ลักษณะของน้ำเสียทั้ง 2 แหล่ง จะทำการศึกษาในพารามิเตอร์ต่อไปนี้ คือ
 1. พีเอช (pH)
 2. อุณหภูมิ (Temperature)
 3. บีโอดี (BOD₅)
 4. ซีโอดี (COD)
 5. ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids)
 6. ซัลเฟต (Sulphate)
 7. ความขุ่น (Turbidity)

โดยเลือกสถานที่ศึกษาจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้นของบริษัทไทยฮั้วยางพาราจำกัด (มหาชน) ตั้งอยู่เลขที่ 5 ถนนสายเอเชีย (หาดใหญ่ - พัทลุง) หมู่ที่ 10 ตำบลท่าช้าง อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

3. ศึกษาประเภทและความเข้มข้นของสารเคมีที่เหมาะสม ที่ก่อให้เกิดการรวมตัวของตะกอนของน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้น รวมทั้งการประยุกต์ใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมที่มีลักษณะเป็นกรด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ สารแขวนลอยและซัลเฟตด้วยวิธีการรวมตัวตะกอนโดยใช้ Jar Test
4. ศึกษาวิธีการลอยตะกอนในระบบปอดค่างในห้องปฏิบัติการ ภายใต้วแปรทางวิศวกรรมเพื่อการออกแบบทั่วไปของระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น ปริมาณสารเคมี ระยะเวลาการกักเก็บน้ำเสียในระบบบำบัด (HRT) เป็นต้น

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ในการวิจัยประกอบด้วย น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง สารสร้างตะกอนและสารเคมีที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างน้ำ

1. น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาเป็นน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้นของบริษัท ไทยฮิว ยางพารา จำกัด (มหาชน) ตั้งอยู่เลขที่ 5 ถนนสายเอเชีย (หาดใหญ่-พัทลุง) หมู่ที่ 10 ตำบลท่าช้าง อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา โดยใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตดังต่อไปนี้

1.1 น้ำเสียกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น เกิดจากการใช้น้ำล้างทำความสะอาดเครื่องผลิตน้ำยางชั้น อุปกรณ์ต่าง ๆ และทำความสะอาดบริเวณที่ที่พนักงานปฏิบัติงานในการผลิตผลิตน้ำยางชั้น เรียกว่า น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น

1.2 น้ำเสียกระบวนการผลิตยางสกิม คือ น้ำเสียที่เกิดจากบ่อหมักหางน้ำยางเพื่อทำให้เนื้อยางจับตัวกันและดึงเนื้อยางออกจากบ่อหมักยาง ซึ่งจะเหลือแต่น้ำในบ่อหมักที่จะถูกระบายทิ้งเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียเรียกว่า น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม

1.3 น้ำเสียในบ่อรวมน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางชั้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมไหลไปผสมกันอยู่ภายในบ่อคักยาง เรียกว่า น้ำเสียรวม

2. สารสร้างตะกอน

สารสร้างตะกอนเป็นสารเคมีที่ใช้สำหรับสร้างตะกอนในน้ำในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้สารสร้างตะกอน 4 ชนิด คือ

2.1 สารส้ม (Alum)

2.2 ปูนขาว (Lime)

2.3 เฟอริกคลอไรด์ (Ferric Chloride)

2.4 โพลีเมอร์ (Polymer) ที่มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด ได้แก่

2.4.1 โพลีเมอร์ประเภทที่ประจุเป็นลบ (Anionic Polymer)

2.4.2 โพลีเมอร์ประเภทที่ประจุเป็นบวก (Cationic Polymer)

ทั้งนี้สารเคมีที่ใช้ในการทดลองเตรียมไว้ที่ความเข้มข้น 5 กรัม/ลิตร ปูนขาวและเฟอร์ริกคลอไรด์ เตรียมไว้ที่ความเข้มข้น 1 กรัม/ลิตร โพลีเมอร์ประจุบวกเตรียมไว้ที่ความเข้มข้น 0.4 กรัม/ลิตร และโพลีเมอร์ประจุลบที่ความเข้มข้น 0.2 กรัม/ลิตร โดยเก็บสารสร้างตะกอนต่าง ๆ เหล่านี้ไว้ภายในขวดแก้วที่มีฝาปิดมิดชิดที่อุณหภูมิห้อง

3. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเป็นสารเคมีระดับคุณภาพที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ แสดงไว้ในภาคผนวก

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับใช้เป็นแบบจำลองเพื่อการทดลองปฏิบัติการ อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำรวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี มีรายละเอียดดังนี้

1. อุปกรณ์สำหรับใช้เป็นแบบจำลองในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์สำหรับใช้เป็นแบบจำลองระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้นประกอบด้วย ถังพักน้ำเสียขนาด 50 ลิตร จำนวน 2 ถัง บั๊มน้ำที่สามารถปรับการควบคุมอัตราไหลของน้ำได้สูงสุด 9 ลิตร/นาที่ เพื่อสูบน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นเข้าถังผสมน้ำเสียจำลอง และบั๊มน้ำที่สามารถปรับการควบคุมอัตราไหลของน้ำได้สูงสุด 6 ลิตร/นาที่ เพื่อสูบน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเข้าถังผสมน้ำเสียจำลองและถังผสมน้ำเสียขนาด 2 ลิตร มีมอเตอร์จับใบพัดกวนผสมขนาดความเร็ว 100-120 รอบ/นาที่ ระบบบ่อดักยางจำลอง ขนาด 25x30x100 ลูกบาศก์เซนติเมตร บั๊มอัดอากาศขนาด 30 ลิตร/นาที่ และหัวกระจายลมแบบแท่นสี่เหลี่ยม เพื่อกระจายอากาศเข้าภายในระบบบ่อดักยางจำลอง ดังแสดงขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองในภาพประกอบ 8 และ 9

2. อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

- เครื่องวัดอัตราไหลของน้ำเสีย
- ขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร
- ถังแกว่งขนาด 20 ลิตร
- ถังน้ำแข็งสำหรับแช่ตัวอย่างน้ำเสีย
- ถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียทางเคมีในห้องปฏิบัติการ

- เครื่องวัดพีเอช (pH-meter) รุ่น HI 8314 HANNA, Japan
- เครื่องดูดสุญญากาศพร้อมขวดดูดสุญญากาศ
- กระดาษกรอง GF/C ขนาด 4.7 เซนติเมตร
- ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิในช่วง 103-105 องศาเซลเซียส
- เครื่องชั่งละเอียดสามารถชั่งได้ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- เติลิกเคเตอร์ พร้อมสารดูดความชื้น
- เครื่องวัดความขุ่น (Turbidimeter) แบบ Nephilometer อ่านค่าเป็นตัวเลขยี่ห้อ HACH
- เครื่องกวนแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer)
- เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) รุ่น UV-1601
- ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 20 ± 1 องศาเซลเซียส
- เครื่องถ่ายลมพร้อมหัวถ่ายลม
- ขวดบีโอดีขนาด 300 มิลลิเมตร
- ขวดเออร์เลนเมเยอร์ ปากขวดเป็นแบบ Ground Glass Joint ขนาด 24/40
- เครื่องควบแน่นหรือ condenser 300 mm Jacket liebig ซึ่งมีข้อต่อทำด้วย ground glass 24/40
- เครื่องแก้วที่จำเป็นอื่น ๆ

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น

1.1 ตรวจสอบปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและยางสกิม โดยการวัดอัตราการไหลของน้ำเสียในรางระบายน้ำเสีย โดยใช้วิธีการติดตั้งเวียร์รูปตัววี มุมฉาก และเวียร์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งอ่านระยะความสูงของระดับน้ำจากเวียร์ที่ติดตั้งแล้วนำไปคำนวณหาปริมาณอัตราการไหลด้วยสูตรสำเร็จการหาปริมาณอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านเวียร์ ต่อไปนี้ (วรุณ วาตี, 2528)

สำหรับเวียร์รูปตัววีมุมฉาก

$$\text{สูตร } Q = 2.56 H^{3/2}$$

สำหรับเวียร์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

$$\text{สูตร } Q = m \sqrt{2g} L H^{3/2}$$

$$m = 0.405 + (0.00984/H)$$

โดยที่ Q = ปริมาณน้ำที่ไหล (ลูกบาศก์ฟุต/วินาที)

L = ความกว้างของเวียร์ (ฟุต)

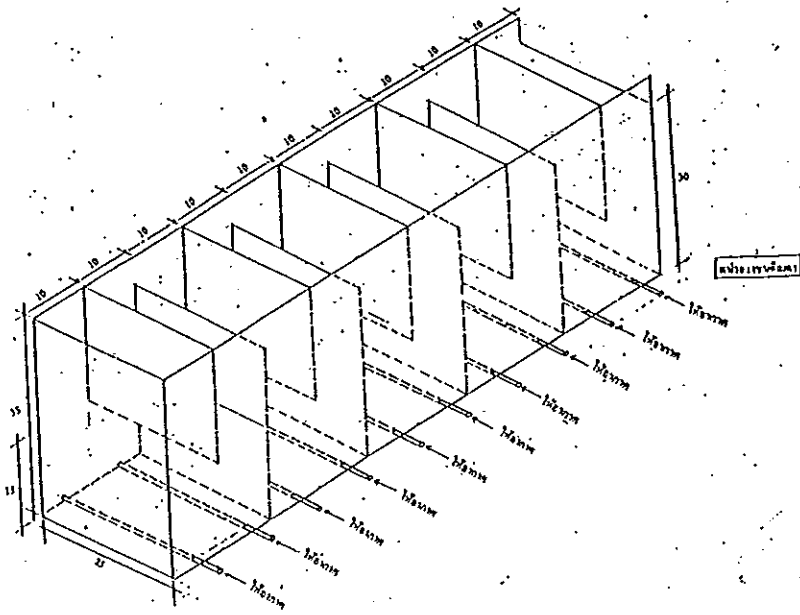
H = ความสูงระดับน้ำ (ฟุต)

1.2 ตรวจสอบลักษณะของน้ำเสียรวมจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้น จากส่วนที่เกิดจากการผลิตน้ำยางชั้นและยางสกิม โดยตรวจสอบคุณสมบัติตัวอย่างน้ำทั้งแบบ Composite Sample และ Grab Sample ดังนี้

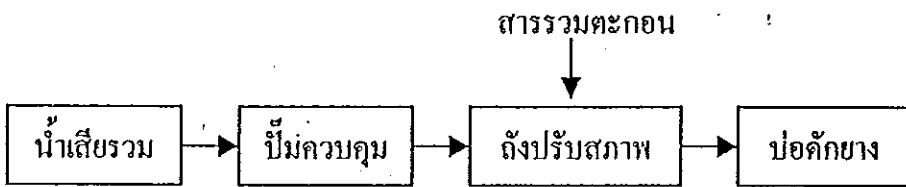
1. ค่าพีเอช โดยใช้ pH meter
2. ค่าอุณหภูมิ โดยใช้ Thermometer
3. ค่าบีโอดีโดยใช้วิธี Aside Modification Method
4. ค่าซีโอดี โดยใช้วิธี Dichromate Reflux Method
5. ปริมาณสารแขวนลอย โดยใช้วิธี Gravimetric Method
6. ปริมาณซัลเฟต โดยใช้วิธี Turbidimetric Method
7. ค่าความขุ่น วิเคราะห์ด้วย Turbidimeter แบบเนฟฟีโลมิเตอร์

2. การหาชนิดและปริมาณของสารรวมตะกอนที่เหมาะสมรวมถึงการใช้ปริมาณน้ำเสียจากระบวนการผลิตยางสกิมที่เป็นกรดมาผสมกับน้ำเสียที่เกิดจากระบวนการผลิตน้ำยางชั้น ในสัดส่วนหรือการปรับค่าพีเอชของน้ำเสียเพื่อให้เกิดการรวมตัวของตะกอนที่ดีที่สุด ซึ่งศึกษาโดยการใช้ Jar-Test สารรวมตะกอนที่ใช้ได้แก่ สารส้ม ปูนขาว เฟอร์ริคคลอไรด์ โพลีเมอร์ประเภทที่มีประจุเป็นบวก และโพลีเมอร์ประเภทที่มีประจุเป็นลบ การศึกษาจะดำเนินการโดยคำนึงถึงการปรับค่าพีเอชที่เหมาะสมที่สามารถลดปริมาณสารแขวนลอย ความขุ่น และซัลเฟต ได้ดีที่สุด

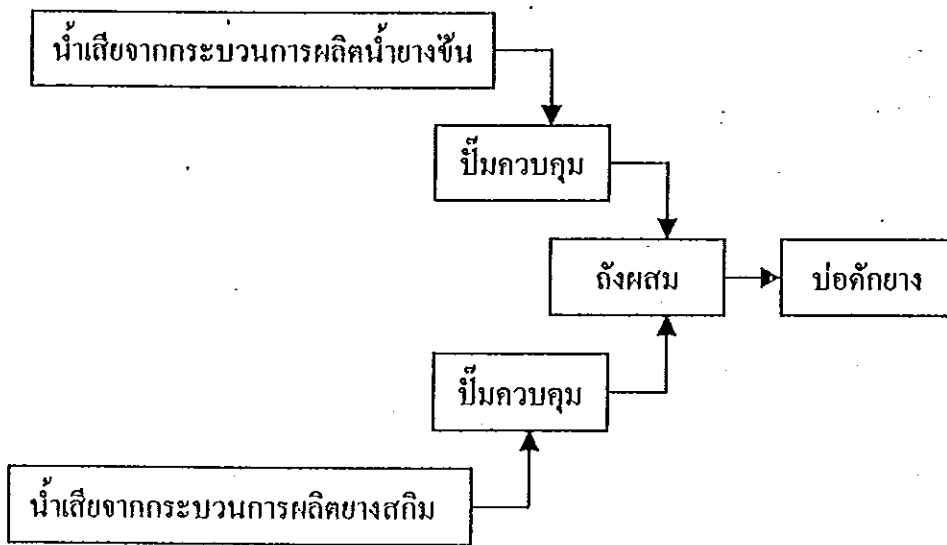
3. ศึกษาการใช้ระบบลอยตะกอนในบ่อดักยางเพื่อบำบัดน้ำเสียขั้นต้นจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้นซึ่งจะนำผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการในข้อ 2. มาใช้ในระบบบ่อดักยางแบบจำลองดังภาพประกอบ 8 ภายใต้การศึกษการใช้สารรวมตะกอน ดังภาพประกอบ 9 หรือการศึกษาใช้ปริมาณน้ำเสียจากระบวนการผลิตน้ำยางชั้นผสมน้ำเสียจากระบวนการผลิตยางสกิม ดังภาพประกอบ 10 ใดๆอย่างหนึ่ง จากผลการศึกษาทดลองการใช้ Jar Test ในข้อ 2. สามารถลดปริมาณสารแขวนลอย ความขุ่น และซัลเฟต ได้ดีที่สุด เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของน้ำเสียที่เกิดจากการศึกษาโดยให้อากาศตลอดระบบ และให้อากาศช่วงต้นครึ่งระบบ และไม่ให้อากาศในระบบภายใต้ระยะเวลาที่เก็บน้ำเสีย ภายในระบบบ่อดักยาง 15, 30 และ 45 นาที ทั้งนี้ ศึกษาประสิทธิภาพของระบบโดยตรวจสอบคุณภาพน้ำที่เข้าและออกจากบ่อดักยาง ซึ่งได้แก่ ปริมาณสารแขวนลอย ค่าความขุ่น ซัลเฟต ซีโอดี และบีโอดี



ภาพประกอบ 8 แบบและขนาดบ่อดักยางจำลอง



ภาพประกอบ 9 แบบจำลองการใช้สารรวมตะกอน



ภาพประกอบ 10 แบบการทดลองการใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น
ผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม

บทที่ 3

ผลการวิจัย

1. ปริมาณและลักษณะน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น

1.1 ปริมาณน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นของบริษัท ไทยอ้อย ยางพารา จำกัด (มหาชน) เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและจากกระบวนการผลิตยางสกิม โรงงานได้ปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการผลิตทั้ง 2 ลงรางรับน้ำเสียที่แยกรางกันและไหลมารวมกันในรางรับน้ำเสียรวมก่อนไหลเข้าสู่บ่อคัดขางและลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน ตามลำดับ ผลการศึกษาปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมและปริมาณน้ำเสียรวมในช่วงเวลาต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 5 พบว่าปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นในแต่ละช่วงเวลาจะเกิดขึ้นไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับกิจกรรมการปฏิบัติงานของพนักงาน เช่น ในกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ช่วงเวลา 8.45 นาฬิกา 10.15 นาฬิกา 12.30 นาฬิกา 14.45 นาฬิกา และ 17.00 นาฬิกา เป็นช่วงเวลาที่พนักงานพักแต่เป็นช่วงที่เครื่องจักรผลิตน้ำยางข้นเดินเครื่องในการผลิตน้ำยางข้นปกติ ทำให้ปริมาณน้ำเสียในช่วงเวลานี้มีปริมาณน้อย คือ มีปริมาณ 3.95 3.95 3.45 3.95 และ 1.82 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ แต่ช่วงเวลา 9.30 นาฬิกา 11.00 นาฬิกา 11.45 นาฬิกา 13.45 นาฬิกา 14.00 นาฬิกา 15.30 นาฬิกา และ 16.15 นาฬิกา เป็นช่วงเวลาที่พนักงานทำความสะอาดเครื่องจักรผลิตน้ำยางข้น ทำให้ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณ 9.21 14.85 9.21 13.78 16.23 และ 8.10 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่มากกว่าช่วงที่พนักงานพัก ดังตาราง 6 และภาพประกอบ 11

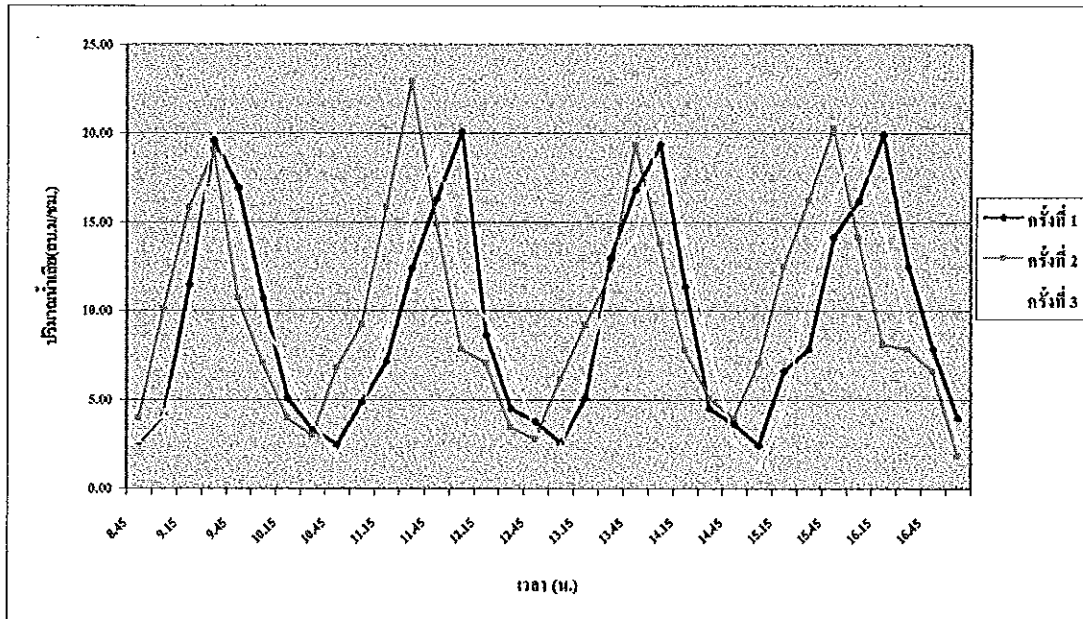
ตาราง 5 ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น ยางสติกมและปริมาณน้ำเสียรวม
ในช่วงเวลาต่างๆ

ลำดับ	เวลา	ปริมาณน้ำเสียจาก กระบวนการผลิตน้ำยางชั้น (ลบ.ม./ชม.)			ปริมาณน้ำเสียจาก กระบวนการผลิตยางสติกม (ลบ.ม./ชม.)			ปริมาณน้ำเสียรวม (ลบ.ม./ชม.)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	8.45	2.57	3.95	2.70	0.96	0.50	0.41	3.53	4.45	3.11
2	9.00	4.12	10.10	4.12	2.19	0.29	1.63	6.31	10.39	5.75
3	9.15	11.48	15.82	10.10	2.84	0.67	2.19	14.32	16.49	12.29
4	9.30	19.58	18.99	20.27	15.68	1.63	2.19	35.26	20.62	22.46
5	9.45	16.94	10.72	15.33	22.45	1.43	2.84	39.39	12.15	18.17
6	10.00	10.72	7.08	9.50	20.27	0.93	16.09	30.99	8.01	25.59
7	10.15	5.07	3.95	6.60	12.50	2.57	22.45	17.57	6.52	29.05
8	10.30	3.31	2.99	3.61	4.86	19.89	21.57	8.17	22.88	25.18
9	10.45	2.48	6.83	1.84	2.57	22.45	11.23	5.05	29.28	13.07
10	11.00	4.84	9.21	4.49	2.57	20.27	4.12	7.41	29.48	8.61
11	11.15	7.14	15.82	8.93	2.19	14.73	2.57	9.33	30.55	11.50
12	11.30	12.36	22.90	15.69	1.63	2.19	1.63	13.99	25.09	17.32
13	11.45	16.33	14.85	18.99	1.17	2.31	1.43	14.50	17.16	20.42
14	12.00	20.10	7.84	11.69	0.49	2.19	0.93	20.59	10.33	12.62
15	12.15	8.65	7.08	9.50	0.49	1.17	0.16	9.14	8.25	9.66
16	12.30	4.49	3.45	7.08	0.29	1.34	0.08	4.78	4.79	7.16
17	12.45	3.77	2.77	3.14	0.14	0.73	0.14	3.91	3.50	3.28
18	13.00	2.57	6.14	2.44	0.41	0.50	0.93	2.98	6.64	3.37
19	13.15	5.07	9.21	6.14	2.73	0.14	2.57	7.80	9.38	8.71
20	13.30	12.96	12.02	12.02	15.28	0.29	3.14	28.24	12.31	15.16
21	13.45	16.81	19.33	14.15	28.48	2.29	18.99	45.29	21.62	33.14
22	14.00	19.33	13.78	20.42	22.45	0.41	25.45	41.78	14.19	45.87
23	14.15	11.36	7.78	13.89	10.92	0.14	21.48	22.28	7.92	35.37
24	14.30	4.49	5.07	7.84	5.48	2.57	9.32	9.97	7.64	17.16
25	14.45	3.61	3.95	2.70	2.57	20.27	6.60	6.18	24.22	9.30
26	15.00	2.44	7.08	1.17	2.31	28.79	3.61	4.75	35.87	4.78
27	15.15	6.60	12.50	4.30	2.19	25.12	3.61	8.79	37.62	7.91
28	15.30	7.84	16.23	11.36	1.63	9.94	2.31	9.47	26.17	13.67
29	15.45	14.15	20.27	16.31	0.45	2.85	0.96	14.60	23.12	17.27
30	16.00	16.15	14.15	19.89	0.41	2.31	0.50	16.56	16.46	20.39
31	16.15	19.89	8.10	14.37	0.29	2.44	0.16	20.18	10.54	14.53
32	16.30	12.50	7.84	9.21	0.22	0.50	0.16	12.72	8.34	9.37
33	16.45	7.84	6.60	7.08	0.16	0.29	0.14	8.00	6.89	7.22
34	17.00	3.95	1.82	2.70	0.10	0.29	0.10	4.05	2.11	2.80
ถูกรวม ทั้งหมด		321.51	336.22	319.57	189.37	194.43	191.69	510.88	530.65	511.26
ค่าเฉลี่ย (ลบ.ม./ชม.)		9.46	9.89	9.40	5.57	5.72	5.64	15.03	15.6	15.04
ค่าเฉลี่ย (ลบ.ม./วัน)		227.04	237.36	225.60	133.68	137.28	135.36	360.72	374.64	360.96

ตาราง 6 ปริมาณน้ำเสียในแต่ละช่วงกิจกรรมของพนักงาน และลักษณะของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น

ครั้งที่ ที่	เวลา (น.)	กิจกรรม	Flow rate (m ³ /hr)	pH	Temperature (°C)	SS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Sulphate (mg/l)	COD (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)
1	8.45	พนักงานพัก	2.57	7.23	27.1	760	1,810	573	7,636	2,150
	9.30	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	19.58	8.34	28.0	2,700	6,000	1,163	-	-
	10.15	พนักงานพัก	5.07	7.93	27.3	1,520	3,780	844	8,937	2,700
	11.00	พนักงานพัก	4.84	7.67	27.1	700	1,720	576	-	-
	11.45	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	16.33	8.67	28.4	2,360	5,340	1,008	13,432	3,975
	12.30	พนักงานพัก	4.49	8.22	27.7	1,700	4,100	621	-	-
	13.15	พนักงานพัก	5.07	7.42	28.3	980	2,740	556	6,354	1,500
	14.00	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	19.33	8.40	28.9	2,600	5,800	1,306	-	-
	14.45	พนักงานพัก	3.61	7.92	28.8	1,540	3,750	772	8,648	2,400
	15.30	พนักงานพัก	7.84	7.67	28.6	960	2,700	693	-	-
	16.15	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	19.89	8.39	28.8	2,060	4,770	904	11,776	3,412
	17.00	พนักงานพัก	3.95	7.46	28.5	280	1,060	590	6,624	1,680
	COMPOSITE SAMPLE				8.05	28.3	2,060	4,770	916	9,212
2	8.45	พนักงานพัก	3.95	7.17	26.7	640	1,410	857	9,212	2,700
	9.30	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	18.99	8.09	27.0	3,000	6,640	2,380	-	-
	10.15	พนักงานพัก	3.95	6.65	27.5	1,020	2,820	1,185	5,630	2,122
	11.00	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	9.21	8.08	28.7	5,180	10,190	3,980	-	-
	11.45	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	14.85	7.94	29.5	2,860	4,580	1,890	12,906	3,766
	12.30	พนักงานพัก	3.45	7.29	28.6	760	1,820	824	-	-
	13.15	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	9.21	8.23	28.5	3,440	6,900	2,580	10,199	3,100
	14.00	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	13.78	7.98	29.5	2,340	3,600	1,363	-	-
	14.45	พนักงานพัก	3.95	6.74	29.1	1,000	2,780	1,165	5,266	1,933
	15.30	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	16.23	8.16	29.6	3,580	7,570	2,914	-	-
	16.15	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	8.10	7.91	28.8	2,040	3,100	1,219	11,370	3,600
	17.00	พนักงานพัก/หยุด	1.82	7.24	28.5	220	400	735	4,903	1,270
	COMPOSITE SAMPLE				7.98	28.8	2,160	4,960	1,100	8,726
3	8.45	พนักงานพัก	2.70	7.25	27.1	580	1,200	538	6,174	2,213
	9.30	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	20.27	8.10	27.5	2,880	6,520	2,780	-	-
	10.15	พนักงานพัก	6.60	7.50	27.2	1,000	1,820	929	5,875	2,130
	11.00	พนักงานพัก	4.49	7.64	27.2	760	1,340	6821	-	-
	11.45	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	18.99	8.91	28.4	4,700	8,890	3,772	13,219	4,050
	12.30	พนักงานพัก	7.08	7.18	27.4	460	1,150	520	-	-
	13.15	พนักงานพัก	6.14	7.17	27.6	420	940	478	5,518	2,033
	14.00	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	20.42	8.65	28.6	4,440	8,560	3,280	-	-
	14.45	พนักงานพัก	2.70	7.38	27.6	440	1,060	485	4,320	1,800
	15.30	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	11.36	8.48	28.9	3,580	5,750	2,646	-	-
	16.15	ล้างทำความสะอาดเครื่องจักร	14.37	8.13	27.8	2,380	5,400	2,295	11,776	3,900
	17.00	พนักงานพัก	2.70	7.28	27.6	240	428	432	3,772	1,110
	COMPOSITE SAMPLE				8.14	27.5	1,860	4,360	1,018	8,193

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์



ภาพประกอบ 11 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นในช่วงเวลาต่าง ๆ

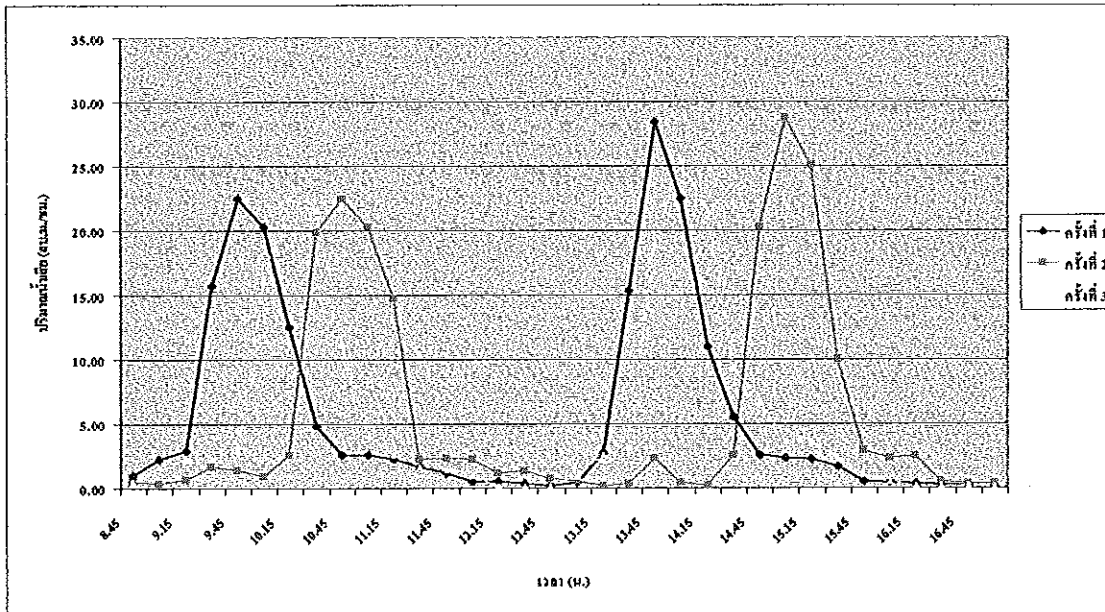
สำหรับกระบวนการผลิตยางสกิมนั้น ช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำเสียสูงสุด คือ เวลา 11.00 นาฬิกา และเวลา 14.45 นาฬิกา โดยมีปริมาณน้ำเสีย 20.27 และ 20.27 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงที่พนักงานจะปล่อยน้ำเสียออกจากบ่อหมักยางสกิมให้หมักก่อนที่จะล้างบ่อหมักเพื่อเตรียมจะนำยางน้ำยางข้นเข้าบ่อหมักใหม่ สำหรับช่วงเวลาอื่นจะมีปริมาณน้ำเสียต่ำ เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่พนักงานบางคนพักหรือทำงานด้านอื่นก่อน เช่น ทำการเติมกรด เปิดเครื่องกวนในบ่อหมักยางสกิมเพื่อให้เนื้อยางในบ่อหมักจับตัวเป็นก้อนและตัดยางที่เป็นก้อนให้ได้ขนาดพอเหมาะสำหรับดึงยางขึ้น ซึ่งการปฏิบัติงานของพนักงานในช่วงนี้ไม่มีการใช้น้ำ นอกจากพนักงานที่มีหน้าที่ล้างทำความสะอาดบ่อหมักยางที่ปล่อยน้ำเสียในบ่อออกหมดแล้ว ล้างทำความสะอาดบ่อหมักเพื่อเตรียมไว้ใช้งานต่อไปและน้ำสะอาดที่เกิดจากการรั่วไหลจากวาล์วเปิดปิดน้ำที่ใช้อยู่ในบริเวณที่ผลิตยางสกิมบางส่วนเท่านั้น เช่น ช่วงเวลา 8.45 นาฬิกา เป็นช่วงเติมกรดลงบ่อหมัก มีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 0.5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ช่วงเวลา 9.30 นาฬิกา เป็นช่วงพนักงานตัดยางในบ่อหมัก มีปริมาณน้ำเสีย 1.63 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ช่วงเวลา 10.15 นาฬิกา เป็นช่วงที่พนักงานดึงยางขึ้นจากบ่อหมัก มีปริมาณน้ำเสีย 2.57 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ช่วงเวลาที่มีพนักงานล้างทำความสะอาดบ่อหมัก มีปริมาณน้ำเสีย 2.31 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ช่วงเวลา 12.30 นาฬิกา พนักงานพักกลางวัน มีปริมาณน้ำเสีย 0.14 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ช่วงเวลา 13.15 นาฬิกา เป็นช่วงที่พนักงานตัดยางในบ่อหมัก มีปริมาณน้ำเสีย 0.41 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ช่วงเวลา 14.00 นาฬิกา เป็นช่วงเวลาที่พนักงานดึงยางขึ้นจากบ่อหมัก มีปริมาณน้ำเสีย 0.41 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ช่วงเวลา 15.30 นาฬิกา เป็นช่วงที่พนักงานล้างทำความสะอาดบ่อหมัก มีปริมาณน้ำเสีย 9.94 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ช่วงเวลา 16.15

นาฬิกา เป็นช่วงเวลาที่พนักงานทำการรีดยางสกี มีปริมาณน้ำเสีย 2.44 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และ
 ช่วงเวลา 17.00 นาฬิกา เป็นช่วงเวลาที่พนักงานพักเตรียมตัวเปลี่ยนกะทำงานใหม่ มีปริมาณน้ำเสีย
 0.29 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ดังตาราง 7 และภาพประกอบ 12

ตาราง 7 ปริมาณน้ำเสียและลักษณะของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกี

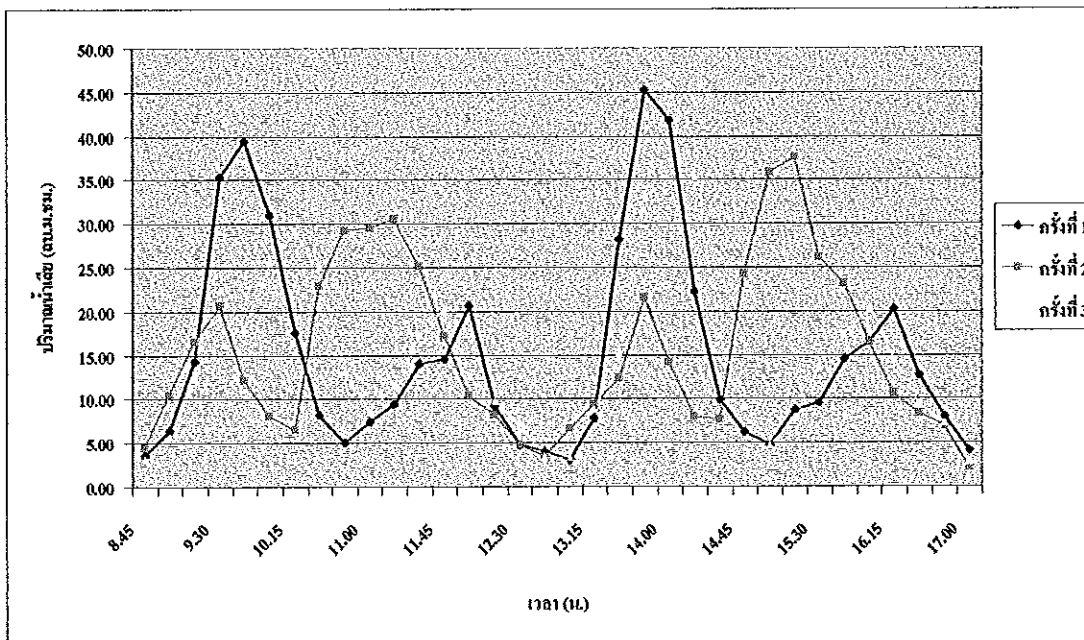
ครั้งที่	เวลา (น.)	กิจกรรม	Flow rate (m ³ /hr)	pH	Temperature (°C)	SS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Sulphate (mg/l)	COD (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)
1	8.45	คังยาง	0.96	3.61	28.2	640	350	5,100	8,900	7,000
	9.30	ระบายน้ำ	15.68	3.33	30.2	1,000	460	6,600	-	-
	10.15	ระบายน้ำ	12.50	3.40	30.2	980	450	6,300	13,800	9,300
	11.00	ล้างบ่อ	2.57	4.15	29.5	1,180	1,340	4,400	-	-
	11.45	พนักงานพัก	1.17	4.52	28.9	820	460	2,000	6,600	4,800
	12.30	คังยางในบ่อ	0.29	4.92	28.3	360	320	1,000	-	-
	13.15	คังยาง	2.73	3.82	28.5	640	370	5,200	8,000	6,900
	14.00	ระบายน้ำ	22.45	3.63	30.4	1,020	480	6,600	-	-
	14.45	ล้างบ่อ	2.57	4.20	29.6	1,120	1,100	4,700	11,700	8,400
	15.30	รีดยาง	1.63	4.42	28.9	860	920	4,300	-	-
	16.15	พนักงานพัก	0.29	4.48	28.6	440	240	800	5,100	3,700
	17.00	หยุด	0.10	5.26	28.3	240	170	800	4,300	1,400
	COMPOSITE SAMPLE				3.92	28.4	950	350	5,100	10,000
2	8.45	(ช่วงเติมกรด) พนักงานพัก	0.50	4.64	27.0	240	160	600	1,600	1,300
	9.30	คังยางในบ่อ	1.63	4.81	27.4	140	110	800	-	-
	10.15	คังยาง	2.57	4.03	28.6	880	370	5,500	13,100	8,400
	11.00	ระบายน้ำ	20.27	3.91	31.3	640	260	4,700	-	-
	11.45	ล้างบ่อ	2.31	4.04	30.5	1,200	920	4,400	9,500	4,350
	12.30	พนักงานพัก	1.34	4.21	30.1	440	240	800	-	-
	13.15	คังยางในบ่อ	0.14	5.02	29.8	160	120	800	2,900	1,600
	14.00	คังยาง	0.41	4.00	28.5	360	210	5,200	-	-
	14.45	ระบายน้ำ	20.27	3.80	31.3	700	280	5,700	15,000	12,000
	15.30	ล้างบ่อ	9.94	3.97	31.2	1,940	1,100	4,700	-	-
	16.15	รีดยาง	2.44	4.18	29.3	900	620	4,000	4,300	2,400
	17.00	พนักงานพัก	0.29	5.08	28.6	120	100	300	1,900	1,400
	COMPOSITE SAMPLE				3.97	28.9	780	300	4,400	13,900
3	8.45	คังยางในบ่อ	0.41	5.10	27.5	180	120	400	2,300	1,700
	9.30	คังยาง	2.19	3.51	27.7	240	130	5,600	-	-
	10.15	ระบายน้ำ	22.45	3.41	30.8	920	400	6,300	13,100	7,800
	11.00	ล้างบ่อ	4.12	3.69	29.12	1,520	890	1,600	-	-
	11.45	พนักงานพัก	1.43	4.81	28.5	340	280	700	2,200	1,500
	12.30	คังยางในบ่อ	0.08	4.85	28.12	120	100	800	-	-
	13.15	คังยาง	2.57	3.43	28.2	180	170	5,600	10,200	7,000
	14.00	ระบายน้ำ	25.45	3.23	31.2	800	370	6,600	-	-
	14.45	ล้างบ่อ	6.60	3.58	30.2	1,220	840	1,900	9,200	6,900
	15.30	รีดยาง	2.31	4.65	29.0	920	650	1,800	-	-
	16.15	พนักงานพัก	0.16	5.13	28.5	100	110	400	2,000	1,500
	17.00	หยุด	0.10	5.25	28.0	100	100	400	1,800	1,300
	COMPOSITE SAMPLE				3.69	28.2	740	260	4,300	11,040

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์



ภาพประกอบ 12 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางสกิม ช่วงเวลาต่าง ๆ

ส่วนปริมาณน้ำเสียรวมที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะการไหลแบบไม่คงที่เช่นกันขึ้นอยู่กับกิจกรรมในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและยางสกิม ทั้งนี้เนื่องจากน้ำเสียรวมเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการไหลมารวมกันของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม ดังตาราง 5 และภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 ปริมาณน้ำเสียรวม

จากผลการศึกษาอัตราการไหลของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตต่าง ๆ ของโรงงานผลิตน้ำยางข้น พบว่า ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลามีอัตราไหลไม่คงที่

การศึกษ ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นซึ่งเป็นกระบวนการผลิตหลักของโรงงานต่อวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตของแต่ละวัน เพื่อใช้คำนวณปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น โดยเปรียบเทียบปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นกับจำนวนเครื่องจักรที่ใช้ผลิต และจำนวนวัตถุดิบ (น้ำยางสด) ที่ใช้ในการผลิตในแต่ละวันดังแสดงไว้ในตาราง 8

ตาราง 8 ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น

รายการ	การศึกษาครั้งที่			
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
จำนวนเครื่องผลิตน้ำยางข้น (เครื่อง)	30	30	30	30 ± 0.00
ปริมาณวัตถุดิบ (ตัน)	144	162	144	150 ± 10.39
อัตราป้อนน้ำยาง (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)	0.40	0.45	0.40	0.42 ± 0.03
ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร/วัน)	227.04	237.36	225.60	229.97 ± 6.44
ปริมาณน้ำเสียต่อเครื่อง (ลูกบาศก์เมตร/เครื่อง/วัน)	7.57	7.91	7.52	7.67 ± 0.21
ปริมาณน้ำเสีย : วัตถุดิบ (ลูกบาศก์เมตร/ตันวัตถุดิบ/วัน)	1.58	1.47	1.57	1.54 ± 0.06
ปริมาณน้ำเสีย	ระยะช่วง 7.52-7.91			
น้ำเสีย : เครื่อง (ลูกบาศก์เมตร/เครื่อง/วัน)	ค่าเฉลี่ย 7.67 ± 0.21			
อัตราน้ำเสีย	ระยะช่วง 1.47-1.58			
น้ำเสีย : วัตถุดิบ (ลูกบาศก์เมตร/ตันวัตถุดิบ/วัน)	ค่าเฉลี่ย 1.54 ± 0.06			

หมายเหตุ : ครั้งที่ 1 วันที่ 9 สิงหาคม 2540
 ครั้งที่ 2 วันที่ 11 สิงหาคม 2540
 ครั้งที่ 3 วันที่ 14 สิงหาคม 2540

จากการศึกษา พบว่า ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นเฉลี่ย 7.67 ± 0.21 ลูกบาศก์เมตร/เครื่องจักร 1 เครื่อง หรือ 1.54 ± 0.06 ลูกบาศก์เมตร /ตันวัตถุดิบ/วัน

ผลการศึกษ ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยจากกระบวนการต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 9 จะพบว่า ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นเท่ากับ 9.58 ± 0.27 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง หรือ 230.00 ± 6.41 ลูกบาศก์เมตร/วัน หรือ 1.54 ± 0.096 ลูกบาศก์เมตร/ตันวัตถุดิบ (น้ำยางสด) /วัน หรือ 7.67 ± 0.21 ลูกบาศก์เมตร/เครื่องจักร 1 เครื่อง/วัน ส่วนปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางสทิม 5.64 ± 0.08 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง หรือ 135.44 ± 1.80 ลูกบาศก์เมตร/วัน หรือ 0.91 ± 0.05 ลูกบาศก์เมตร/ตันวัตถุดิบ (น้ำยางสด) /วัน หรือ 4.52 ± 0.06 ลูกบาศก์เมตร/เครื่องจักร 1 เครื่อง/วัน และปริมาณน้ำเสียรวมเฉลี่ย 15.23 ± 0.33 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง หรือ 365.44 ± 7.97 ลูกบาศก์เมตร/วัน หรือ 2.45 ± 0.11 ลูกบาศก์เมตร/ตันวัตถุดิบ (น้ำยางสด) /วัน หรือ 12.18 ± 0.27 ลูกบาศก์เมตร/เครื่องจักร 1 เครื่อง

ตาราง 9 ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น ยางสทิม และน้ำเสียรวม

รายการ	กระบวนการผลิตน้ำยางชั้น				กระบวนการผลิตยางสทิม				น้ำเสียรวม			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ปริมาณน้ำเสีย ต่อชั่วโมง (ลบ.ม.)	9.46	9.89	9.40	9.58 ± 0.27	5.7	5.72	5.64	5.64 ± 0.08	15.03	15.61	15.04	15.23 ± 0.33
ปริมาณน้ำเสีย ต่อวัน (ลบ.ม.)	227.04	237.36	225.60	230.00 ± 6.41	133.68	137.28	135.36	135.44 ± 1.80	360.72	374.64	360.96	365.44 ± 7.97
ปริมาณน้ำเสีย ต่อวัตถุดิบ (ลบ.ม./ตัน/วัน)	1.58	1.47	1.57	1.54 ± 0.06	0.93	0.85	0.94	0.91 ± 0.05	2.51	2.32	2.51	2.45 ± 0.11
ปริมาณน้ำเสีย ต่อเครื่องจักร (ลบ.ม./เครื่อง/วัน)	7.57	7.91	7.52	7.67 ± 0.21	4.46	4.58	4.51	4.52 ± 0.06	12.02	12.49	12.03	12.18 ± 0.27

1.2 ลักษณะน้ำเสีย

น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากน้ำเสียจากระบวนการผลิตน้ำยางข้นและกระบวนการผลิตยางสกิมสามารถแบ่งลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในโรงงานตามลักษณะการไหลลงสู่รางรับน้ำเสียออกเป็น 3 อย่าง คือ

1.2.1 น้ำเสียจากระบวนการผลิตน้ำยางข้น

น้ำเสียจากระบวนการผลิตน้ำยางข้นเป็นน้ำเสียที่เกิดจากการปฏิบัติงานของพนักงานที่ดูแลประจำเครื่องให้ทำงาน เมื่อเครื่องจักรเกิดการอุดตันจากสิ่งสกปรกที่อยู่ในน้ำยางสด พนักงานก็ต้องหยุดเครื่องจักรเพื่อทำความสะอาด โดยถอดชิ้นส่วนของเครื่องจักรออกมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่อุดตันออกไปจากเครื่องจักร แล้วจึงประกอบเครื่องจักรเพื่อเดินเครื่องผลิตน้ำยางข้นต่อไป

จากการศึกษา พบว่า น้ำเสียจากระบวนการผลิตน้ำยางข้น มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.2 องศาเซลเซียส ทีเอชเฉลี่ย 8.06 ปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ย 2,020 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นเฉลี่ย 4,690 NTU ปริมาณซัลเฟตเฉลี่ย 1,010 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอเฉลี่ย 8,640 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าบีโอดีเฉลี่ย 2,610 มิลลิกรัม/ลิตร ดังตาราง 6 ที่ได้กล่าวมาแล้ว พบว่าลักษณะของน้ำเสียในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากวิธีการและการปฏิบัติงานของพนักงานที่ประจำเครื่องจักร มีการปฏิบัติเกี่ยวกับเครื่องจักรอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ ขั้นตอนพักของพนักงาน แต่เครื่องจักรผลิตน้ำยางข้นยังคงเดินเครื่องทำงานปกติและขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องจักรที่เกิดจากการอุดตันของสิ่งสกปรกในน้ำยางดิบในแผ่นงานเหวี่ยงน้ำยางดิบให้แยกน้ำยางข้นกับหางน้ำยางออกจากกันเพื่อให้เครื่องจักรทำงานให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นมาจากสองขั้นตอนนี้จะมีความเข้มข้นของมลสารในน้ำเสียแตกต่างกันดังรายละเอียดในตาราง 10

ตาราง 10 ลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นจากขั้นตอนการเดินเครื่องจักรและการล้าง
ทำความสะอาด

ตัวแปร	การศึกษาครั้งที่ 1			
	ล้างทำความสะอาด		การเดินเครื่องปกติ	
	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย
พีเอช	8.34-8.97	8.45±0.15	7.23-8.22	7.69±0.32
สารแขวนลอย (มก./ล.)	2,060-2,700	2,430±280	280-1,700	1,055±490
ค่าความขุ่น (NTU)	4,770-6,000	5,500±540	1,060-4,100	2,700±1,110
ซัลเฟต (มก./ล.)	900-1,300	1,100±170	550-850	653±100
ซีโอที (มก./ล.)	11,700-13,400	12,600±1,180	6,350-8,930	7,640±1,160
บีโอดี (มก./ล.)	3,400-3,970	3,700±390	1,500-2,700	2,100±490
ตัวแปร	การศึกษาครั้งที่ 2			
	ล้างทำความสะอาด		การเดินเครื่องปกติ	
	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย
พีเอช	7.91-8.23	8.06±0.12	6.65-7.24	7.01±0.30
สารแขวนลอย (มก./ล.)	2,040-5,180	3,200±1,030	220-1,040	730±330
ค่าความขุ่น (NTU)	3,100-10,190	6,080±2,500	400-2,780	1,760±930
ซัลเฟต (มก./ล.)	1,219-3,980	2,330±950	730-1,180	950±200
ซีโอที (มก./ล.)	10,200-12,906	11,500±1,350	4,900-9,210	6,250±1,990
บีโอดี (มก./ล.)	3,100-3,766	3,490±350	1,270-2,700	2,000±590
ตัวแปร	การศึกษาครั้งที่ 3			
	ล้างทำความสะอาด		การเดินเครื่องปกติ	
	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย
พีเอช	8.10-8.91	8.39±0.36	7.17-7.64	7.37±0.17
สารแขวนลอย (มก./ล.)	2,380-4,700	3,600±990	240-1,000	550±2510
ค่าความขุ่น (NTU)	5,400-8,890	7,000±1,600	430-1,820	1,130±420
ซัลเฟต (มก./ล.)	2,300-3,770	2,950±580	430-930	580±170
ซีโอที (มก./ล.)	11,770-13,200	12,490±1,000	3,770-6,170	5,130±1,030
บีโอดี (มก./ล.)	3,900-4,050	3,970±100	1,110-2,213	1,850±446

จะเห็นว่า ในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องจักรจากการศึกษาครั้งที่ 1 น้ำเสียมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 8.34-8.97 หรือค่าเฉลี่ย 8.45 ± 0.15 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 2,060-2,700 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $2,430 \pm 280$ มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 4,770-6,000 NTU หรือค่าเฉลี่ย $5,500 \pm 540$ NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 900-1,300 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $1,100 \pm 170$ มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอซีอยู่ระหว่าง 11,700-13,400 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $12,600 \pm 1,180$ มิลลิกรัม/ลิตร และบีโอดี อยู่ระหว่าง 3,400-3,970 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $3,700 \pm 390$ มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนในช่วงเวลาที่พนักงานหยุดพักเป็นช่วงเวลาที่เครื่องจักรผลิตน้ำยางข้นเดินเครื่องปกติตามปกติทำให้การใช้น้ำน้อยและค่าปริมาณความเข้มข้นของมลสารในน้ำเสียต่ำกว่าขั้นตอนที่มีการล้างทำความสะอาดเครื่องจักร โดยมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 7.23-8.22 หรือค่าเฉลี่ย 7.69 ± 0.32 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 280-1,700 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $1,055 \pm 490$ มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 1,060-4,100 NTU หรือค่าเฉลี่ย $2,700 \pm 1,113$ NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 550-850 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 653 ± 106 มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอซีอยู่ระหว่าง 6,350-8,930 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $7,640 \pm 1,160$ มิลลิกรัม/ลิตร และบีโอดี อยู่ระหว่าง 1,500-2,700 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $2,100 \pm 490$ มิลลิกรัม/ลิตร และการศึกษาครั้งที่ 2 ช่วงการล้างเครื่องจักรพีเอชอยู่ระหว่าง 7.91-8.23 หรือค่าเฉลี่ย 8.06 ± 0.12 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 2,040-5,180 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $3,200 \pm 1,030$ มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 3,100-10,190 NTU หรือค่าเฉลี่ย $6,080 \pm 2,500$ NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 1,219-3,980 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $2,332 \pm 950$ มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอซีอยู่ระหว่าง 10,200-12,906 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $11,500 \pm 1,350$ มิลลิกรัม/ลิตร และบีโอดี อยู่ระหว่าง 3,100-3,766 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $3,490 \pm 350$ มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนช่วงล้างเครื่องจักรมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.65-7.24 หรือค่าเฉลี่ย 7.01 ± 0.30 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 220-1,040 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 730 ± 330 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 400-2,780 NTU หรือค่าเฉลี่ย $1,760 \pm 930$ NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 730-1,180 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 950 ± 200 มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอซีอยู่ระหว่าง 4,900-9,210 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $6,250 \pm 1,990$ มิลลิกรัม/ลิตร และบีโอดี อยู่ระหว่าง 1,270-2,700 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $2,000 \pm 590$ มิลลิกรัม/ลิตร

การเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นแบบ Composite Sample ค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27.5-28.8 องศาเซลเซียส หรือเฉลี่ย 28.2 ± 0.66 องศาเซลเซียส ค่า

พีเอชอยู่ระหว่าง 7.98-8.14 หรือค่าเฉลี่ย 8.06 ± 0.08 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 1,860-2,160 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $2,020 \pm 150$ มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 4,360-4,960 NTU หรือค่าเฉลี่ย $4,690 \pm 300$ NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 916-1,100 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $1,010 \pm 90$ มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอดีอยู่ระหว่าง 8,193-9,016 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $8,640 \pm 410$ มิลลิกรัม/ลิตร และบีโอดี อยู่ระหว่าง 2,400-2,880 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $2,610 \pm 240$ มิลลิกรัม/ลิตร ดังรายละเอียดตาราง 6

1.2.2 น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม

ผลการศึกษาลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในแต่ละช่วงเวลา แสดงไว้ในตาราง 7 ซึ่งพบว่า ลักษณะของน้ำเสียในช่วงแต่ละเวลา มีความแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับขั้นตอนการผลิต ขั้นตอนการผลิตที่ก่อให้เกิดน้ำเสียมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนการดึงยางออกจากป้อหมัก แล้วระบายน้ำภายในป้อหมัก ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดป้อหมัก และน้ำเสียที่เกิดจากการรั่วซึมของวาล์วเปิดปิดน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางสกิมในช่วงเวลาที่พนักงานพักหรือหยุดเปลี่ยนกะทำงานและตัดยางภายในป้อหมัก ซึ่งน้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนต่าง ๆ มีความเข้มข้นของสารในน้ำเสียแตกต่างกัน ดังรายละเอียดในตาราง 11 ดังต่อไปนี้

ตาราง 11 ลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม

ตัวแปร	การศึกษาครั้งที่ 1					
	น้ำเสียจากป้อหมัก		น้ำเสียจากการล้างป้อหมัก		น้ำเสียจากการรั่วซึม	
	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย
พีเอช	3.33-3.82	3.56 ± 0.20	4.15-4.42	4.26 ± 0.14	4.52-5.26	4.8 ± 0.37
สารแขวนลอย (มก.ล.)	640-1,020	856 ± 198	860-1,180	$1,053 \pm 170$	240-820	465 ± 251
ค่าความขุ่น (NTU)	350-480	402 ± 63	920-1,340	$1,120 \pm 210$	170-460	298 ± 124
ซัลเฟต (มก./ล.)	5,147-6,651	$6,011 \pm 737$	4,351-4,772	$4,524 \pm 220$	806-2,034	$1,170 \pm 584$
ซีโอดี (มก./ล.)	8,096-13,800	$10,278 \pm 3,079$	11,776	$11,776 \pm 0$	4,320-6,624	$5,365 \pm 1,167$
บีโอดี (มก./ล.)	6,900-9,300	$7,750 \pm 1,344$	8,400	$8,400 \pm 0$	1,440-4,800	$3,303 \pm 1,710$

ตาราง 11 (ต่อ)

ตัวแปร	การศึกษาครั้งที่ 2					
	น้ำเสียจากบ่อหมัก		น้ำเสียจากการล้างบ่อหมัก		น้ำเสียจากการรั่วซึม	
	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย
พีเอช	3.80-4.03	3.94±0.10	3.97-4.18	4.26±0.11	4.21-5.08	4.75±0.35
สารแขวนลอย (มก.ล.)	360-880	645±216	900-1,940	1,347±535	120-440	220±131
ค่าความขุ่น (NTU)	210-370	280±67	620-1,100	880±242	110-240	148±55
ซัลเฟต (มก./ล.)	4,776-5,750	5,322±429	4,050-4,794	4,415±372	316-840	678±221
ซีไอดี (มก./ล.)	13,133-15,048	14,091±1,354	4,320-9,504	6,912±3,666	1,643-2,926	2,285±907
บีไอดี (มก./ล.)	8,400-12,000	10,200±2,546	2,440-4,350	3,395±1,351	1,320-1,660	1,027±876
ตัวแปร	การศึกษาครั้งที่ 3					
	น้ำเสียจากบ่อหมัก		น้ำเสียจากการล้างบ่อหมัก		น้ำเสียจากการรั่วซึม	
	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย
พีเอช	3.23-3.51	3.4±0.12	3.58-4.65	3.97±0.59	4.81-5.25	5.02±0.19
สารแขวนลอย (มก.ล.)	180-920	535±379	920-1,520	1,220±300	100-340	168±101
ค่าความขุ่น (NTU)	130-400	268±137	650-890	793±127	100-280	142±77
ซัลเฟต (มก./ล.)	5,600-6,300	5,875±340	1,600-1,900	1,766±152	400-800	540±195
ซีไอดี (มก./ล.)	10,200-13,100	11,650±2,050	9,200	9,200±0	1,800-2,300	2,075±221
บีไอดี (มก./ล.)	7,000-7,800	7,400±565	6,900	6,900±0	1,300-1,700	1,500±163

การศึกษาครั้งที่ 1 น้ำเสียจากบ่อหมัก มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 3.33-3.82 หรือค่าเฉลี่ย 3.56±0.20 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 640-1,020 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 858±198 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 350-480 NTU หรือค่าเฉลี่ย 402±63 NTU ปริมาณซัลเฟต 5,147-6,651 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 6,011±737 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอดีอยู่ระหว่าง 8,096-13,800 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 10,278±3,079 มิลลิกรัม/ลิตร และบีไอดี อยู่ระหว่าง 6,900-9,300 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 7,750±1,344 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำเสียจากการล้างบ่อหมักมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 4.15-4.42 หรือค่าเฉลี่ย 4.26±0.14 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 860-1,180 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 1,053±170 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 920-1,340 NTU หรือค่าเฉลี่ย

1,120±211 NTU ปริมาณซัลเฟต 4,351-4,772 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 4,524±220 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอคืออยู่ 11,776 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าบีไอคือ อยู่ระหว่าง 8,400 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำเสียจากการรั่วซึม มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 4.52-5.26 หรือค่าเฉลี่ย 4.80±0.37 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 240-820 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 465±251 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 170-460 NTU หรือค่าเฉลี่ย 1,170±584 NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 806-2,034 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 1,170±584 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอคืออยู่ระหว่าง 4,320-6,624 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 5,365±1,167 มิลลิกรัม/ลิตร และบีไอคือ อยู่ระหว่าง 1,440-4,800 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 3,303±1,710 มิลลิกรัม/ลิตร

การศึกษาครั้งที่ 2 น้ำเสียจากบ่อหมัก มีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 3.80-4.03 หรือค่าเฉลี่ย 3.94±0.10 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 360-880 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 645±216 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 210-370 NTU หรือค่าเฉลี่ย 280±67 NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 4,776-5,750 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 5,322±429 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอคืออยู่ระหว่าง 13,133-15,048 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 14,091±1,354 มิลลิกรัม/ลิตร และบีไอคือ อยู่ระหว่าง 8,400-12,000 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 10,200±2,546 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำเสียจากการล้างบ่อหมักมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 3.97-4.18 หรือค่าเฉลี่ย 4.26±0.11 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 900-1,940 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 1,347±535 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 620-1,100 NTU หรือค่าเฉลี่ย 880±242 NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 4,050-4,794 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 4,415±372 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอคืออยู่ระหว่าง 4,320-9,504 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 6,912±3,666 มิลลิกรัม/ลิตร บีไอคืออยู่ระหว่าง 2,440-4,350 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 3,395±1,351 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำเสียจากการรั่วซึมมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 4.21-5.08 หรือค่าเฉลี่ย 4.75±0.35 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 140-240 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 148±55 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 220±131 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 110-240 NTU หรือค่าเฉลี่ย 148±55 NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 316-840 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 678±221 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอคืออยู่ระหว่าง 1,643-2,926 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 2,285±907 มิลลิกรัม/ลิตร และบีไอคือ อยู่ระหว่าง 1,320-1,620 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 1,027±876 มิลลิกรัม/ลิตร

จากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสทกิมแบบ Composite Sample พบว่า มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28.2-28.9 องศาเซลเซียส หรือค่าเฉลี่ย 28.6±0.3 องศาเซลเซียส ค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 3.69-3.97 หรือค่าเฉลี่ย 3.82±0.12 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 680-950

มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 794 ± 101 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 260-350 NTU หรือค่าเฉลี่ย 304 ± 34 NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 4,335-5,147 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $4,710 \pm 340$ มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอซีอยู่ระหว่าง 10,764-13,988 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $12,367 \pm 1,415$ มิลลิกรัม/ลิตร และบีโอดีอยู่ระหว่าง 7,950-11,100 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $9,600 \pm 1,195$ มิลลิกรัม/ลิตร ดังตาราง 12

ตาราง 12 อัตราการไหลและลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม โดยเก็บตัวอย่างแบบ Composite

ตัวอย่างที่	วันที่เก็บ	pH	Temperature (°C)	SS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Sulphate (mg/l)	COD (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)
1	7 สิงหาคม 2540	3.76	28.7	820	320	4,889	13,340	10,200
2	9 สิงหาคม 2540	3.92	28.4	950	350	5,147	10,764	7,950
3	11 สิงหาคม 2540	3.97	28.9	780	300	4,402	13,983	11,100
4	14 สิงหาคม 2540	3.69	28.2	740	260	4,335	11,040	9,000
5	20 สิงหาคม 2540	3.78	28.6	680	290	4,776	12,707	9,750
ระยะช่วง		3.69-3.97	28.2-28.9	680-950	260-350	4,335-5,147	10,764-13,983	7,950-11,100
ค่าเฉลี่ย		3.82 ± 0.12	28.6 ± 0.3	974 ± 34	304 ± 34	$4,710 \pm 340$	$12,367 \pm 1,415$	$9,600 \pm 1,195$

จากผลการศึกษาจะเห็นว่าลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมโดยการเก็บตัวอย่างน้ำเสียแบบ Grab Sample และแบบ Composite Sample พบว่า ลักษณะน้ำเสียจากการเก็บตัวอย่างแบบ Grab Sample มีค่าตัวแปรต่าง ๆ ไม่แน่นอนและมีความแตกต่างกันมาก ทั้งนี้เกิดจากวิธีการและการปฏิบัติงานของพนักงานในแต่ละช่วงเวลาที่ไม่เหมือนกันตลอดเวลาและปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาก็ไม่เท่ากัน จึงทำให้ลักษณะของน้ำเสียที่เก็บตัวอย่างแบบ Grab Sample มีค่าไม่แน่นอนและแตกต่างกันมาก สำหรับลักษณะน้ำเสียที่เก็บโดยวิธี Composite Sample มีลักษณะของตัวแปรที่ใกล้เคียงกันและมีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำเสียในบ่อหมักยางสกิม ดังนั้น จึงใช้น้ำเสียจากบ่อหมักยางสกิมมาเป็นตัวแทนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการนำน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมไปใช้ในการศึกษาต่อไป

1.2.3 น้ำเสียรวม

น้ำเสียรวม เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการไหลมารวมกันของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม จากการทดลอง พบว่า ลักษณะของน้ำ

เสียรวมมีค่าแปรปรวนตามอัตราการไหลและลักษณะของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับ
กระบวนการผลิตยางสทิม ดังตาราง 13

ตาราง 13 อัตราการไหลและลักษณะของน้ำเสียรวม ณ เวลาต่าง ๆ

การศึกษ ครั้งที่	เวลา (น.)	Flow rate (m ³ /hr)	pH	Temperature (°C)	SS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Sulphate (mg/l)	COD (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)
1	8.45	3.53	6.89	28.2	590	1,680	4,687	8,295	3,750
	9.30	35.26	5.12	28.5	1,300	2,400	5,135	-	-
	10.15	17.57	4.07	28.8	120	274	4,855	12,120	7,200
	11.00	7.41	6.20	29.1	980	1,840	3,204	-	-
	11.45	17.50	8.31	28.5	2,020	2,400	1,454	8,768	4,500
	12.30	4.78	8.05	28.1	1,280	2,250	966	-	-
	13.15	7.80	6.28	28.4	760	1,340	4,983	7,524	4,050
	14.00	41.78	4.10	28.9	130	590	4,334	-	-
	14.45	6.18	5.62	28.9	1,040	1,850	3,192	9,504	3,500
	15.30	9.47	5.96	28.8	900	1,750	3,870	-	-
	16.15	20.18	7.06	28.7	2,020	2,870	857	10,181	3,600
17.00	4.05	6.54	28.4	260	640	827	5,266	1,545	
COMPOSITE SAMPLE			4.47	28.2	120	360	4,930	10,714	6,900
การศึกษ ครั้งที่	เวลา (น.)	Flow rate (m ³ /hr)	pH	Temperature (°C)	SS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Sulphate (mg/l)	COD (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)
2	8.45	4.45	6.95	27.0	480	1,200	682	8,242	2,400
	9.30	20.62	7.61	27.4	1,940	3,700	2,338	-	-
	10.15	6.52	5.27	28.2	1,180	2,100	4,298	7,264	3,450
	11.00	29.48	4.07	28.5	140	170	5,188	-	-
	11.45	17.16	6.85	29.5	1,220	2,440	2,779	9,936	4,050
	12.30	4.79	5.50	29.1	640	1,340	728	-	-
	13.15	9.35	7.90	28.7	2,400	4,690	2,113	8,026	2,080
	14.00	14.19	7.50	28.8	1,560	2,790	3,662	-	-
	14.45	24.22	4.05	29.2	120	150	5,560	13,133	8,850
	15.30	26.17	5.32	28.8	2,620	5,630	3,978	-	-
	16.15	10.54	7.54	28.6	1,420	2,620	2,713	8,924	2,840
17.00	2.11	7.15	28.5	200	350	590	4,013	1,370	
COMPOSITE SAMPLE			4.90	28.3	1,230	860	4,092	9,476	6,600

ตาราง 13 (ต่อ)

การศึกษากครั้ง ครั้งที่	เวลา (น.)	Flow rate (m ³ /hr)	pH	Temperature (°C)	SS (mg/l)	Turbidity (NTU)	Sulphate (mg/l)	COD (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)
3	8.45	3.11	7.10	27.4	320	1,220	499	5,357	1,800
	9.30	22.46	7.54	27.5	1,440	3,060	4,930	-	-
	10.15	29.05	4.11	28.5	180	242	5,850	12,696	4,950
	11.00	8.61	4.52	28.7	560	1,460	1,159	-	-
	11.45	20.42	7.68	28.4	3,340	5,880	32,420	8,924	3,150
	12.30	7.16	5.82	27.6	300	1,340	689	-	-
	13.15	8.71	6.53	27.9	240	1,100	1,084	7,430	3,675
	14.00	45.87	4.24	30.3	120	170	6,250	-	-
	14.45	9.30	4.45	28.8	260	490	1,713	8,372	6,675
	15.30	13.67	6.24	28.9	2,100	4,720	2,580	-	-
	16.15	14.53	7.02	28.2	1,890	3,340	1,890	7,603	2,700
17.00	2.80	6.63	27.8	180	220	428	3,283	1,320	
COMPOSITE SAMPLE			4.45	28.2	180	560	4,298	10,181	6,450

หมายเหตุ :- หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

จากการศึกษาลักษณะน้ำเสียรวมจากการเก็บตัวอย่างแบบ Grab Sample พบว่า ผลการทดลองครั้งที่ 1 น้ำเสียรวมมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28.1-29.1 องศาเซลเซียส หรือค่าเฉลี่ย 28.60 ± 0.30 องศาเซลเซียส ค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 4.10-8.31 หรือค่าเฉลี่ย 6.18 ± 1.33 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 120-2,020 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 950 ± 642 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 272-2,870 NTU หรือค่าเฉลี่ย $1,657 \pm 808$ NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 824-5,135 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $3,197 \pm 1,726$ มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอซีอยู่ระหว่าง 5,266-12,120 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $8,808 \pm 2,152$ มิลลิกรัม/ลิตร และบีโอดี อยู่ระหว่าง 1,545-7,200 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $4,021-1,682$ มิลลิกรัม/ลิตร

ผลการศึกษากครั้งครั้งที่ 2 น้ำเสียรวมมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27.0-29.5 องศาเซลเซียส หรือค่าเฉลี่ย 28.52 ± 0.71 องศาเซลเซียส ค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 4.05-7.90 หรือค่าเฉลี่ย 6.31 ± 1.39 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 120-2,620 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $1,160-867$ มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 150-5,630 NTU หรือค่าเฉลี่ย $2,265 \pm 1,764$ NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 590-5,560 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $2,886 \pm 1,704$ มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอซีอยู่ระหว่าง 4,013-13,133 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $8,505 \pm 2,758$ มิลลิกรัม/ลิตร และบีโอดี อยู่ระหว่าง 1,370-8,850 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $3,577 \pm 2,486$ มิลลิกรัม/ลิตร ดังรายละเอียดตาราง 14

สำหรับการศึกษาลักษณะน้ำเสียรวมโดยวิธีการเก็บตัวอย่างแบบ Composite พบว่า น้ำเสียรวมมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28.2-28.3 องศาเซลเซียส หรือค่าเฉลี่ย 28.2 ± 0.05 องศาเซลเซียส

ค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 4.45-4.90 หรือค่าเฉลี่ย 4.60 ± 0.25 ปริมาณสารแขวนลอยอยู่ระหว่าง 120-1,230 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 510 ± 624 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 360-860 NTU หรือค่าเฉลี่ย 593 ± 251 NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 4,092-4,930 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $4,440 \pm 436$ มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอคืออยู่ระหว่าง 9,476 \pm 10,714 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย 10,123-620 มิลลิกรัม/ลิตร และบีไอคือ อยู่ระหว่าง 6,450-6,900 มิลลิกรัม/ลิตร หรือค่าเฉลี่ย $6,650 \pm 229$ มิลลิกรัม/ลิตร ดังตาราง 14

ตาราง 14 อัตราการไหลและลักษณะของน้ำเสียรวม

ตัวแปร	การศึกษาครั้งที่ 1		การศึกษาครั้งที่ 2	
	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย
อัตราการไหล (ลบ.ม./ชม.)	3.53-41.78	14.62 ± 12.57	2.11-29.48	14.13 ± 9.30
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.1-29.1	28.6 ± 0.30	27.0-29.5	28.52 ± 0.71
พีเอช	4.10-8.31	6.18 ± 1.33	4.05-7.90	6.31 ± 1.39
สารแขวนลอย (มก./ล.)	120-2,020	950 ± 642	120-2,620	$1,160 \pm 867$
ค่าความขุ่น (NTU)	274-2,870	$1,657 \pm 808$	150-5,630	$2,265 \pm 1,764$
ซัลเฟต (มก./ล.)	824-5,135	$3,197 \pm 1,726$	590-5,560	$2,886 \pm 1,704$
ซีไอคือ (มก./ล.)	5,266-12,120	$8,808 \pm 2,152$	4,013-13,133	$8,505 \pm 2,758$
บีไอคือ (มก./ล.)	1,545-7,200	$4,021 \pm 1,682$	1,370-8,850	$3,577 \pm 2,486$
ตัวแปร	การศึกษาครั้งที่ 3		COMPOSITE SAMPLE	
	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย	ค่าช่วง	ค่าเฉลี่ย
อัตราการไหล (ลบ.ม./ชม.)	2.80-45.87	15.47 ± 12.42	-	-
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.4-30.3	28.33 ± 0.80	28.2-28.3	28.2 ± 0.05
พีเอช	4.11-7.68	5.99 ± 1.33	4.45-4.90	4.60 ± 0.25
สารแขวนลอย (มก./ล.)	120-3,340	$910 \pm 1,042$	120-1,230	510 ± 624
ค่าความขุ่น (NTU)	170-5,880	$1,936 \pm 1,891$	360-860	593 ± 251
ซัลเฟต (มก./ล.)	428-6,250	$2,541 \pm 2,097$	4,092-4,930	$4,440 \pm 436$
ซีไอคือ (มก./ล.)	3,283-12,696	$7,666 \pm 2,943$	9,476-10,714	$10,123 \pm 620$
บีไอคือ (มก./ล.)	1,320-6,675	$3,467 \pm 1,853$	6,450-6,900	$6,650 \pm 229$

จากผลการศึกษา จะเห็นว่าน้ำเสียที่ควรจะนำมาใช้ในการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ควรเป็นน้ำเสียที่เก็บตัวอย่างแบบ Composite จากน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำ

เสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตยางสกิม สำหรับน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางสกิมที่เก็บตัวอย่างแบบ Composite มีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำเสียในบ่อหมักยางและเพื่อความสะดวกในการทำการวิจัยจึงใช้น้ำเสียในบ่อหมักยางสกิมเป็นตัวแทนน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางสกิม

2. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารรวมตะกอนโดยวิธี Jar Test

2.1 การหาสัดส่วนระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม

การหาสัดส่วนระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเพื่อหาสัดส่วนที่สามารถจะทำให้เกิดการตกตะกอนในน้ำเสียที่ดีที่สุด จากการศึกษาโดยวิธีจาร์เทสทั้ง 3 ครั้ง พบว่า การใช้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมที่ค่าพีเอช 4.42 4.45 และ 4.41 เป็นค่าพีเอชที่ทำให้ประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียได้ดี ดังตาราง 15

การศึกษารั้งที่ 1 สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม ที่สามารถลดปริมาณมลสารได้มากที่สุดอยู่ที่สัดส่วน 1 : 1 ทำให้น้ำเสียมีค่าพีเอช 4.42 สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 93.96 ค่าความขุ่นร้อยละ 97.34 ค่าซีไอดีร้อยละ 2.99 และปริมาณซัลเฟตร้อยละ 53.94

การศึกษารั้งที่ 2 สัดส่วนของน้ำเสียจากสองกระบวนการผลิต ที่สามารถลดปริมาณมลสารได้คืออยู่ที่สัดส่วน 1.7 : 1 มีค่าพีเอช 4.45 สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ ร้อยละ 93.84 ค่าความขุ่นร้อยละ 99.69 ค่าซีไอดีร้อยละ 49.09 และปริมาณซัลเฟตร้อยละ 16.25

การศึกษารั้งที่ 3 สัดส่วนของน้ำเสียจากสองกระบวนการผลิตที่สามารถลดปริมาณมลสารได้คืออยู่ที่สัดส่วน 2.3 : 1 มีค่าพีเอช 4.41 สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 90.72 ซีไอดีร้อยละ 99.67 ค่าร้อยละซีไอดี 32.39 และปริมาณซัลเฟตร้อยละ 16.83

ผลของการศึกษาโดยใช้จาร์เทสที่ใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม พบว่าไม่มีสัดส่วนที่แน่นอนต่อการลดมลสารในน้ำเสีย

ตารางที่ 15 ลักษณะของน้ำเสียและประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนผสมระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วนต่าง ๆ

การ ทดลอง ครั้งที่	ปริมาณน้ำเสีย(มล.)		พีเอช		สารแขวนลอย (มก./ล.)			ความขุ่น (NTU)			ซีโอดี (มก./ล.)			ซัลเฟต (มก./ล.)		
	น้ำเสียจากกระบวนการ ผลิตน้ำยางชั้น	น้ำเสียจากกระบวนการ ผลิตยางสกิม	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	% Removal	ก่อน	หลัง	% Removal	ก่อน	หลัง	% Removal	ก่อน	หลัง	% Removal
1.	250	750	4.28	4.30	1,183	230	80.56	1,628	79	95.15	12,852	12,305	4.26	1,890	1,980	(4.76)
	500	500	4.40	4.42	1,572	95	93.96	2,705	72	97.34	7,480	7,256	2.99	1,700	1,860	(9.41)
	630	370	4.57	4.56	1,775	145	91.83	3,265	117	96.42	6,032	5,909	2.04	1,335	1,305	2.25
	705	295	4.75	4.72	1,884	165	91.24	3,567	120	96.64	4,620	4,312	6.67	1,145	1,098	4.10
	900	100	6.10	6.00	2,195	1,320	39.86	4,429	3,850	13.07	3,136	2,955	5.77	1,015	955	5.91
2.	250	750	4.15	4.17	988	150	87.82	3,206	85	97.35	14,600	10,210	30.07	2,020	2,060	(1.98)
	500	500	4.30	4.31	1,512	115	92.39	6,037	45	99.25	13,950	8,696	37.66	1,785	1,860	(4.20)
	630	370	4.46	4.45	1,785	110	93.84	7,510	23	99.69	13,480	6,862	49.09	1,580	1,712	(8.35)
	705	295	4.70	4.67	1,930	170	91.19	8,302	35	99.58	11,960	6,363	46.80	1,360	1,305	4.04
	900	100	6.30	6.25	2,350	525	77.66	10,567	120	98.86	11,320	6,140	45.76	960	860	10.42
3.	250	750	4.00	4.04	655	200	69.47	4,300	150	96.51	11,300	8,500	24.78	1,950	2,030	(4.10)
	500	500	4.12	4.13	830	120	85.54	8,300	52	99.27	10,650	8,194	23.06	1,640	1,715	(4.57)
	630	370	4.30	4.28	920	100	89.13	10,200	44	99.57	9,330	6,392	31.49	1,390	1,530	(10.07)
	705	295	4.45	4.41	970	90	90.72	11,400	38	99.67	7,710	5,213	32.39	1,245	1,410	(13.25)
	900	100	5.80	5.77	1,110	540	51.35	12,500	370	97.04	7,110	5,814	18.23	820	780	4.88

หมายเหตุ : ก่อน = น้ำผสมก่อนการทดลอง (Jar Test)

หลัง = น้ำผสมหลังการทดลอง (Jar Test)

() = ค่าที่เพิ่มขึ้น

2.2 การใช้ส่วนผสมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสทิมภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ

จากการศึกษาในหัวข้อ 2.1 ซึ่งใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสทิม พบว่าสัดส่วนของน้ำเสียทั้ง 2 ส่วน มีสัดส่วนที่ไม่แน่นอนที่ สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียที่ดี แต่จากการทดลองจะเห็นว่าค่าช่วงพีเอช 4.28-4.45 เป็นช่วงค่าพีเอชที่น้ำเสียทั้งสองผสมกันแล้วทำให้สามารถเก็บเกี่ยวเนื้อยางได้ และสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียได้ร้อยละ 80.56-93.96

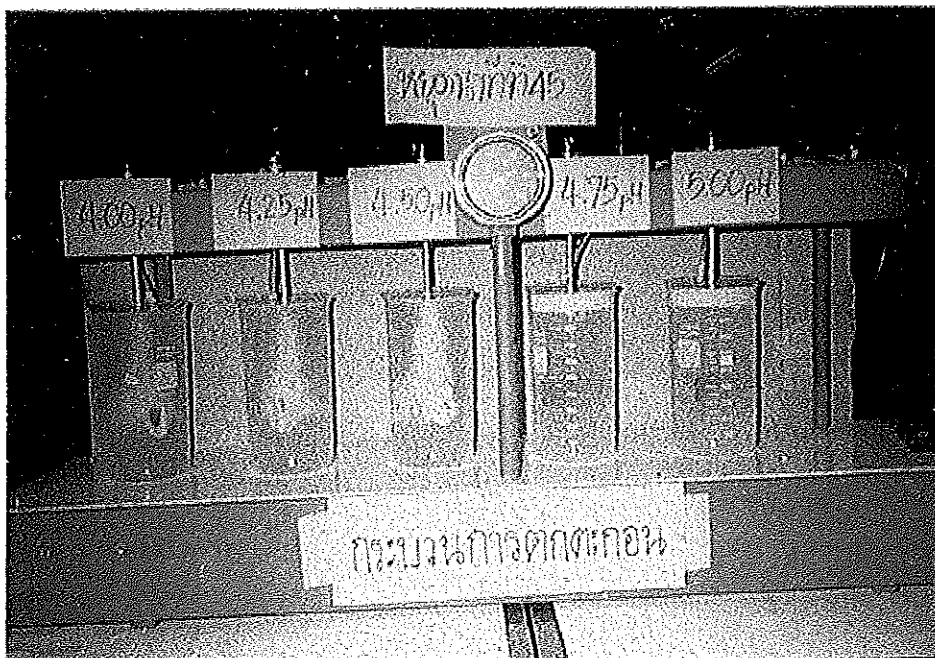
ดังนั้นจึงศึกษาหาค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับส่วนผสมของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสทิม โดยพีเอชที่จะทำการปรับ ได้แก่ พีเอช 4.00, 4.25, 4.50, 4.75 และ 5.00 ผลการศึกษาดังแสดงในตาราง 16 และภาพประกอบที่ 14

ผลการศึกษารั้งที่ 1 การใช้สัดส่วนของน้ำเสียที่มีค่าพีเอช 4.5 สามารถลดค่าความขุ่น ร้อยละ 99.02 ปริมาณสารแขวนลอยร้อยละ 96.00 ลดปริมาณซัลเฟตร้อยละ 48.04 ลดซีโอเคี้อยละ 15.59 และได้ปริมาณเนื้อยาง 7.29 กรัม/ลิตร

การศึกษารั้งที่ 2 ที่ค่าพีเอช 4.5 สามารถลดค่าความขุ่นร้อยละ 99.25 ปริมาณสารแขวนลอยร้อยละ 94.50 ซัลเฟตร้อยละ 40.00 ซีโอเคี้อยละ 14.00 และได้ปริมาณเนื้อยาง 7.50 กรัม/ลิตร

การศึกษารั้งที่ 3 ที่พีเอช 4.5 สามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 98.42 ปริมาณสารแขวนลอย ร้อยละ 94.00 ซัลเฟตร้อยละ 31.91 ค่า ซีโอเคี้อยละ 13.03 และได้ปริมาณเนื้อยาง 6.15 กรัม/ลิตร

จากผลการศึกษา โดยการใช้ส่วนผสมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสทิมภายใต้การปรับพีเอช พบว่าส่วนผสมของน้ำเสียทั้งที่มีค่าพีเอช 4.5 เป็นค่าพีเอชที่ทำให้เกิดการรวมตัวของเนื้อยางได้ดีที่สุด และสามารถลดปริมาณมลสารของน้ำเสียได้ดีที่สุดด้วย ดังภาพประกอบที่ 15



ภาพประกอบที่ 14 แสดงการใช้ส่วนผสมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมภายใต้ค่าพีเอช ต่าง ๆ

ตารางที่ 16 ลักษณะของน้ำเสียและประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนผสมระหว่างน้ำเสียจากระบบการผลิตน้ำขังกับน้ำเสียจากระบบการผลิตยางสกิม

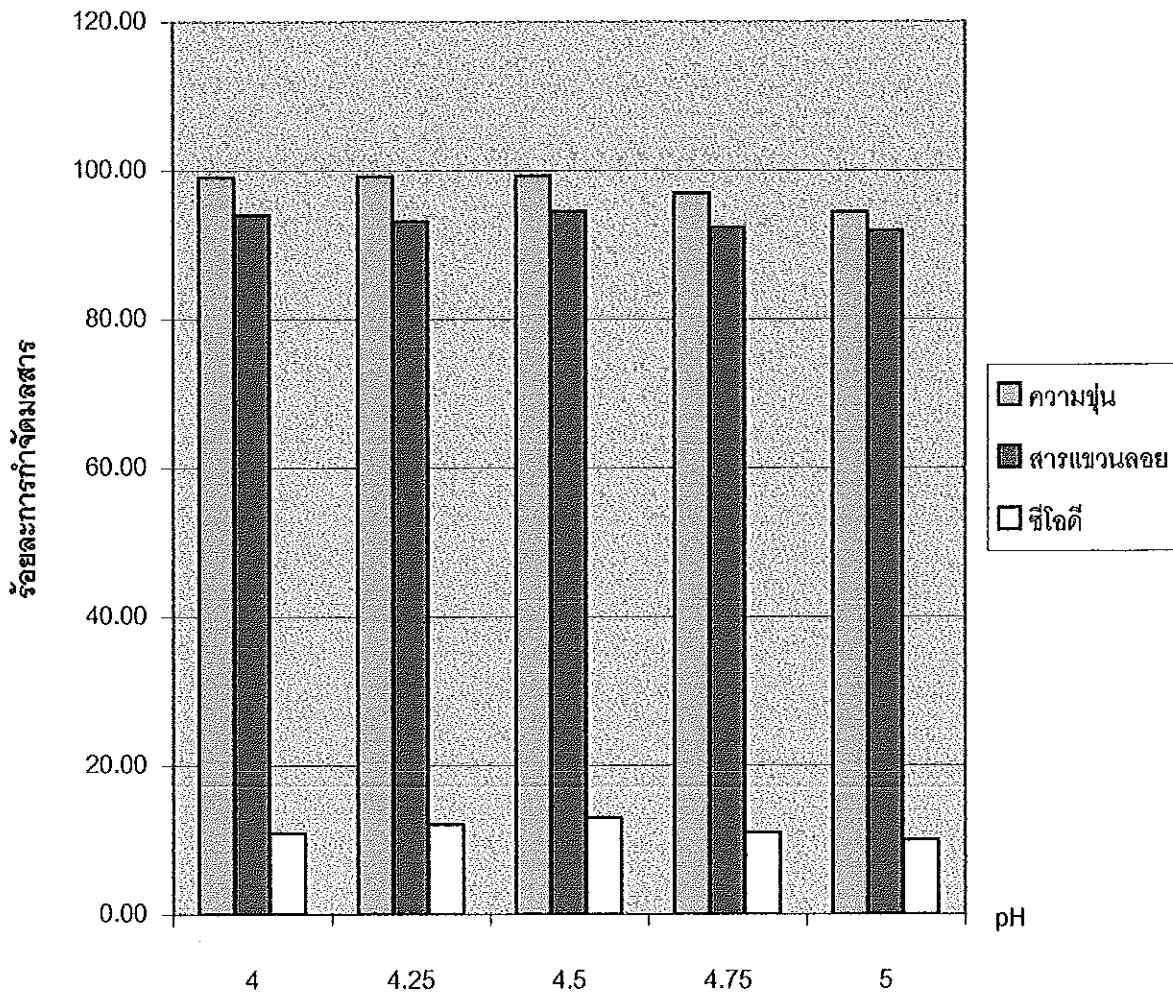
ภายใต้การปรับค่าพีเอชต่าง ๆ

การ ทดลอง ครั้งที่	พีเอช	สัดส่วนน้ำเสีย		ความขุ่น (NTU)			สารแขวนลอย (มก./ล.)			ไขมัน (มก./ล.)			ซีไอดี (มก./ล.)		
		น้ำขัง	ยางสกิม	ก่อน	หลัง	% Removal	ก่อน	หลัง	% Removal	ก่อน	หลัง	% Removal	ก่อน	หลัง	% Removal
1.	8.32	1	-	4,720	-	-	2,060	-	-	580	-	-	8,334	-	-
	3.85	-	1	350	-	-	655	-	-	7,325	-	-	15,335	-	-
	4.00	1	1	2,600	42	98.38	1,345	70	97.79	2,070	2,160	(4.35)	12,060	10,950	9.20
	4.25	1.67	1	3,080	63	97.95	1,534	80	94.78	1,575	1,680	(6.67)	10,500	9,750	7.14
	4.50	3.57	1	3,765	45	99.02	1,750	70	96.00	1,220	1,380	(13.11)	9,750	8,230	15.59
	4.75	5.54	1	4,050	90	97.77	1,840	120	93.47	975	720	26.15	8,360	7,450	9.33
	5.00	7.13	1	4,180	120	97.12	1,880	190	89.89	845	625	26.03	7,850	6,910	11.97
2.	8.06	1	-	4,960	-	-	2,340	-	-	573	-	-	6,630	-	-
	3.53	-	1	380	-	-	580	-	-	6,908	-	-	14,075	-	-
	4.00	2.25	1	2,580	23	99.10	1,500	90	94.00	1,805	1,885	(4.43)	10,450	9,450	10.91
	4.25	5.54	1	3,260	26	99.20	1,670	115	93.11	1,420	1,530	(7.75)	8,268	7,275	12.04
	4.50	7.7	1	3,515	25	99.29	1,730	95	94.50	1,150	1,310	(13.91)	8,050	6,925	13.03
	4.75	9.3	1	3,620	110	96.96	1,769	135	92.36	980	850	13.26	7,485	6,735	11.02
	5.00	11.05	1	3,750	210	94.40	1,790	145	91.90	895	635	26.81	7,130	6,560	10.00
3.	7.92	1	-	4,320	-	-	1,840	-	-	495	-	-	6,650	-	-
	3.48	-	1	310	-	-	560	-	-	7,065	-	-	14,830	-	-
	4.00	4.58	1	2,230	42	98.11	1,240	87	92.98	1,980	2,050	(3.53)	10,860	9,675	9.56
	4.25	6.69	1	2,790	50	98.21	1,475	110	92.54	1,560	1,690	(8.33)	8,715	7,665	12.01
	4.50	8.8	1	2,910	46	98.42	1,500	90	94.00	1,175	1,280	(8.94)	8,480	7,375	13.97
	4.75	10.90	1	3,285	62	98.11	1,750	150	91.42	965	945	2.07	7,935	7,060	10.02
	5.00	13.08	1	3,775	120	96.82	1,780	230	87.07	765	735	3.92	6,950	6,255	7.99

หมายเหตุ: ก่อน = น้ำผสมก่อนการทดลอง (Jar Test)

หลัง = น้ำผสมหลังการทดลอง (Jar Test)

() = ค่าที่เพิ่มขึ้น



ภาพประกอบ 15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนผสมระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม ภายใต้การปรับค่าพีเอช ต่างๆ

2.3 การหาชนิดและปริมาณสารรวมตะกอนที่ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนในน้ำเสียได้ดีที่สุด

2.3.1 การใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุลบ (Anionic Polymer)

2.3.1.1 การใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุลบเป็นสารรวมตะกอนที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

การศึกษาใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุลบ (Anionic Polymer) เป็นสารรวมตะกอน โดยใช้ปริมาณความเข้มข้นที่ต่างกัน คือ 0.5, 1, 2 และ 4 มิลลิกรัม/ลิตร จากการศึกษาทำน้ำเสียรวม 3 ครั้ง โดยไม่คำนึงถึงพีเอชของน้ำเสีย ผลการศึกษาดังตาราง 17 เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการลดมลสารเมื่อใช้โพลิเมอร์ประจุลบที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าเมื่อใช้โพลิเมอร์ประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นค่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียดีที่สุด คือ การศึกษาครั้งที่ 1 พบว่า สามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 84.86 สารแขวนลอยได้ร้อยละ 61.40 ทดซัลเฟตได้ร้อยละ 53.20 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 64.11 การศึกษาครั้งที่ 2 สามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 93.75 สารแขวนลอยได้ร้อยละ 78.95 ทดซัลเฟตได้ร้อยละ 9.96 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 32.81 การศึกษาครั้งที่ 3 สามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 17.70 สารแขวนลอยได้ร้อยละ 21.57 ทดซัลเฟตได้ร้อยละ 29.06 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 29.75

2.3.1.2 การใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นสารรวมตะกอนภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ

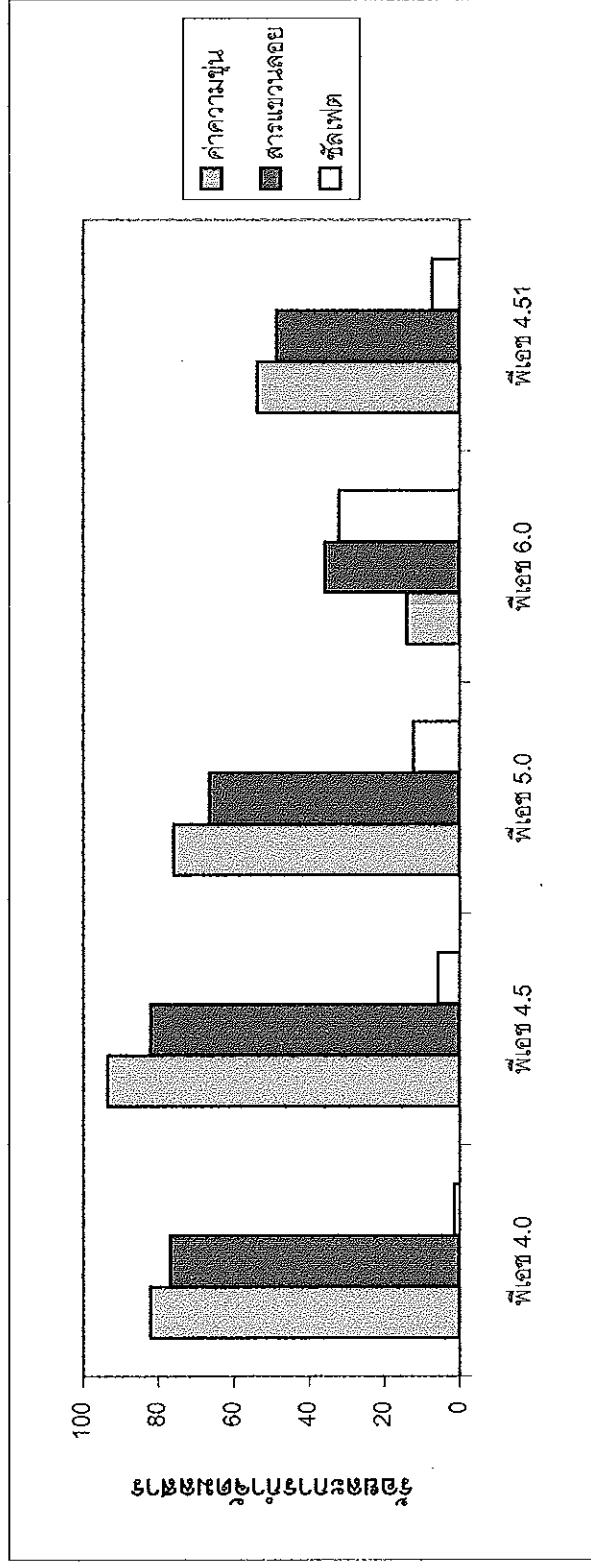
จากการศึกษาข้อ 2.3.1.1 พบว่าการใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นค่าที่สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด จึงนำค่าความเข้มข้นดังกล่าวมาทำการศึกษากับน้ำเสียที่มีค่าพีเอช ต่างกัน ดังนี้ พีเอช 4.0, 4.5, 5.5 และ 6.0 ผลการศึกษาดังตาราง 18 และภาพประกอบ 16 และ 17 พบว่า โพลิเมอร์ชนิดประจุลบ ที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่ดีที่สุด ที่ค่าพีเอช 4.5 โดยสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 93.48 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 82.05 ลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 5.83

ตาราง 17 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพอลิเมอร์ชนิดประจุลบที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

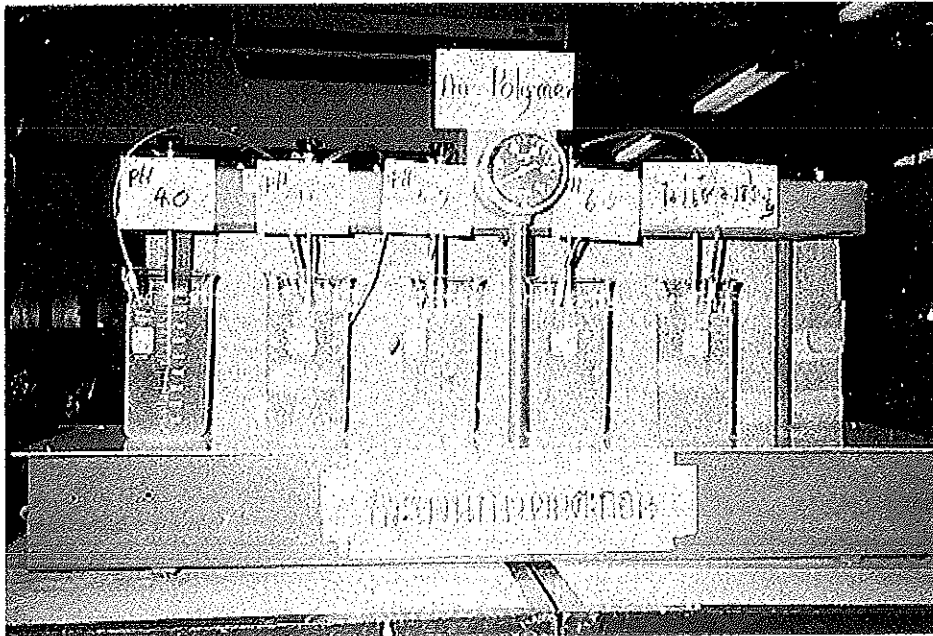
การทดลองครั้งที่	ตัวแปร	ความเข้มข้นของโพอลิเมอร์ประจุลบ (มก./ล.)																	
		นำเสียรวม			0			0.5			1.0			2.0			4.0		
		ก่อนการทดลอง	ความเข้มข้น	%removal	ความเข้มข้น	%removal	ความเข้มข้น	%removal	ความเข้มข้น	%removal	ความเข้มข้น	%removal	ความเข้มข้น	%removal	ความเข้มข้น	%removal	ความเข้มข้น	%removal	
1	ความขุ่น (NTU)	350	76	78.29	57	83.71	55	84.29	53	84.86	65	81.43							
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	285	150	47.37	125	56.14	120	57.81	110	61.40	135	52.63							
	ซัลเฟต (มก./ล.)	2,295	1,756	23.49	1,363	40.65	1,239	46.01	1,074	53.20	1,165	49.24							
	ซีไอดี (มก./ล.)	6,392	4,312	32.54	2,424	62.08	2,416	62.20	2,294	64.11	2,384	61.70							
2	ความขุ่น (NTU)	960	390	59.37	86	91.04	80	91.66	60	93.75	92	90.41							
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	750	260	54.38	165	71.05	135	76.31	120	78.95	160	71.93							
	ซัลเฟต (มก./ล.)	1,064	1,050	1.31	1,038	2.44	1,025	3.66	958	9.96	1,012	4.89							
	ซีไอดี (มก./ล.)	5,330	4,233	20.58	4,031	24.37	3,698	30.62	3,581	32.81	3,660	31.33							
3	ความขุ่น (NTU)	113	95	15.93	99	12.39	95	15.96	73	17.70	97	14.16							
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	255	210	17.65	205	19.60	215	15.96	200	21.57	200	21.57							
	ซัลเฟต (มก./ล.)	2,092	1,855	11.33	1,829	12.57	1,697	18.88	1,484	29.06	2,066	1.24							
	ซีไอดี (มก./ล.)	6,780	5,292	21.94	5,084	25.01	5,046	25.58	4,763	29.75	4,876	28.08							

ตาราง 18 ประสิทธิภาพการลดมลพิษเมื่อให้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม / ลิตร เป็นสารรวมตะกอนภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ

ตัวแปร	ค่าพีเอช											
	นำเสียก่อน		4.0		4.5		5.5		6.0		4.51	
	หลังการทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการทดลอง	ร้อยละ กำจัด
ค่าความขุ่น (NTU)	3.3	82.07	12	93.48	44	76.09	158	14.13	85	53.80		
สารแขวนลอย (มก./ล.)	45	76.92	35	82.05	65	66.67	125	35.90	100	48.72		
ซีดีพีดี (มก./ล.)	1,776	1.44	1,697	5.83	1,580	12.32	1,223	32.13	1,670	7.33		
ซีไอดี (มก./ล.)	9,715	-	9,432	-	8,941	2.44	6,782	26	8,615	6		



ภาพประกอบ 16 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลพิษเมื่อให้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม / ลิตร เป็นสารรวมตะกอนภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ



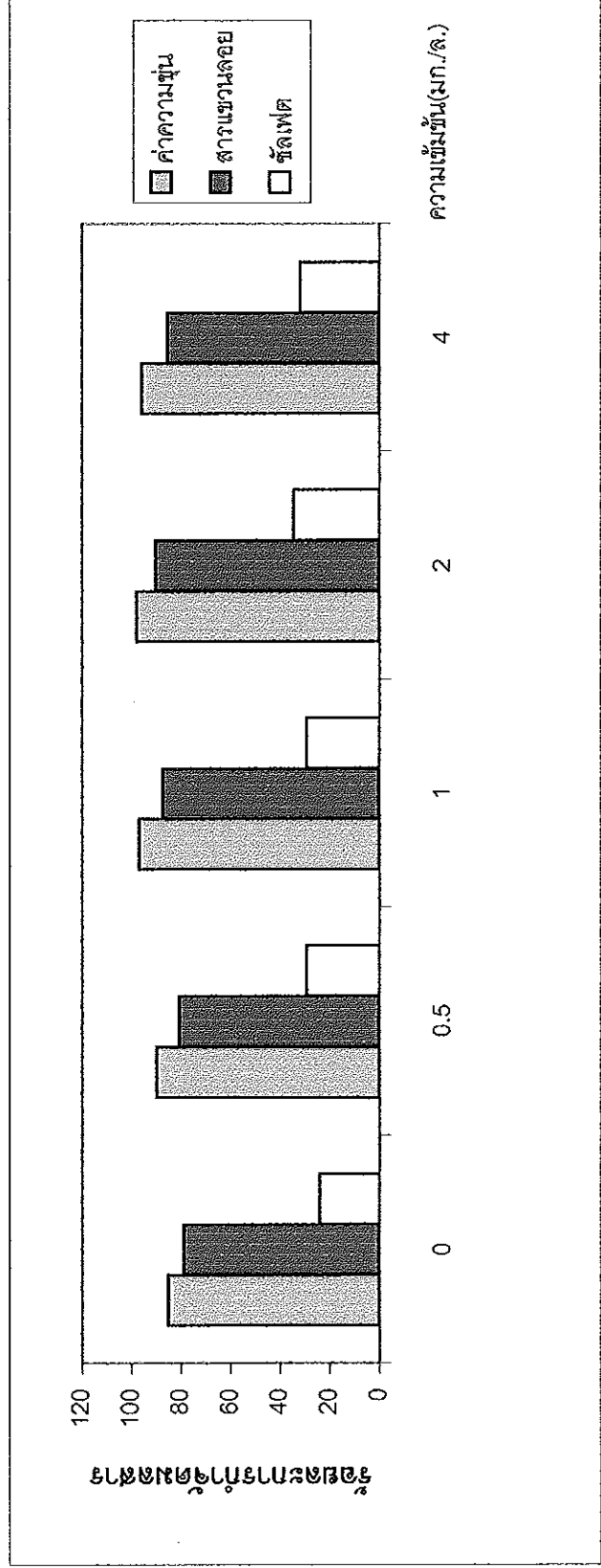
ภาพประกอบ 17 แสดงการใช้สารละลายโพลีเมอร์ประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้อค่าพีเอชต่าง ๆ

2.3.1.3 การใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่ค่าความเข้มข้นต่างๆภายใต้อค่าพีเอช 4.5

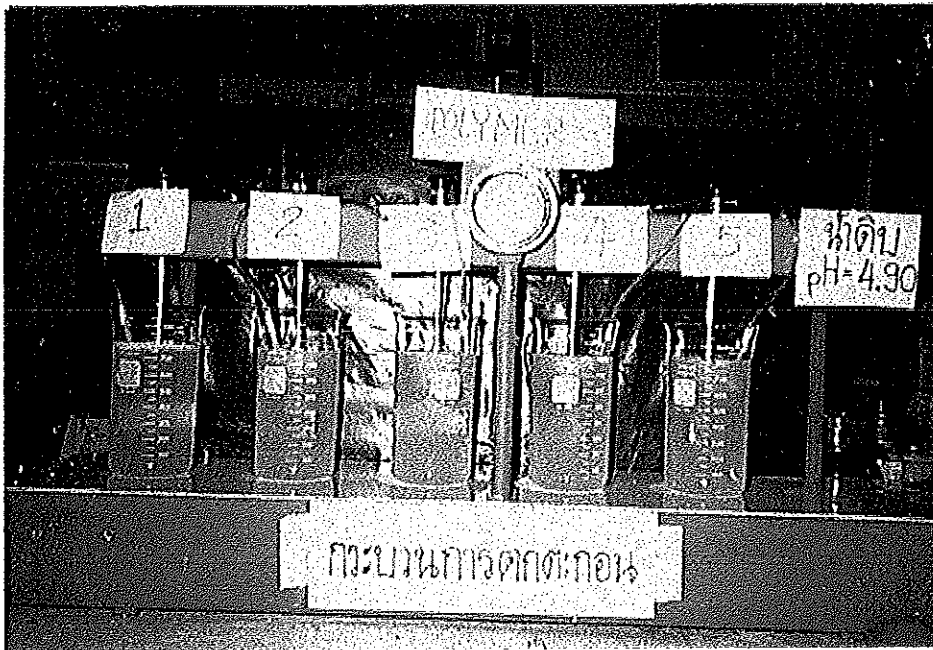
จากการศึกษาข้อ 2.3.1.2 พบว่าการใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุลบ ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ค่าพีเอช 4.5 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย จึงใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 0.5, 1.0, 2 และ 4.0 มิลลิกรัม/ลิตร มาศึกษากับน้ำเสียภายใต้อค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 ผลการศึกษาดังตาราง 19 และภาพประกอบ 18 และ 19 พบว่า เมื่อใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้อค่าพีเอช 4.5 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย คือ สามารถลดความขุ่นได้ร้อยละ 98.08 ปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 90.38 และลดซีไอได้ร้อยละ 34.72

ตาราง 19 ประสิทธิภาพการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพติเมอริชนิดประจุลบ ที่มีค่าความเข้มข้น ต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.5

ตัวแปร	ความเข้มข้นของโพติเมอริที่ใช้ (มิลลิกรัม/ลิตร)											
	นำเสียบก่อน		0		0.5		1.0		2.0		4.0	
	หลังการทดลอง	ร้อยละกำจัด	หลังการทดลอง	ร้อยละกำจัด	หลังการทดลอง	ร้อยละกำจัด	หลังการทดลอง	ร้อยละกำจัด	หลังการทดลอง	ร้อยละกำจัด	หลังการทดลอง	ร้อยละกำจัด
ค่าความขุ่น (NTU)	1,200	178	85.17	120	90.00	35.00	97.08	23	98.08	48	96.00	
สารแขวนลอย (มก./ล.)	520	110	78.85	100	80.77	65.00	87.50	50	90.38	75	85.58	
ซีดเฟต (มก./ล.)	985	748	24.06	695	29.44	695.00	29.44	643	34.72	669	32.08	



ภาพประกอบ 18 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพติเมอริชนิดประจุลบ ที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.5



ภาพประกอบ 19 แสดงการใช้สารละลายโพลิเมอร์ประจุลบที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.5

จากผลการศึกษาการใช้สารละลายโพลิเมอร์ชนิดประจุลบเป็นสารรวมตะกอน พบว่า การใช้สารละลายโพลิเมอร์ชนิดประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช 4.5 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย

2.3.2 การใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุบวก (Cationic Polymer) เป็นสารรวมตะกอน

2.3.2.1 การใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุบวกเป็นสารรวมตะกอนที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

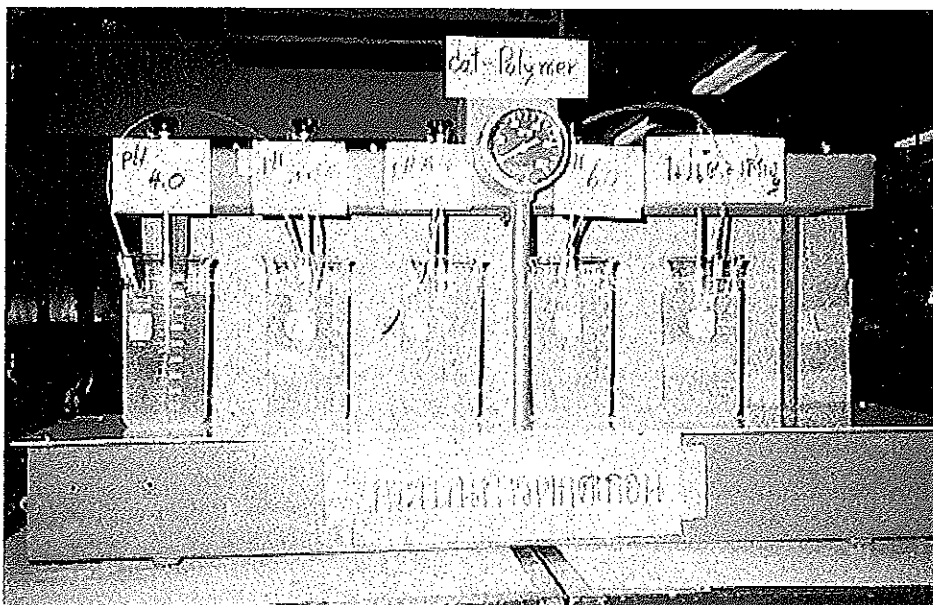
การศึกษานำโพลิเมอร์ชนิดประจุบวกเป็นสารตัวรวมตะกอนโดยใช้ปริมาณความเข้มข้นที่ต่าง ๆ ดังนี้ คือ 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นสารรวมตะกอน จากการศึกษาค้ำน้ำเสี้ยวรวม โดยไม่คำนึงถึงค่าพีเอชของน้ำเสี้ยวแต่อย่างใด ผลการศึกษาค้นตาราง 20 พบว่า เมื่อใช้โพลิเมอร์ประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นค่าความเข้มข้นที่ทำให้ประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสี้ยวดีที่สุด คือ การศึกษาครั้งที่ 1 พบว่าสามารถลดความขุ่นได้ร้อยละ 90.00 สารแขวนลอยได้ร้อยละ 70.18 ลดซัลเฟต ได้ร้อยละ 54.77 และลดค่าซีไอดีได้ร้อยละ 64.00 การศึกษาครั้งที่ 2 พบว่าสามารถลดความขุ่นได้ร้อยละ 91.14 สารแขวนลอยได้ร้อยละ 75.43 ลดซัลเฟตได้ร้อยละ 8.27 และลดค่าซีไอดีได้ร้อยละ 31.33

ตาราง 20 ประสิทธิภาพในการลดมลสาร เมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารรวมตะกอน

การทดลองครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียรวม ก่อนการทดลอง	ปริมาณโพลีเมอร์ประจุบวก (มก./ล.)									
			0		4		6		8		10	
			ความเข้มข้น	% removal	ความเข้มข้น	% removal	ความเข้มข้น	% removal	ความเข้มข้น	% removal	ความเข้มข้น	% removal
1	ความขุ่น (NTU)	285	76	78.29	72	88.00	43	87.71	35	90.00	40	88.57
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	350	150	47.37	115	59.65	100	64.91	85	70.18	105	63.16
	ซัลเฟต (มก./ล.)	2,295	1,756	23.49	1,117	51.33	1,091	52.46	1,038	54.77	1,064	53.64
	ซีโอที (มก./ล.)	6,392	4,312	32.54	2,456	61.53	2,339	63.41	2,301	64.00	2,361	63.31
2	ความขุ่น (NTU)	570	390	62.50	135	85.93	100	89.58	85	91.14	95	90.10
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	960	260	54.38	210	63.15	160	71.93	140	75.43	160	71.93
	ซัลเฟต (มก./ล.)	1,064	1,050	1.31	997	6.29	995	6.48	976	8.27	1,022	3.94
	ซีโอที (มก./ล.)	5,330	4,233	20.58	3,842	27.92	4,272	19.85	3,660	31.33	4,068	23.67

2.3.2.2 การใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นสารรวมตะกอนภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ

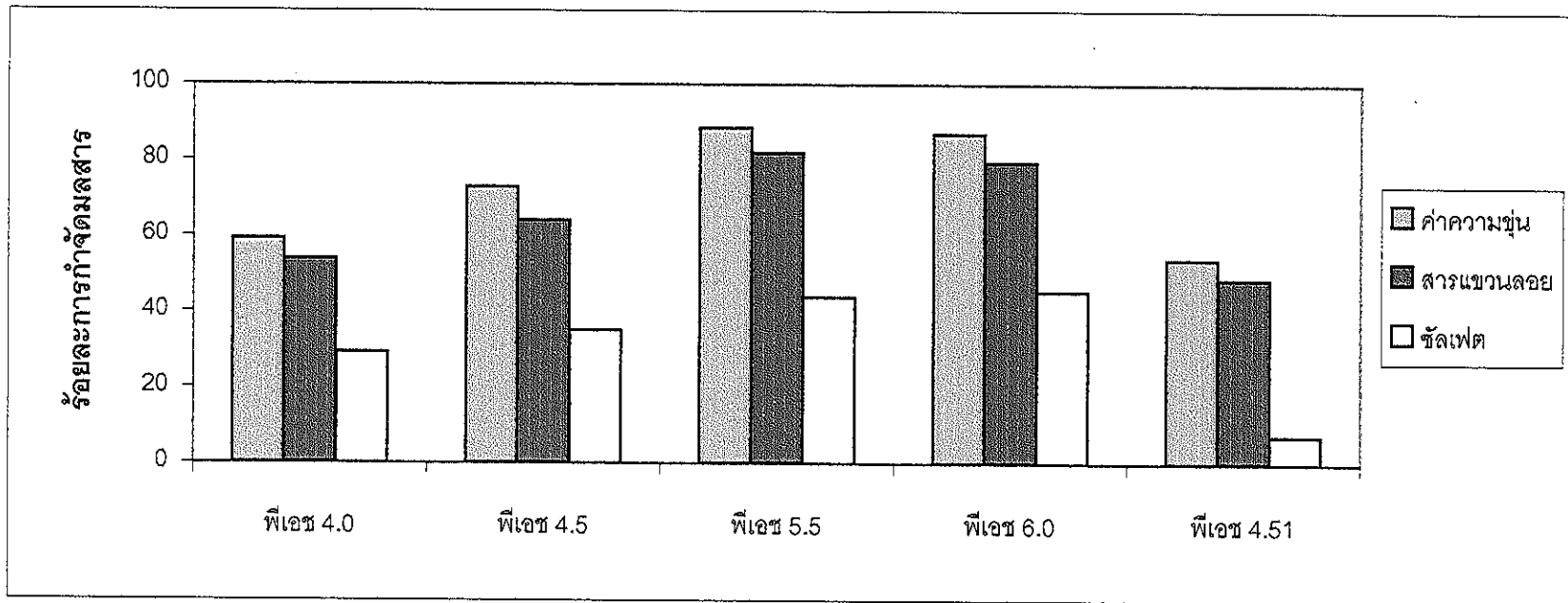
จากการศึกษาในข้อ 2.3.2.1 พบว่าการใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย ดังนั้น จึงนำโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้นดังกล่าว มาทำการศึกษาภายใต้การปรับค่าพีเอชต่าง ๆ ดังนี้ คือ พีเอช 4.0, 4.5, 5.5, 6.0 และไม่ปรับพีเอช ผลการทดลองดังตาราง 21 และภาพประกอบ 20 และ 21 พบว่า สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้พีเอช 5.5 มีประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่ดีที่สุด คือ สามารถลดความขุ่นได้ร้อยละ 88.59 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 82.05 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 43.84 และลดค่าซีไอดีได้ร้อยละ 8.05



ภาพประกอบ 20 แสดงการใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม / ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอชต่าง ๆ

ตาราง 21 ประสิทธิภาพการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุบวก ที่ความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตรภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ

ตัวแปร	น้ำเสียก่อน การทดลองพี เอช 4.51	ค่าพีเอช									
		4.0		4.5		5.5		6.0		4.51	
		หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal
ค่าความขุ่น(NTU)	184	75	59.24	50	72.83	21	88.59	24	86.96	85	53.8
สารแขวนลอย(มก./ล.)	195	90	53.85	70	64.1	35	82.05	40	79.09	100	48.72
ซีลเฟต(มก./ล.)	1,802	1,275	29.25	1,170	35.07	1,012	43.84	985	45.34	1,670	7.33
ซีโอดี(มก./ล.)	9,160	9,526	-	9,435	-	8,427	8.05	8,025	12.39	8,615	6

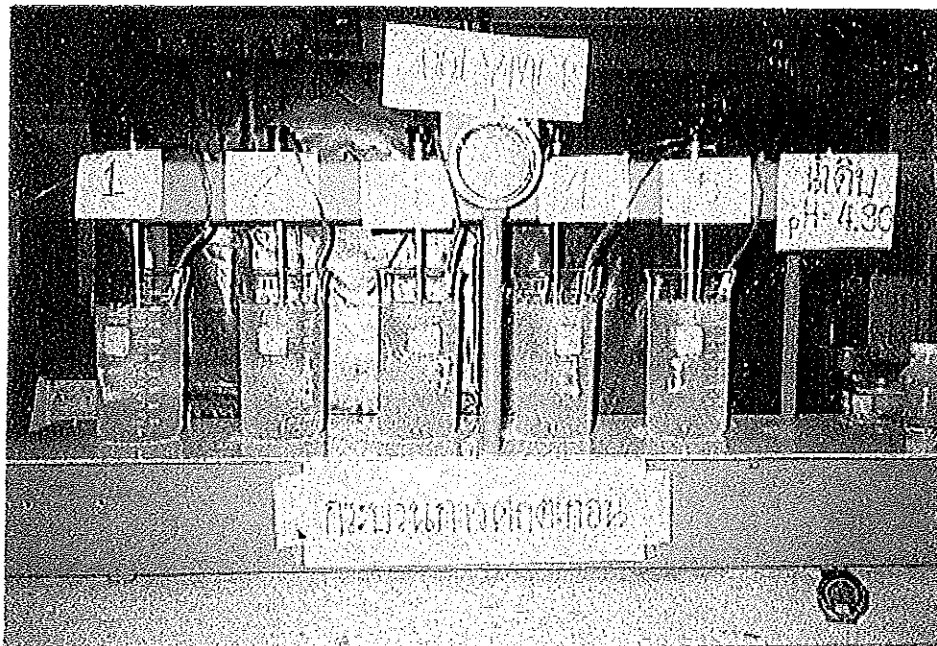


ภาพประกอบ 21 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุบวก ที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ

2.3.2.3 การใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.5

จากการศึกษาข้อ 2.3.2.2 พบว่าการใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอช 5.5 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย จึงนำการใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 4.0, 6.0, 8 และ 10 มาศึกษากับน้ำเสียภายใต้การปรับพีเอช 5.5 ผลการศึกษาดังตาราง 22 และภาพประกอบ 22 และ 23 พบว่า เมื่อใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอช 5.5 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย คือ สามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 97.17 ปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 93.26 และลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 48.22

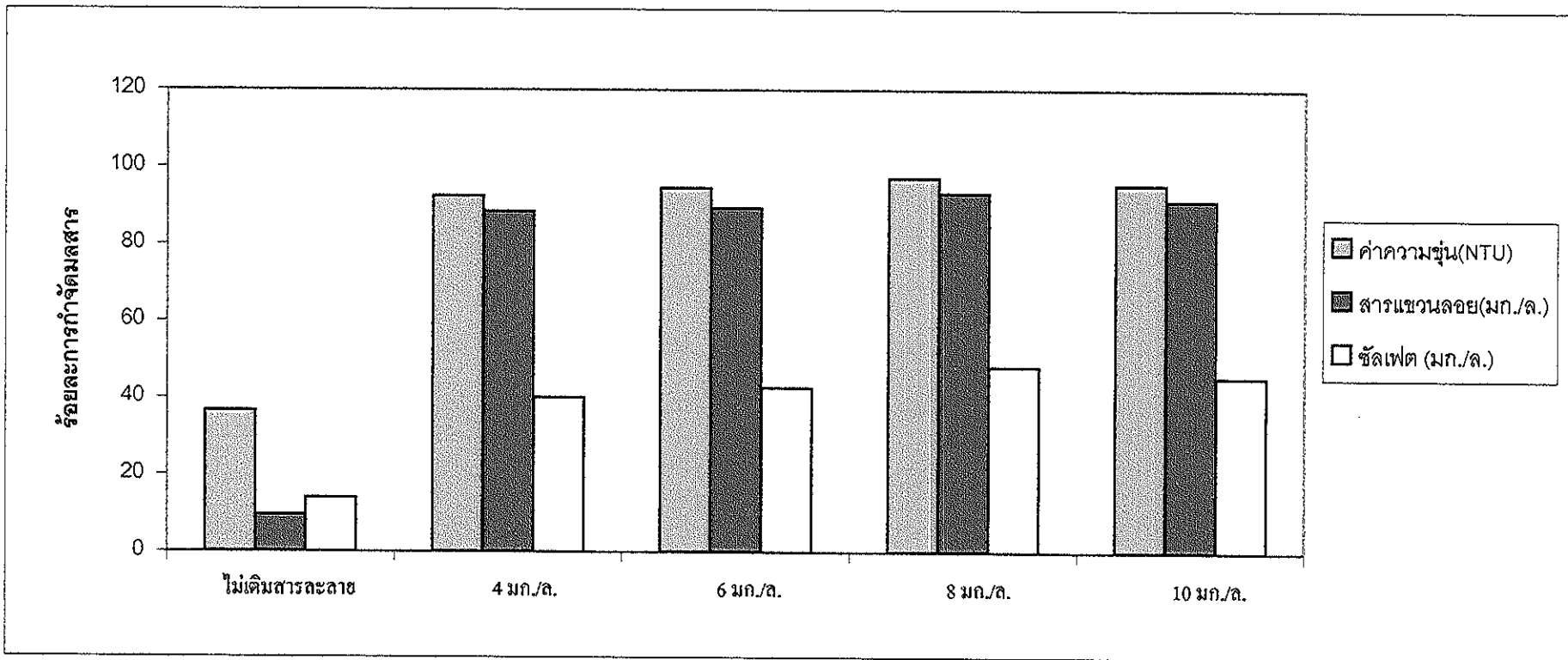
จากผลการศึกษาการใช้สารละลายโพลิเมอร์ชนิดประจุบวกเป็นสารรวมตะกอนของน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น พบว่า การใช้สารละลายโพลิเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช 5.5 เป็นค่าที่ดีที่สุด แต่มีค่าใช้จ่ายที่ทำให้เนื้อมายในน้ำเสียจับตัวกันได้ดีที่สุด ถ้าต้องการให้ได้เนื้อมายกลับคืนจากน้ำเสียมากที่สุดจะต้องปรับค่าพีเอชของน้ำเสียให้ได้ 4.5 ก่อนปล่อยน้ำเสียก่อนเข้าบ่อคักยาง โดยใช้ส่วนผสมของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำยางสกิมให้ได้ค่าพีเอช 4.5 ด้วยเหตุผลนี้จึงไม่จำเป็นต้องใช้สารละลายโพลิเมอร์ชนิดบวกเป็นสารรวมตะกอนของน้ำเสียในการบำบัดน้ำเสียของโรงงาน



ภาพประกอบ 22 แสดงการใช้โพลิเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.5

ตาราง 22 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุบวก ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอชที่ 5.5

ตัวแปร	น้ำเสียก่อนทดลอง	ปริมาณโพลีเมอร์(มก.ล.)									
		0		4		6		8		10	
		หลังการทดลอง	% removal	หลังการทดลอง	% removal	หลังการทดลอง	% removal	หลังการทดลอง	% removal	หลังการทดลอง	% removal
ค่าความขุ่น(NTU)	1200	760	36.67	90	92.5	93	94.58	34	97.17	55	95.42
สารแขวนลอย(มก./ล.)	520	470	9.61	60	88.46	55	89.42	35	93.26	45	91.35
ซีลเฟต (มก./ล.)	985	848	13.91	590	40.1	564	42.74	510	48.22	537	45.48



ภาพประกอบ 23 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุบวก ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอชที่ 5.5

2.3.3 การใช้สารส้มเป็นสารรวมตะกอน

2.3.3.1 การใช้สารละลายสารส้มเป็นสารรวมตะกอนที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ

การศึกษาใช้สารละลายสารส้มเป็นสารรวมตะกอนโดยใช้สารส้ม ความเข้มข้นที่ต่างกัน ดังนี้ 50, 100, 200, 250 และ 500 มิลลิกรัม/ลิตร โดยศึกษากับน้ำเสียรวม โดยไม่คำนึงถึงค่าพีเอชของน้ำเสีย ผลการศึกษาดังตาราง 23 พบว่าเมื่อใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นค่าที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่ดีที่สุด คือ การศึกษาครั้งที่ 1 พบว่าสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 97.14 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 78.95 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 53.20 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 66.88 การศึกษาครั้งที่ 2 พบว่าสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 87.5 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 82.45 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 9.96 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 56.3 และการทดลองครั้งที่ 3 พบว่าสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 84.96 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 45.1 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 19.4 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 28.55

2.3.3.2 การใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นสารรวมตะกอน ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ

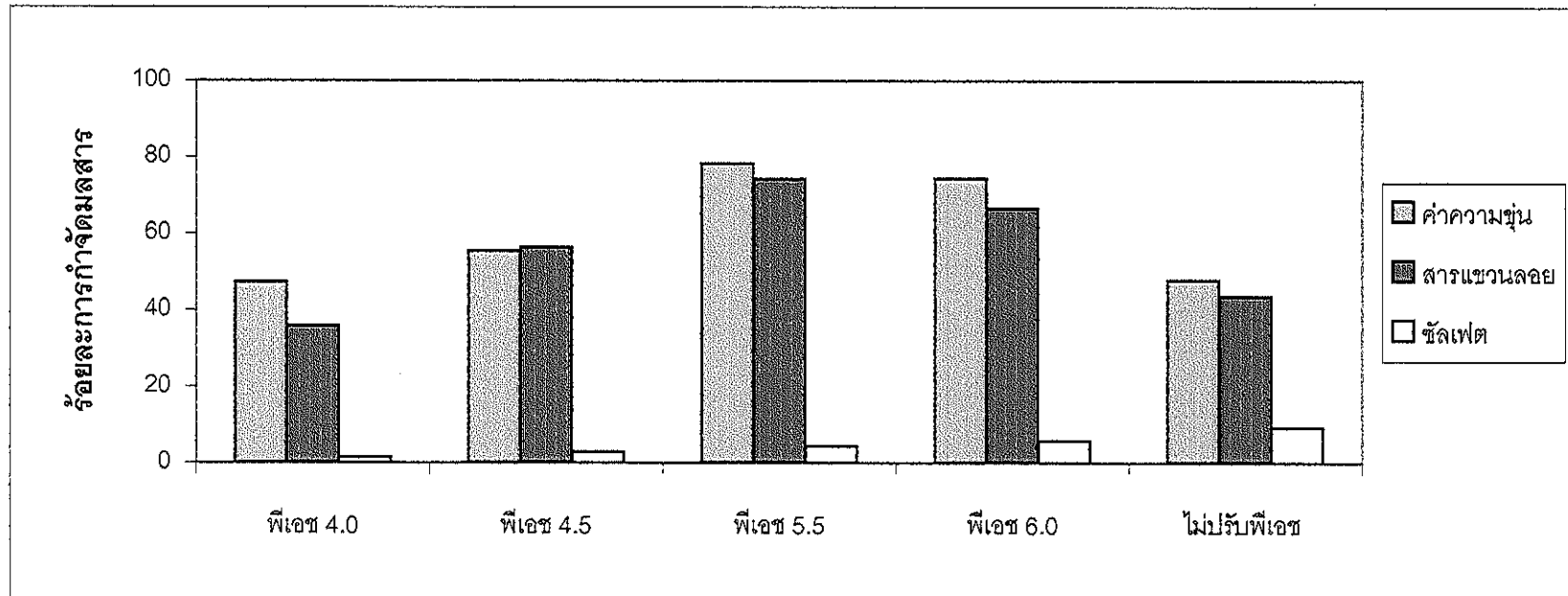
การใช้สารละลายสารส้มที่มีค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร มาทำการศึกษา ภายใต้การปรับค่าพีเอชต่าง ๆ ดังนี้ 4.0, 4.5, 5.0 และ 6.0 ผลการศึกษาดังตาราง 24 และภาพประกอบ 24 และ 25 พบว่าการใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่ดีที่สุด ภายใต้ค่าพีเอช 5.0 โดยสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 74.36 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 78.26 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 2.89 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 8.00

ตาราง 23 ประสิทธิภาพในการลดมลสาร เมื่อใช้สารละลายสารส้มที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

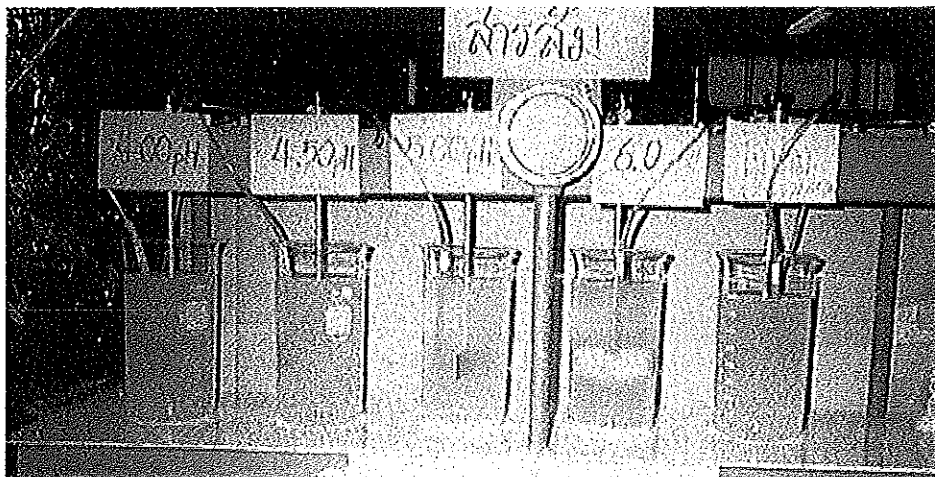
การทดลองครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการทดลอง	ปริมาณสารส้ม (มก./ล.)									
			50		100		200		250		500	
			หลังการทดลอง	%removal	หลังการทดลอง	%removal	หลังการทดลอง	%removal	หลังการทดลอง	%removal	หลังการทดลอง	%removal
1	ความขุ่น (NTU)	350	60	82.86	20	94.29	10	97.14	22	93.71	15	95.71
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	285	115	59.64	90	68.42	60	78.95	95	66.66	80	71.93
	ซัลเฟต (มก./ล.)	2,295	1,756	23.49	1,591	30.68	1,074	53.2	1,165	49.24	1,272	44.58
	ซีโอดี (มก./ล.)	6,392	2,461	61.5	2,349	63.25	2,117	66.88	2,146	66.43	2,079	67.74
2	ความขุ่น (NTU)	960	230	76.04	160	83.33	120	87.5	180	81.25	135	85.93
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	570	180	68.42	160	71.92	100	82.45	140	75.43	120	78.94
	ซัลเฟต (มก./ล.)	1,064	1,038	2.44	1,012	4.89	958	9.96	983	7.61	1,012	4.89
	ซีโอดี (มก./ล.)	5,330	3,485	34.61	2,485	53.37	2,329	56.3	2,924	45.14	2,618	50.88
3	ความขุ่น (NTU)	113	84	25.66	95	15.93	17	84.96	20	82.30	26	76.99
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	255	205	9.61	215	15.69	140	45.1	150	41.18	160	37.25
	ซัลเฟต (มก./ล.)	2,092	1,829	12.57	1,750	16.35	1,686	19.4	1,723	17.64	1,754	16.15
	ซีโอดี (มก./ล.)	6,780	5,330	21.38	5,292	21.94	4,844	28.55	4,933	27.24	4,950	26.99

ตาราง 24 ประสิทธิภาพการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายสารส้มที่มีค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม / ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ

ตัวแปร	น้ำเสียก่อน การทดลองพี เอช 4.51	ค่าพีเอช									
		4.0		4.5		5.5		6.0		ไม่ปรับพีเอช	
		หลังการ ทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการ ทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการ ทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการ ทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการ ทดลอง	ร้อยละ กำจัด
ค่าความขุ่น (NTU)	184	97	47.28	82	55.43	40	78.26	47	74.46	96	47.82
สารแขวนลอย (มก./ล.)	195	125	35.9	85	56.41	50	74.36	65	66.67	110	43.58
ซัลเฟต (มก./ล.)	1,802	1,776	1.44	1,750	2.89	1,723	4.38	1,697	5.83	1,650	9.34
ซีโอดี (มก./ล.)	9,165	10,181	-	9,532	-	8,432	8	7,699	16	8,705	5.02



ภาพประกอบ 24 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายสารส้ม ที่มีค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม / ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ



ภาพประกอบ 25 การใช้สารละลายสารส้มที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอชต่าง ๆ

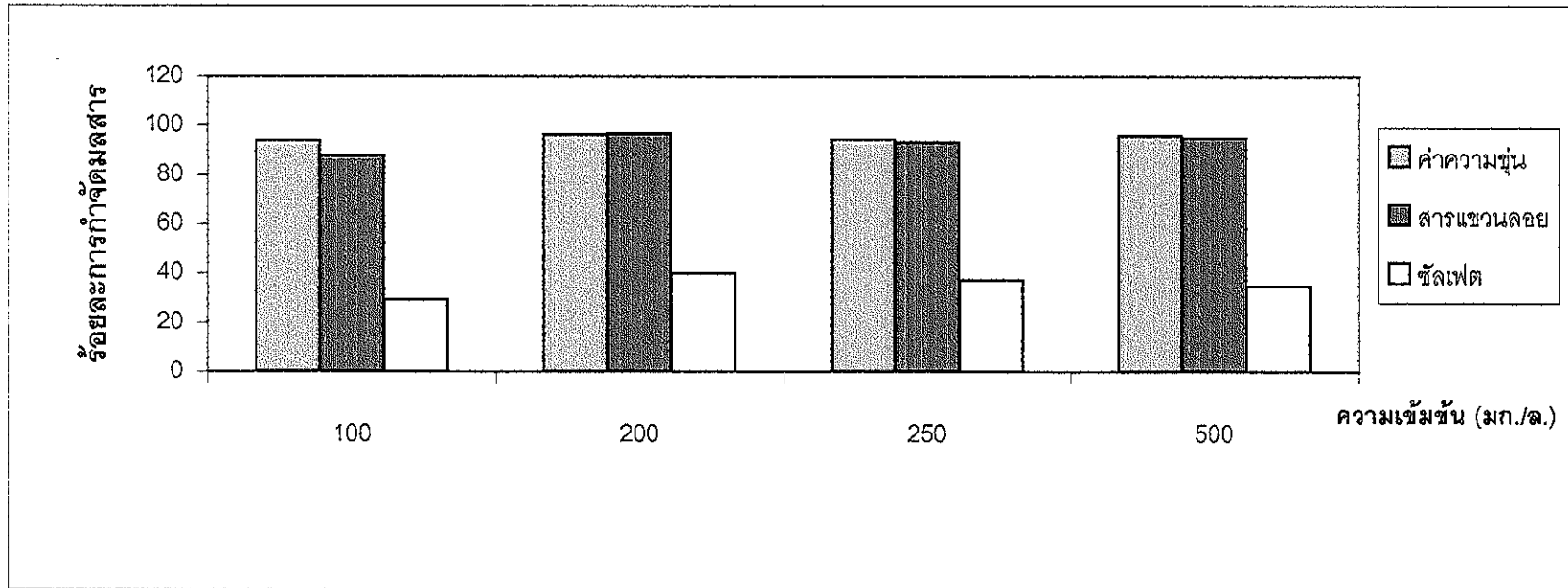
2.3.3.3 การใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้การปรับค่าพีเอช 5.0

จากผลการศึกษาข้อ 2.3.3.2 พบว่า การใช้สารละลายสารส้มที่มีค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช 5.0 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย ดังนั้น จึงใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้น 100, 200, 250 และ 500 มิลลิกรัม/ลิตร มาศึกษากับน้ำเสียภายใต้ค่าพีเอชเท่ากับ 5.0 ผลการศึกษาดังตาราง 25 และภาพประกอบ 25 และ 26 พบว่า เมื่อใช้สารละลายสารส้มที่ปริมาณความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช 5.0 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย คือ สามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 76.67 ปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 97.12 และลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 40.10

จากการศึกษาการใช้สารละลายสารส้มเป็นสารรวมตะกอนในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น พบว่า การใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอชที่ 5.0 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย แต่ยังไม่ได้เป็นค่าพีเอชที่จะทำให้เนือขางจับตัวกันได้ดีที่สุด ถ้าต้องการให้เกิดการจับตัวเป็นเนือขางแยกออกจากน้ำเสียจะต้องปรับค่าพีเอชของน้ำเสียให้มีค่า 4.5 ก่อนระบายเข้าบ่อคักขาง (Rubber Trap) โดยการใช้ส่วนผสมของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับขาง สกิม ซึ่งค่าพีเอชที่ 5 เป็นค่าที่สารละลายสารส้มลดปริมาณมลสารในน้ำเสียได้และจากภาพประกอบ 25 และ 27 พบว่า ตะกอนที่เกิดจากการใช้สารละลายสารส้มเป็นสารรวมตะกอนจะทำให้ตะกอนรวมตัวกันตกลงสู่ก้นถัง เมื่อนำไปใช้กับระบบลอยตะกอน ในบ่อคักขางจะทำให้เกิดการฟุ้งกระจาย

ตาราง 25 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายสารส้มที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.0

ตัวแปร	น้ำเสียรวม ก่อนการ ทดลอง	ปริมาณสารส้ม (มก./ล.)									
		ไม่เติมสารละลาย		100		200		250		500	
		หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal
ค่าความขุ่น(NTU)	1200	520	56.67	70	94.17	40	96.67	656	94.58	45	96.25
สารแขวนลอย(มก./ล.)	520	310	40.38	62	88.08	15	97	50	93.27	25	95.19
ซีลเฟต(มก./ล.)	985	748	24.06	695	29.44	590	40.1	616	37.46	643	34.72



ภาพประกอบ 26 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายสารส้มที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.0

ของตะกอนภายในปอดักยางได้ ด้วยเหตุผลนี้จึงไม่ใช้สารละลายสารส้มเป็นสารรวมตะกอนในการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของโรงงาน



ภาพประกอบ 27 แสดงการใช้สารละลายสารส้มที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 5.0

2.3.4 การใช้ปูนขาวเป็นสารรวมตะกอน

2.3.4.1 การใช้สารละลายปูนขาวที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารรวมตะกอน

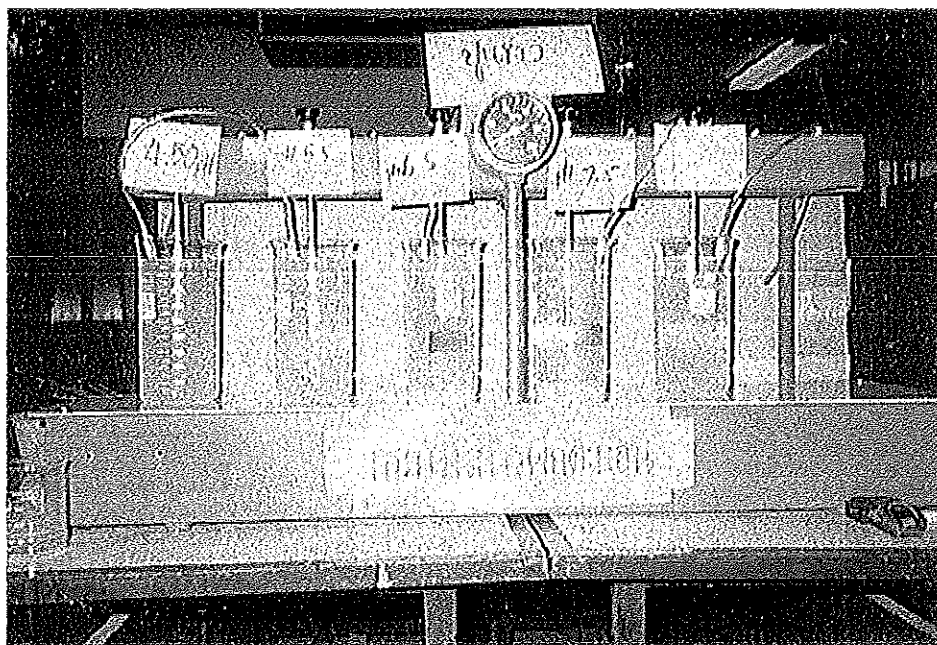
การศึกษาใช้สารละลายปูนขาวเป็นสารรวมตะกอน โดยใช้ปริมาณความเข้มข้นที่ต่างกัน ดังนี้ 25, 50, 100, 200 และ 250 มิลลิกรัม/ลิตร ผลการศึกษากับน้ำเสียรวม 3 ครั้ง โดยไม่คำนึงถึงค่าพีเอชของน้ำเสีย ดังตาราง 26 พบว่า เมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นค่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่ดีที่สุด คือ การศึกษาครั้งที่ 1 สามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 84.57 ปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 50.88 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 58.78 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 71.79 การศึกษาครั้งที่ 2 พบว่า สามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 93.65 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 82.46 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 29.98 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 39.68 การศึกษาครั้งที่ 3 พบว่าสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 26.55 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 29.41 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 27.68 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 40.50

ตาราง 26 ประสิทธิภาพในการลดมลสาร เมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

การ ทดลอง ครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อน การทดลอง	ปริมาณปูนขาว (มก./ล.)									
			25		50		100		200		250	
			หลังการ ทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการ ทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการ ทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการ ทดลอง	ร้อยละ กำจัด	หลังการ ทดลอง	ร้อยละ กำจัด
1	ความขุ่น (NTU)	350	65	81.43	73	79.14	84	76.00	54	84.57	60	82.85
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	285	150	47.37	175	328.60	170	40.35	140	50.88	145	49.12
	ซัลเฟต (มก./ล.)	2,295	1,618	59.50	1,231	46.36	1,101	52.03	946	58.78	1,867	18.65
	ซีโอดี (มก./ล.)	6,395	2,359	63.09	2,386	62.67	2,337	63.44	1,803	71.79	2,064	67.71
2	ความขุ่น (NTU)	960	70	92.71	72	92.50	62	93.54	61	93.65	67	93.02
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	570	160	71.963	170	70.18	130	77.19	100	82.46	150	73.68
	ซัลเฟต (มก./ล.)	1,064	1,011	3.48	957	10.05	880	17.29	745	29.98	820	22.93
	ซีโอดี (มก./ล.)	5,330	4,298	19.36	3,465	34.99	3,848	27.80	3,215	39.68	3,931	26.24
3	ความขุ่น (NTU)	113	86	23.89	91	19.47	84	25.66	83	26.55	85	24.78
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	255	205	19.61	210	17.64	205	19.61	180	29.14	190	25.49
	ซัลเฟต (มก./ล.)	2,092	1,618	22.66	1,644	21.41	1,618	22.66	1,513	27.68	1,682	19.60
	ซีโอดี (มก./ล.)	6,780	4,914	27.52	4,646	31.47	4,665	31.19	4,034	40.50	4,436	34.57

2.3.4.2 การใช้สารละลายปูนขาว 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอชต่าง ๆ

จากผลการศึกษาในหัวข้อ 2.3.4.1 พบว่าการใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย จึงนำค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร มาทำการศึกษาภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ ดังนี้ 4.5, 5.5, 6.5, 7.5 และไม่ปรับพีเอช ผลการศึกษาคังตาราง 27 และภาพประกอบ 28 และ 29 พบว่าการใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชที่ 7.5 เป็นค่าที่สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด คือสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 70.11 ปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 87.18 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 29.25 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 30.04



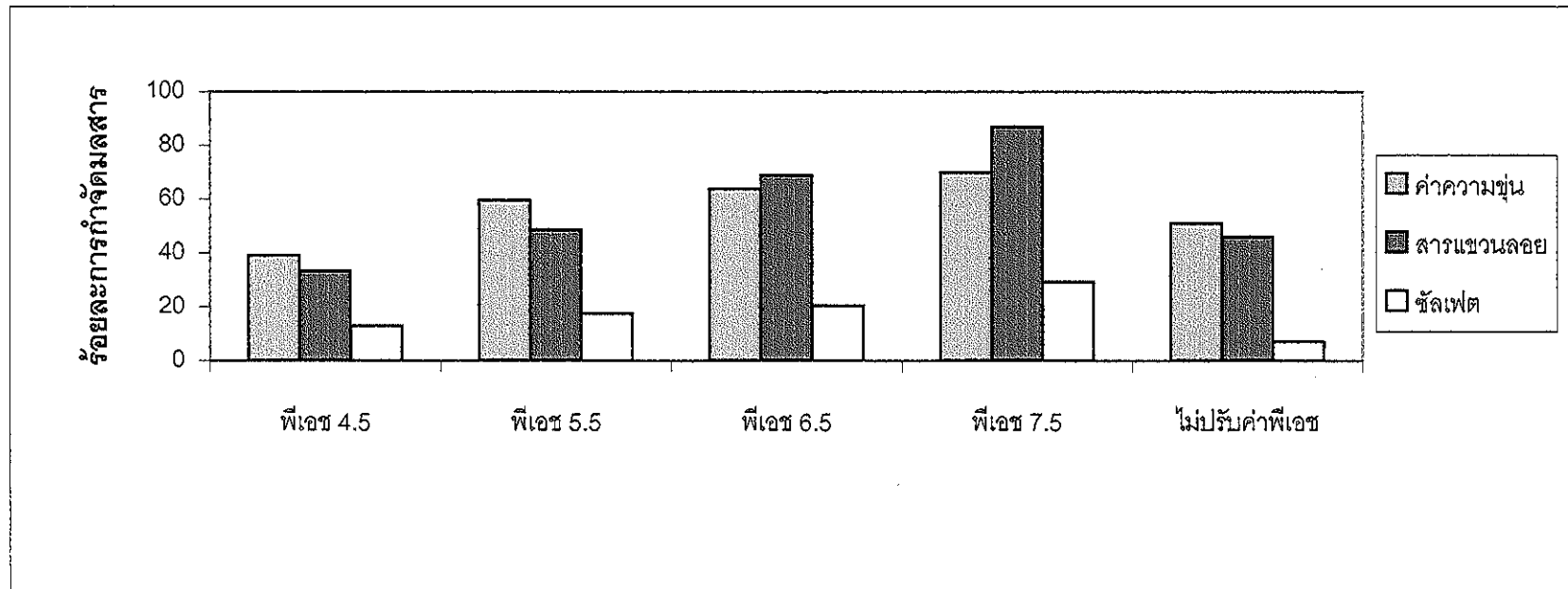
ภาพประกอบ 28 แสดงการใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอชต่าง ๆ

2.3.4.3 การใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 7.5

จากผลการศึกษาในหัวข้อ 2.3.4.2 พบว่าการใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอชที่ 7.5 เป็นค่าที่สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด ดังนั้นจึงใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 50, 100, 200 และ 250 มิลลิกรัม/ลิตร มาทดลองกับน้ำเสียภายใต้การปรับพีเอชที่ 7.5 ผลการศึกษาคังตาราง 28 และภาพประกอบ 30 ถึง 31 พบว่าเมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นค่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่ดีที่สุด ภายใต้ค่าพีเอช 7.5 โดยสามารถลดค่าความขุ่นได้

ตาราง 27 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม / ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ

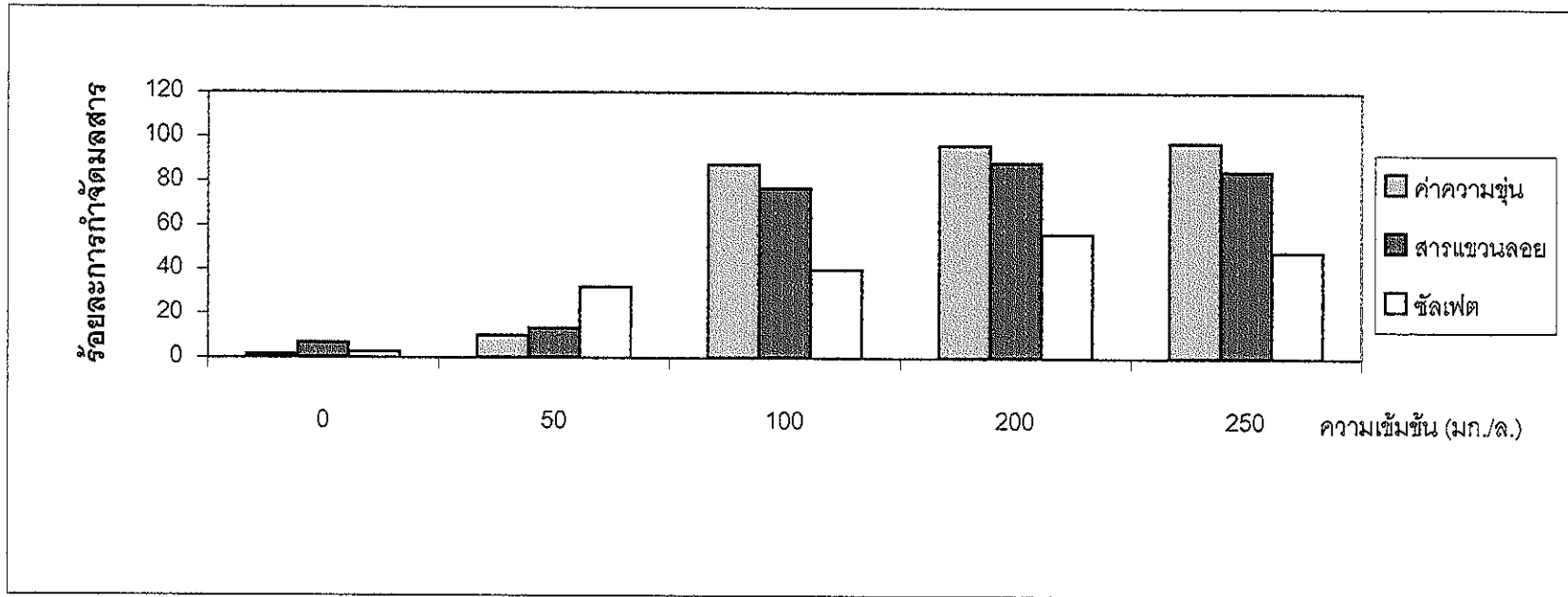
ตัวแปร	น้ำเสีย ก่อนการ ทดลอง	ค่าพีเอช									
		4.5		5.5		6.5		7.5		ไม่ปรับค่าพีเอช	
		หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal
ค่าความขุ่น(NTU)	184	112	39.13	74	59.78	70	63.96	55	70.11	90	51.08
สารแขวนลอย(มก./ล.)	195	130	33.33	100	48.72	60	69.23	25	87.18	105	46.15
ซีลเฟต(มก./ล.)	1,802	1,565	13.15	1,486	17.54	1,433	20.48	1,275	29.25	1,670	7.32
ซีโอดี(มก./ล.)	9,165	10,900	-	8,610	6	7,603	17.04	6,413	30.04	8,605	6.11



ภาพประกอบ 29 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่มีค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม / ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่างๆ

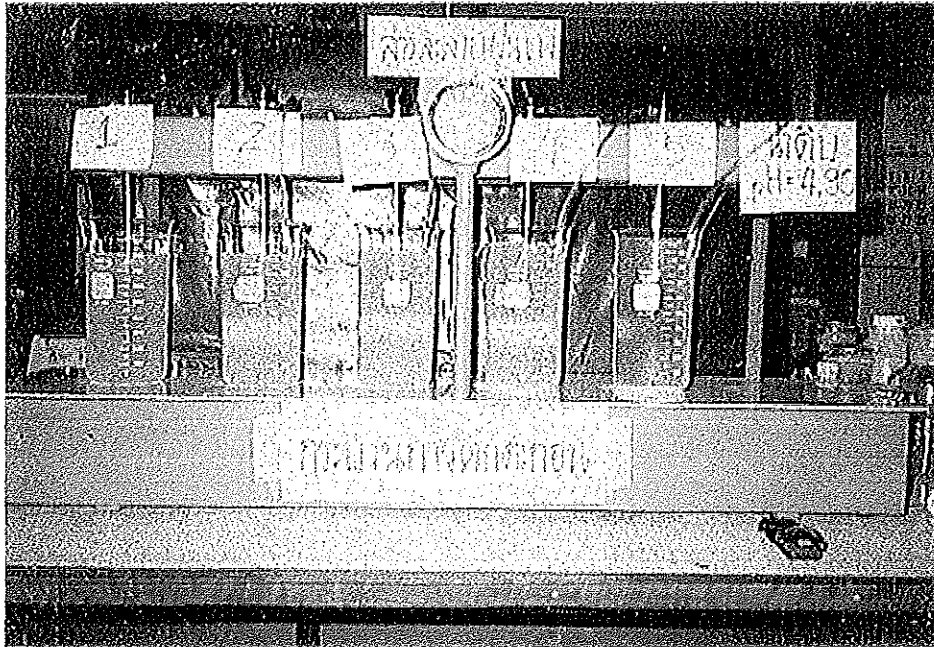
ตาราง 28 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น ต่างๆ ภายใต้ค่าพีเอช 7.5

ตัวแปร	น้ำเสียรวม ก่อนการ ทดลอง	ปริมาณปูนขาว(มก./ล.)									
		0		50		100		200		250	
		หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal
ค่าความขุ่น(NTU)	1,200	1,180	1.67	1,080	10.00	150	87.50	38	96.38	40	97.50
สารแขวนลอย(มก./ล.)	520	484	6.92	450	13.46	120	76.92	88	88.46	80	84.62
ซีลเฟต(มก./ล.)	985	959	2.64	669	32.08	590	40.10	56	56.24	522	48.12



ภาพประกอบ 30 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้นต่างๆ ภายใต้ค่าพีเอช 7.5

ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด ภายใต้ค่าพีเอช 7.5 โดยสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 96.38 ปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 88.46 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 56.24



ภาพประกอบ 31 แสดงการใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 7.5

จากผลการศึกษาการใช้สารละลายปูนขาวเป็นสารรวมตะกอนในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น พบว่า การใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอชที่ 7.5 เป็นค่าที่สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด แต่มีข้อเป็นค่าพีเอชที่จะทำให้เกิดการจับตัวของอนุภาคภายในน้ำเสียได้ดีที่สุด ซึ่งถ้าต้องการให้อนุภาคภายในน้ำเสียจับตัวกันเป็นเนื้อยางแยกออกจากน้ำเสียจะต้องให้มีค่าพีเอช 4.5 โดยใช้ส่วนผสมของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตให้มีค่าพีเอช 4.5 ซึ่งจากผลการศึกษาโดยใช้ปูนขาวเป็นสารรวมตะกอนที่พีเอช 4.5 สารละลายปูนขาวสามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียได้ไม่ต่ำกว่าที่ควรและจากภาพประกอบ 28 และ 31 จะเห็นว่าตะกอนที่เกิดจากการใช้สารละลายปูนขาวเป็นสารรวมตะกอนนั้นจะรวมตัวกันตกลงสู่กันถึง เมื่อนำไปใช้กับระบบลอยตะกอนในบ่อดักขาก็จะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนภายในบ่อดักขางได้ ด้วยเหตุผลนี้จึงไม่นำสารละลายปูนขาวเป็นสารรวมตะกอนในการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของโรงงาน

2.3.5 การใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) เป็นสารรวมตะกอน

2.3.5.1 การใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารรวมตะกอน

การศึกษาใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์เป็นสารรวมตะกอนโดยใช้สารเฟอร์ริกคลอไรด์ความเข้มข้นที่ต่าง ๆ ดังนี้ 10, 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร จากการศึกษา กับน้ำเสียรวม 3 ครั้ง โดยไม่คำนึงถึงค่าพีเอชของน้ำเสีย ซึ่งผลการศึกษาดังตาราง 29 พบว่าเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นความเข้มข้นที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่ดีที่สุด คือ การศึกษาครั้งที่ 1 สามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 95.71 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 71.92 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 53.25 และลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 66.69 การศึกษาครั้งที่ 2 พบว่าสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 95.10 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 80.70 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 7.43

2.3.5.2 การใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้อ่างค่าพีเอชต่าง ๆ

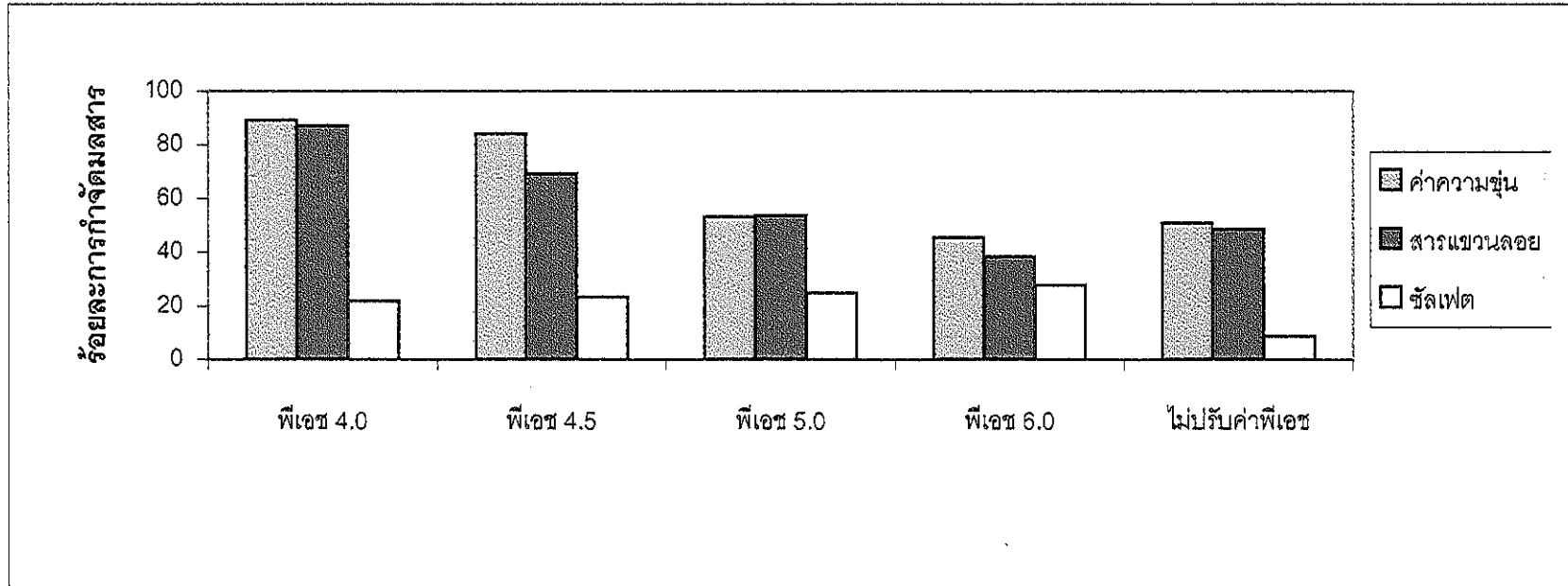
จากผลการศึกษาข้อ 2.3.5.1 พบว่าการใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นค่าที่สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด ดังนั้น จึงนำเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร มาทำการศึกษาภายใต้การปรับค่าพีเอชต่าง ๆ ดังนี้ 4.0, 4.5, 5.0, 6.00 และไม่ปรับพีเอช ผลการศึกษาดังตาราง 30 และภาพประกอบ 32 และ 33 พบว่าเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียที่ดีที่สุด ภายใต้อ่างค่าพีเอช 4.0 โดยสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 89.13 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 87.17 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 22.03

ตาราง 29 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นสารรวมตะกอน

การทดลองครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการทดลอง	ปริมาณเฟอร์ริกคลอไรด์ (มก./ล.)									
			10		25		50		75		100	
			หลังการทดลอง	%removal	หลังการทดลอง	%removal	หลังการทดลอง	%removal	หลังการทดลอง	%removal	หลังการทดลอง	%removal
1	ความขุ่น (NTU)	350	116	66.86	50	85.71	22	93.71	17	95.14	15	95.71
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	285	160	43.86	120	57.89	95	66.68	85	70.18	80	71.92
	ซัลเฟต (มก./ล.)	2,295	2,029	11.59	1,696	26.10	1,272	44.57	1,214	47.18	1,073	53.25
	ซีโอดี (มก./ล.)	6,395	2,384	62.70	2,339	63.41	2,241	64.91	2,174	65.99	2,129	66.69
2	ความขุ่น (NTU)	960	77	91.97	61	93.64	58	93.95	50	94.79	47	95.10
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	570	200	64.910	170	70.17	140	75.42	130	77.19	110	80.70
	ซัลเฟต (มก./ล.)	1,064	1,043	1.97	1,040	2.26	1,038	3.85	1,012	4.89	985	7.43
	ซีโอดี (มก./ล.)	5,330	3,924	26.38	3,604	32.38	3,400	36.21	3,128	41.31	2,618	50.88
3	ความขุ่น (NTU)	113	99	12.39	48	57.52	21	81.42	17	84.96	13	88.50
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	255	200	21.56	190	25.49	120	52.94	115	57.90	1,101	56.86
	ซัลเฟต (มก./ล.)	2,092	1,880	10.13	1,750	16.35	1,697	18.88	1,644	21.41	1,302	37.76
	ซีโอดี (มก./ล.)	6,780	5,182	23.56	4,856	28.37	4,493	33.73	4,321	36.26	4,168	38.52

ตาราง 30 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม / ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่าง ๆ

ตัวแปร	น้ำเสีย ก่อนการ ทดลอง	ค่าพีเอช									
		4.0		4.5		5		6.0		ไม่ปรับค่าพีเอช	
		หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal
ค่าความขุ่น(NTU)	184	20	89.13	27	84.24	86	53.26	100	45.65	90	51.08
สารแขวนลอย(มก./ล.)	195	25	87.17	60	69.23	90	53.85	120	38.46	100	48.72
ซีลเฟต(มก./ล.)	1,802	1,405	22.03	14	23.47	1,353	24.92	1,300	27.86	1,645	8.71
ซีโอดี(มก./ล.)	9,165	11,181	-	9,348	-	8,615	6	8,065	12	8,500	7.25



ภาพประกอบ 32 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่มีค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม / ลิตร ภายใต้ค่าพีเอชต่างๆ



ภาพประกอบ 33 แสดงการใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ค่าพีเอชต่าง ๆ เป็นสารรวมตะกอน

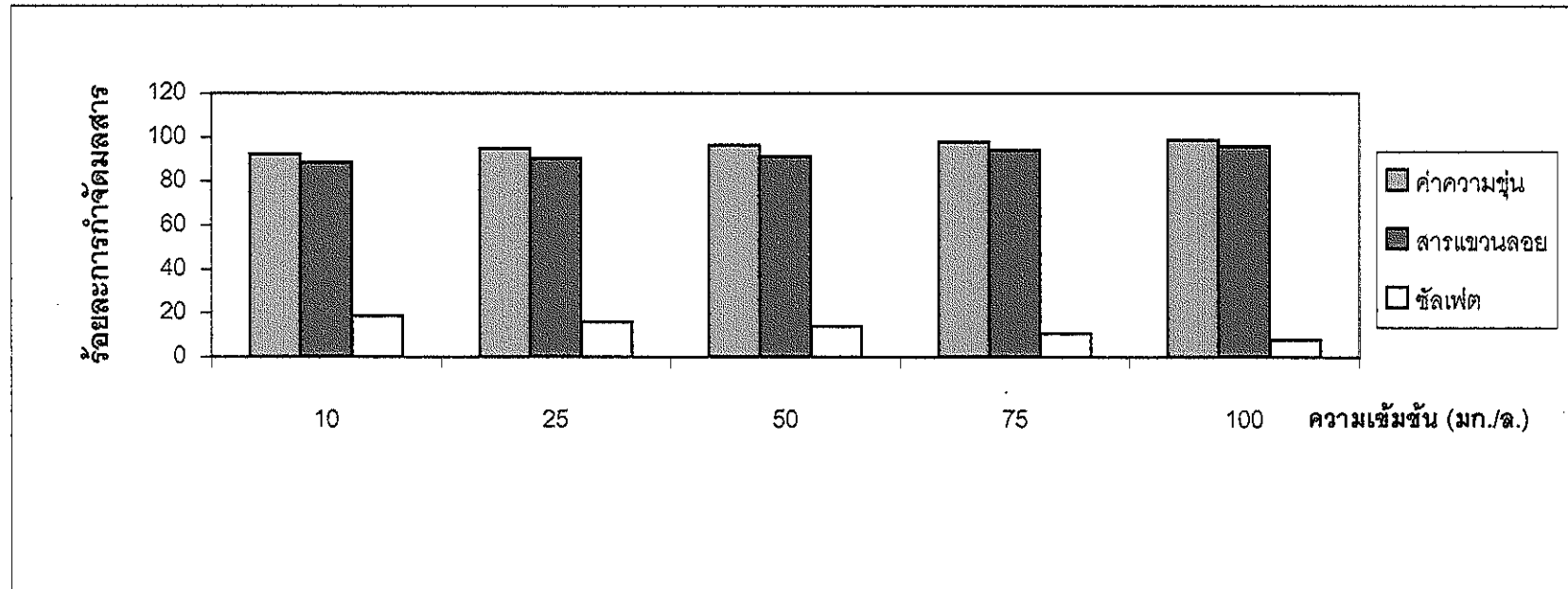
2.3.5.3 การใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.0

จากผลการศึกษาข้อ 2.3.5.2 พบว่าการใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอช 4.0 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย ดังนั้น จึงใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 10, 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร มาศึกษากับน้ำเสียภายใต้การปรับพีเอช 4.0 ผลการศึกษาดังตาราง 31 และภาพประกอบ 34 และ 35 พบว่าเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอชที่ 4.0 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย คือ สามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 98.67 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 96.15 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 8.02

จากผลการศึกษาการใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) เป็นสารรวมตะกอนของน้ำในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น พบว่า การใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอชที่ 4.0 เป็นค่าที่สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด แต่มีข้อเป็นค่าพีเอชที่จะทำให้เกิดการจับตัวของอนุภาคขางในน้ำเสีย ถ้าต้องการให้เกิดการจับตัวของอนุภาคขางในน้ำเสียทำให้น้ำเสียแยกออกจากน้ำเสียจะต้องปรับค่า พีเอช

ตาราง 31 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.0

ตัวแปร	น้ำเสีย ก่อนการ ทดลอง	ปริมาณสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (มก./ล.)									
		10.0		25		50		75.0		100	
		หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal	หลังการ ทดลอง	% removal
ค่าความขุ่น(NTU)	1,200	90	92.5	60	95	42	96.5	25	97.95	16	98.67
สารแขวนลอย(มก./ล.)	520	60	88.46	50	90.38	45	91.35	30	94.23	20	96.15
ซีลเฟต(มก./ล.)	985	801	18.68	827	16.04	848	13.91	880	10.66	906	8.02



ภาพประกอบ 34 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.0

ของน้ำเสียก่อนเข้าบ่อดักยางให้มีค่าพีเอช 4.5 โดยใช้ส่วนผสมของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม ซึ่งค่าพีเอชที่ 4.5 เป็นค่าที่สารละลายเฟอร์ริคคลอไรด์สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียได้ไม่ดีเท่าที่ควร และจากภาพประกอบ 33 และ 35 จะเห็นว่าตะกอนที่เกิดจากการใช้สารละลายเฟอร์ริคคลอไรด์เป็นสารรวมตะกอนจะทำให้ตะกอนตกลงสู่ก้นถัง เมื่อนำไปใช้กับระบบลอยตะกอนในบ่อดักยางก็จะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนภายในบ่อดักยางได้ ด้วยเหตุผลนี้จึงไม่นำสารละลายเฟอร์ริคคลอไรด์เป็นสารรวมตะกอนในการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นของโรงงาน



ภาพประกอบ 35 แสดงการใช้สารละลายเฟอร์ริคคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ภายใต้ค่าพีเอช 4.0

2.4 การใช้สารรวมตะกอนชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนที่ดีที่สุด ภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียเท่ากับ 4.5

เนื่องจากบ่อดักยางจะทำหน้าที่ดักยางทำให้ตะกอนหรือเนื้อมายซึ่งอยู่ในรูปของสารแขวนลอยในน้ำเสีย จากการศึกษานในข้อ 2.3 ที่ผ่านมา พบว่าสารรวมตะกอนชนิดต่าง ๆ สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ดังนี้

1. สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุลบ ที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร
2. สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุบวก ที่ความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร

3. สารละลายสารส้มที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร
4. สารละลายปูนขาวที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร
5. สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร

ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาโดยใช้ชนิดและความเข้มข้นของสารรวมตะกอนชนิดต่างๆ ข้างต้นมาเป็นสารรวมตะกอน โดยศึกษากับน้ำเสียที่มีค่าพีเอช 4.5 ผลการศึกษาดังตาราง 32 พบว่า เฟอร์ริกคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นสารรวมตะกอนที่มีประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุดในรูปของสารแขวนลอยและความขุ่น โดยสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 67.74-74.11 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 50.00

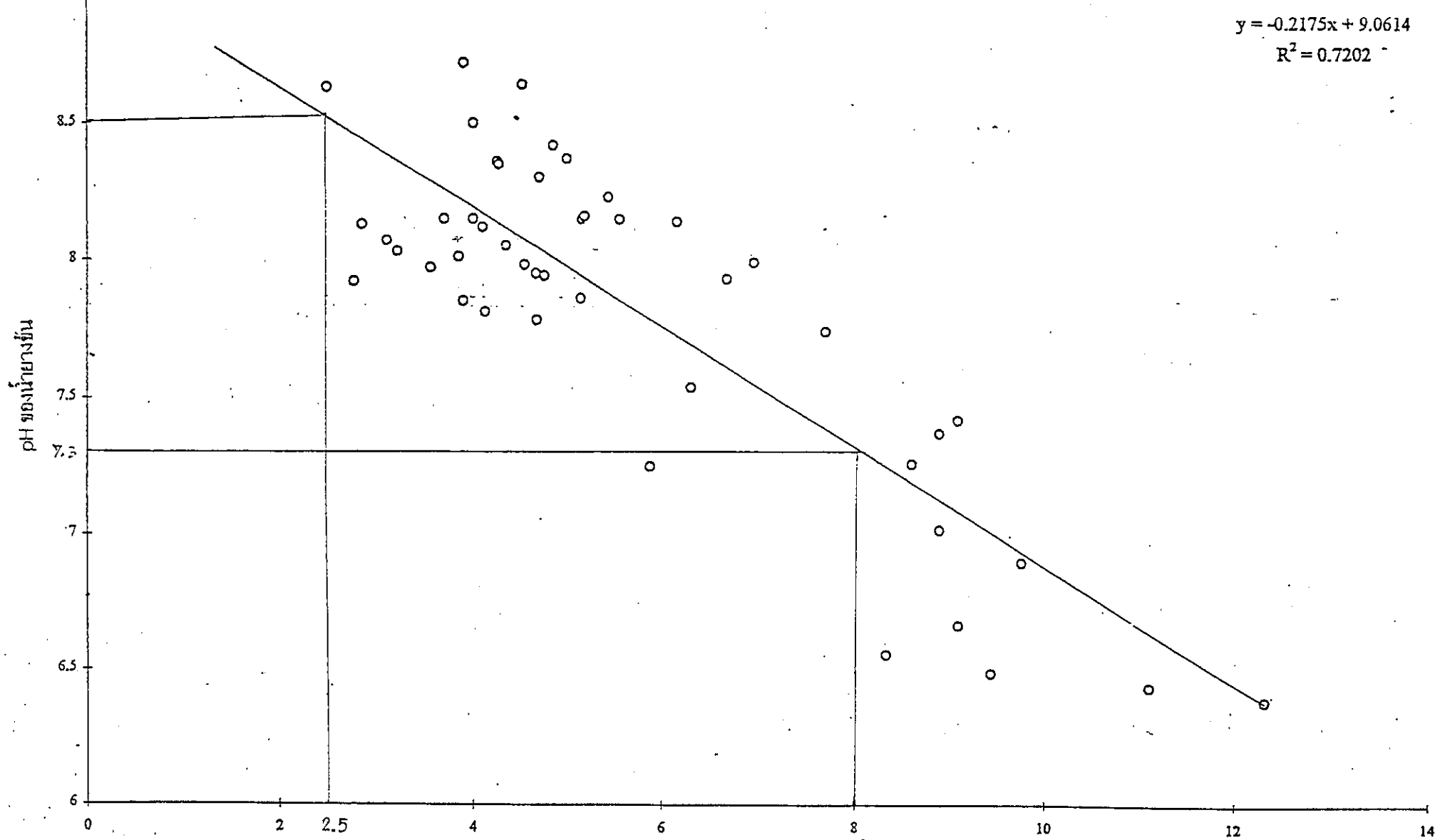
สรุปการศึกษาชนิดและปริมาณของสารรวมตะกอนโดยใช้วิธีจาร์เทส พบว่าการใช้ส่วนผสมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมภายใต้การปรับพีเอชเป็น 4.5 เป็นวิธีที่ทำให้เกิดการรวมตะกอนในน้ำเสียได้ดีที่สุดและสามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุดด้วย นอกจากนี้ยังสามารถทำให้อนุภาคยางในน้ำเสียเกิดการจับตัวกันเป็นเนื้อยางได้ดีที่สุด

2.5 การศึกษาบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง

เมื่อทดลองหาสัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม พบว่าที่อัตราส่วน 8 : 1 และ 2.5 : 1 เป็นอัตราส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมากที่สุดและน้อยที่สุดที่ทำให้ค่าพีเอชของน้ำเสียเป็น 4.5 ทั้งนี้เนื่องจากพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาอยู่ในช่วง 7.3-8.5 ในกรณีที่ค่าพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางสกิมมีค่าคงที่ ซึ่งได้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมมีค่าตั้งแต่ 2.5 : 1 ถึง 8 : 1 (ดูภาพประกอบ 36) ในกรณีที่น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีค่าพีเอชสูงจะได้ใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นในปริมาณมากกว่าน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นที่มีค่าพีเอชต่ำ ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำค่าสัดส่วน 2.5 : 1 และ 8 : 1 มาศึกษาเดินระบบอย่างต่อเนื่อง (Continuous Small Scale) ในระบบบ่อดักยางจำลองภายใต้เงื่อนไขไม่เติมอากาศ เติมอากาศครั้งบ่อดักยางเฉพาะในช่วงต้น และเติมอากาศตลอดทั้งบ่อดักยาง โดยมีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ตาราง 32 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สารรวมตะกอนชนิดต่าง ๆ ที่ค่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดการรวมตะกอนได้ดีที่สุด ภายใต้พีเอช 4.5

การ ทดลอง ครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียรวม ก่อน การทดลอง	โพลีเมอร์ประจุลบ 2 มก./ล.		โพลีเมอร์ประจุบวก 8 มก./ล.		สารส้ม 200 มก./ล.		ปูนขาว 200 มก./ล.		เฟอริกคลอไรด์ 100 มก./ล.	
			หลังการ ทดลอง	%removal	หลังการ ทดลอง	%removal	หลังการ ทดลอง	%removal	หลังการ ทดลอง	%removal	หลังการ ทดลอง	%removal
1	ความขุ่น (NTU)	62	50	19.33	56	9.67	38	38.70	40	35.48	20	67.74
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	90	65	27.77	85	5.55	55	38.88	60	33.33	45	50.00
	ซีลเฟด (มก./ล.)	1,297	1,195	7.86	1,272	1.92	1,317	-	1,064	17.96	1,354	-
	ซีไอดี (มก./ล.)	8,335	7,605	8.75	7,560	9.29	8,345	-	5,321	27.17	8,610	-
2	ความขุ่น (NTU)	85	70	17.64	75	11.76	55	35.29	65	23.52	22	74.11
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	100	70	30.00	90	10.00	60	40.00	68	32.00	50	50.00
	ซีลเฟด (มก./ล.)	1,670	1,430	14.37	1,575	5.68	1,675	-	1,480	11.37	1,750	-
	ซีไอดี (มก./ล.)	8,615	7,615	11.60	7,875	8.58	8,720	-	6,685	22.40	8,845	-
	พีเอช	4.5	4.50		4.53		4.26		5.86		4.09	



ภาพประกอบ 36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชน้ำใต้ดินของน้ำยางชั้นกับอัตราส่วนผสมที่ได้พีเอช 4.5
 อัตราส่วน = ปริมาณน้ำใต้ดินของน้ำยางชั้น / ปริมาณน้ำใต้ดินของน้ำยางชั้น

2.5.1. การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยาง สกิมในสัดส่วน 2.5 : 1 ภายใต้ระยะเวลาเก็บกัก 15 นาที

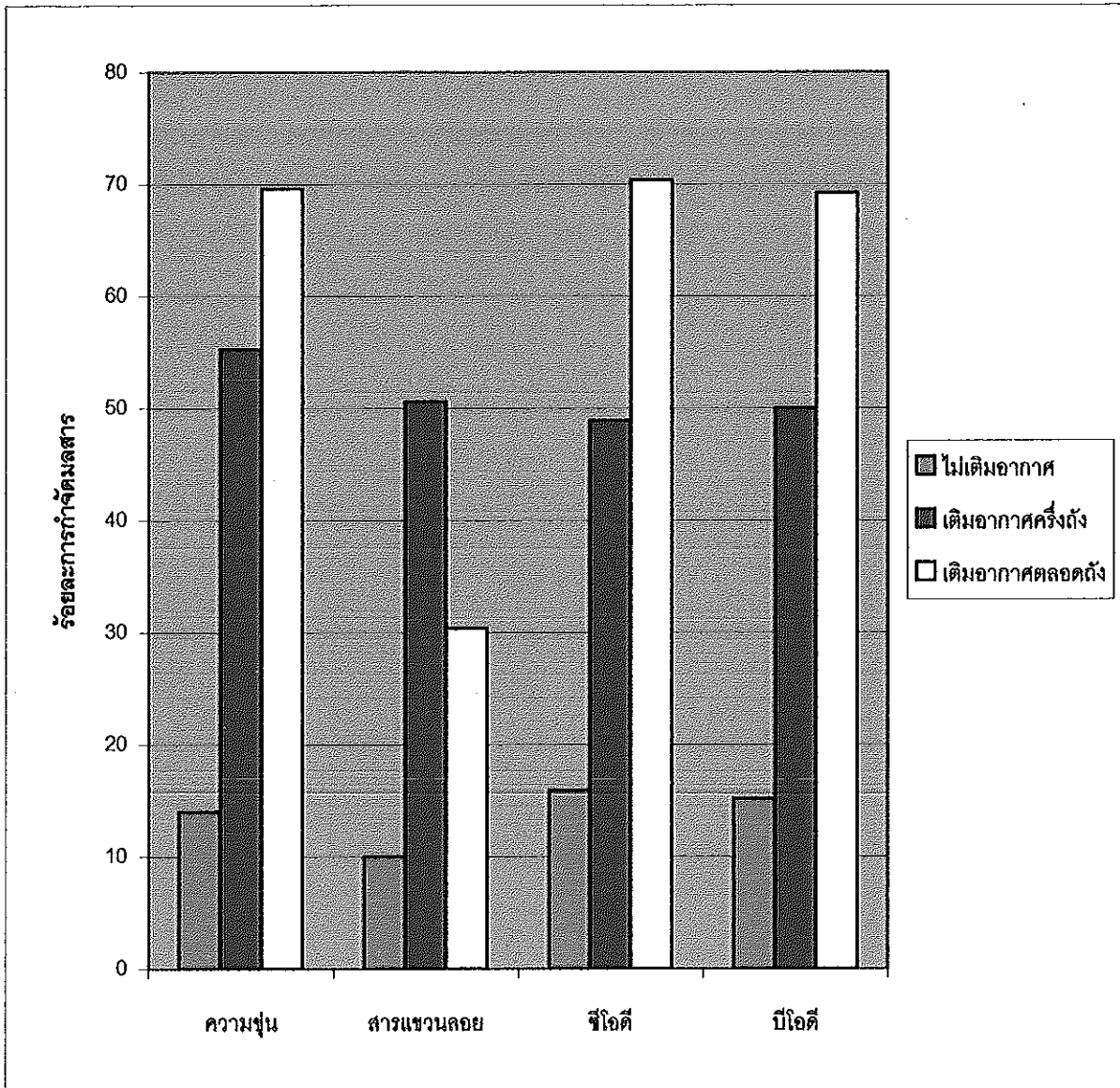
จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วน 2.5 : 1 ภายใต้ระยะเวลา 15 นาที และเงื่อนไขการเติมอากาศซึ่งได้ทำการศึกษากับน้ำเสีย 3 ตัวอย่าง ที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณมลสารที่แตกต่างกัน โดยมีผลการศึกษาดังแสดงไว้ในตาราง 33 และภาพประกอบที่ 37 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศ สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 2.00 – 10.00 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 1.00 – 14.00 ลดค่าซีไอดี ได้ร้อยละ 1.51 – 15.91 และลดค่าบีไอดี ได้ร้อยละ 3.96 – 19.75 สำหรับเงื่อนไขการเติมอากาศในบ่อดักยางทำให้เพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดถึงบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดถึงในบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 7.69 – 30.38 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 8.64 – 69.61 ลดค่าซีไอดีได้ร้อยละ 5.66 – 70.37 และลดค่าบีไอดีได้ร้อยละ 12.31 – 69.23

2.5.2. การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยาง สกิมในสัดส่วน 2.5 : 1 ภายใต้ระยะเวลาเก็บกัก 30 นาที

จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วน 2.5 : 1 ภายใต้ระยะเวลา 30 นาที และเงื่อนไขการเติมอากาศซึ่งได้ทำการศึกษากับน้ำเสีย 3 ตัวอย่าง ที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณมลสารที่แตกต่างกัน โดยมีผลการศึกษาดังแสดงไว้ในตาราง 34 และภาพประกอบที่ 38 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศ สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 8.99 – 67.33 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 1.22 – 56.58 ลดค่าซีไอดี ได้ร้อยละ 5.66 – 60.14 และลดค่าบีไอดี ได้ร้อยละ 19.56 – 57.55 สำหรับเงื่อนไขการเติมอากาศในบ่อดักยางทำให้เพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดถึงบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดถึงในบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 33.71 – 86.90 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 28.16 – 83.50 ลดค่าซีไอดีได้ร้อยละ 22.60 – 85.11 และลดค่าบีไอดีได้ร้อยละ 36.36 – 84.62

ตารางที่ 33 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อนำน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสดเท่ากับ 2.5 : 1
 ที่ระยะเวลาที่เก็บกัก 15 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ

การทดลอง ครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการทดลอง		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครั้งถึง			เติมอากาศตลอดถึง		
		น้ำยางสดกม	น้ำยางข้น	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal
1.	พีเอช	3.00	8.46	3.42	3.42	-	3.41	3.40	-	3.42	3.40	-
	ความขุ่น (NTU)	270	7,400	1,620	1,600	1.00	1,580	1,520	4.00	1,620	1,480	8.64
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	350	2,850	1,350	1,320	2.00	1,300	1,260	3.08	1,300	1,200	7.69
	ซัลเฟต (มก./ล.)	8,000	605	910	910	-	910	925	-	910	950	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	16,092	10,800	14,256	14,040	1.51	14,310	13,932	2.64	14,310	13,500	5.66
	บีโอดี (มก./ล.)	12,600	5,550	9,900	9,600	3.03	10,050	9,000	10.45	9,750	8,550	12.31
2	พีเอช	3.30	8.20	4.25	4.23	-	4.21	4.20	-	4.20	4.19	-
	ความขุ่น (NTU)	510	6,200	1,850	1,600	14.00	1,900	850	55.26	1,810	550	69.61
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	650	2,300	1,500	1,350	10.00	1,620	800	50.62	1,580	1,100	30.38
	ซัลเฟต (มก./ล.)	5,600	620	930	935	-	925	940	-	930	965	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	15,660	9,180	11,880	9,990	15.91	12,150	6,210	48.89	12,150	3,600	70.37
	บีโอดี (มก./ล.)	10,800	5,700	7,950	6,750	15.10	7,800	3,900	50.00	7,800	2,400	69.23
3.	พีเอช	4.42	8.50	5.37	5.35	-	3.35	3.32	-	3.35	3.32	-
	ความขุ่น (NTU)	675	7,000	2,000	1,800	10.00	2,000	1,620	19.00	2,000	1,500	25.00
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	750	2,800	1,650	1,500	9.00	1,600	1,420	11.25	1,650	1,380	16.36
	ซัลเฟต (มก./ล.)	5,150	600	900	905	-	905	920	-	900	950	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	12,960	9,720	10,530	9,720	7.69	10,260	8,100	21.05	10,530	7,290	30.77
	บีโอดี (มก./ล.)	9,000	5,250	7,050	6,405	9.15	6,900	5,550	19.56	7,200	4,875	32.29

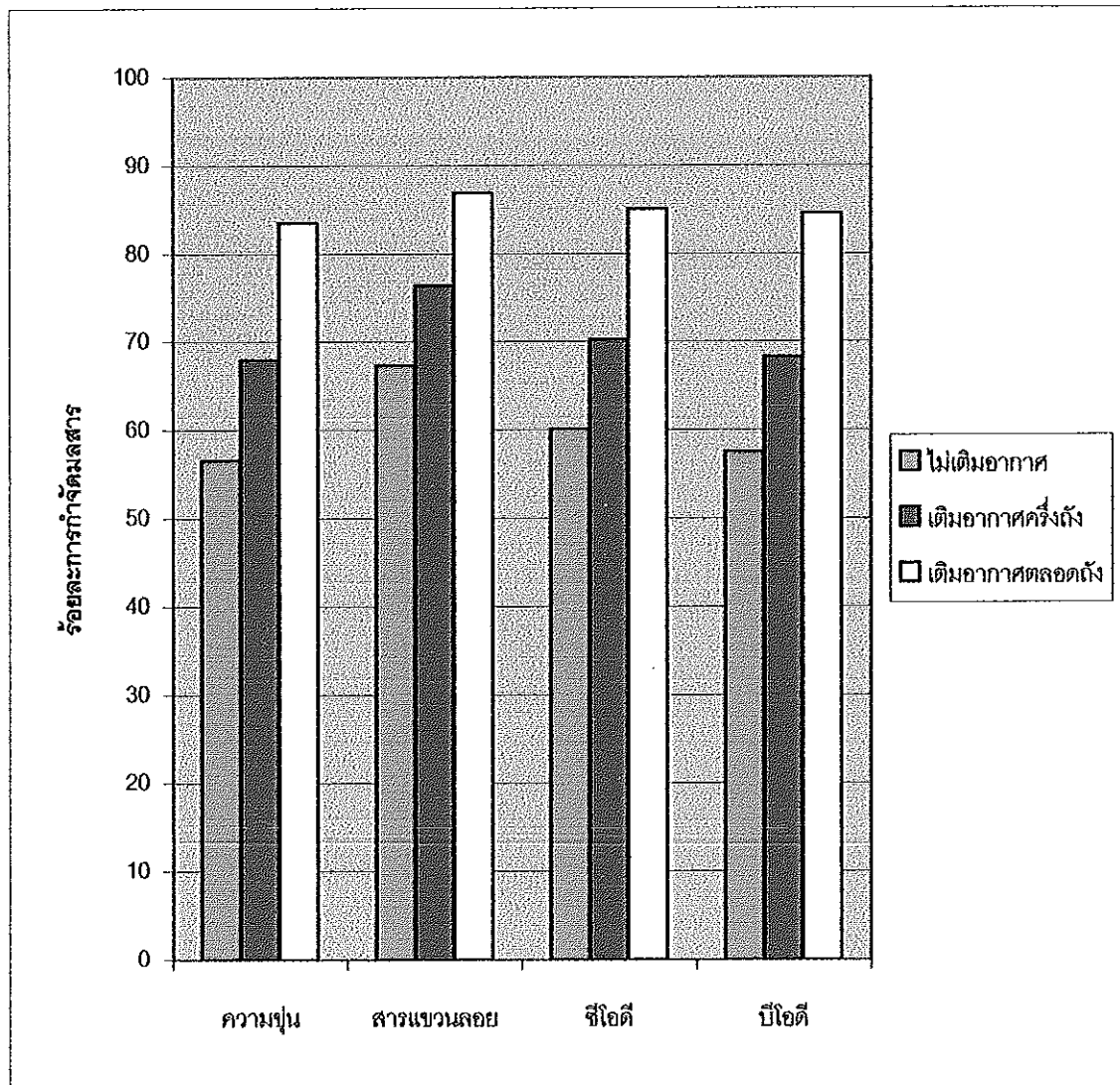


ภาพประกอบ 37 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 2.5 : 1 เมื่อใช้ HRT 15 นาที ภายได้เงื่อนไขต่าง ๆ

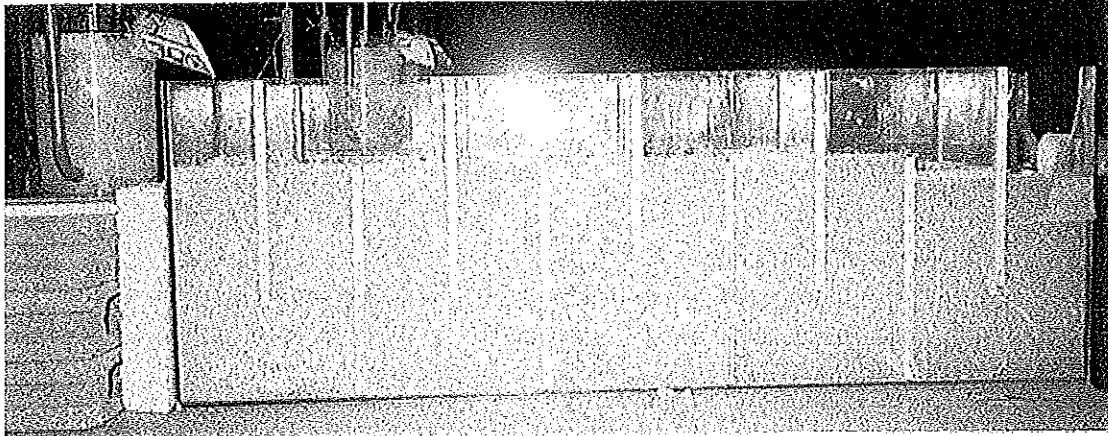
ตารางที่ 34 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อนำน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นค่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 2.5 : 1

ที่ระยะเวลาที่เก็บกัก 30 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ

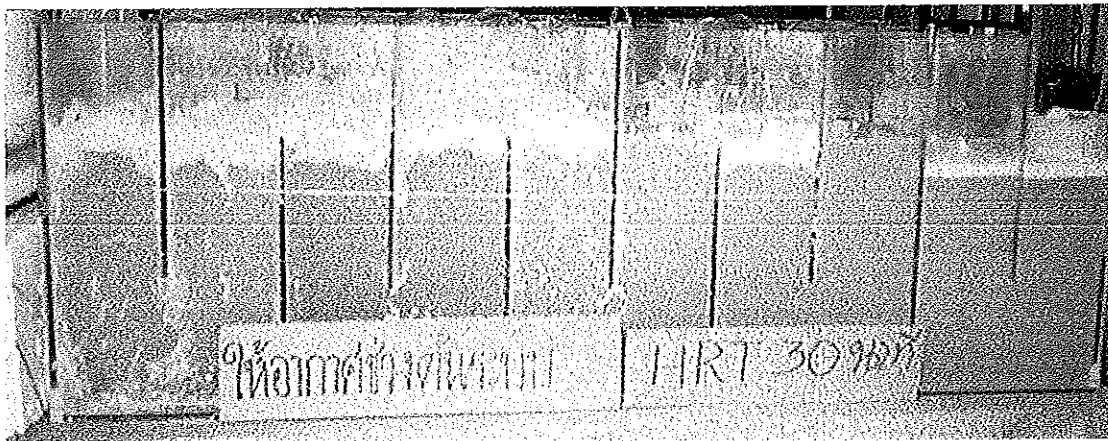
การทดลอง ครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการทดลอง		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครั้งถึง			เติมอากาศตลอดถึง		
		น้ำยางสกิม	น้ำยางข้น	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal
1	พีเอช	3.00	8.45	3.42	3.40	-	3.40	3.35	-	3.40	3.28	-
	ความขุ่น (NTU)	260	7,450	1,500	1,200	20.00	1,620	1,100	32.10	1,620	960	39.24
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	340	2,920	1,250	1,060	15.20	1,300	950	26.92	1,300	680	45.60
	ซัลเฟต (มก./ล.)	7,900	610	905	915	-	910	940	-	910	970	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	16,470	11,070	14,310	13,500	5.66	14,256	12,420	12.88	14,256	11,070	22.64
	บีโอดี (มก./ล.)	12,750	5,325	10,050	8,025	20.15	10,050	7,500	25.37	10,050	6,300	36.36
2	พีเอช	3.30	8.19	4.21	4.20	-	4.20	4.10	-	4.20	4.05	-
	ความขุ่น (NTU)	510	6,000	2,050	890	56.58	2,000	640	68.00	2,000	330	83.50
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	675	2,200	1,500	490	67.33	1,480	350	76.35	1,450	190	86.90
	ซัลเฟต (มก./ล.)	5,600	630	920	930	-	920	955	-	925	990	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	15,714	8,910	12,420	4,950	60.14	12,420	3,690	70.29	12,690	1,890	85.11
	บีโอดี (มก./ล.)	10,950	4,650	7,950	3,375	57.55	7,800	2,475	68.27	7,800	1,200	84.62
3.	พีเอช	4.41	8.50	5.35	5.35	-	5.35	5.30	-	5.35	5.20	-
	ความขุ่น (NTU)	700	6,900	2,450	2,420	01.22	2,460	1,900	22.76	2,450	1,760	28.16
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	820	2,600	1,780	1,620	8.99	1,740	1,450	16.67	1,750	1,160	33.71
	ซัลเฟต (มก./ล.)	5,100	605	890	900	-	895	945	-	895	985	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,500	9,990	11,340	9,180	19.05	11,610	7,560	34.89	11,610	5,940	48.84
	บีโอดี (มก./ล.)	8,850	5,325	6,900	5,550	19.56	6,750	4,425	34.44	6,900	3,450	50.00



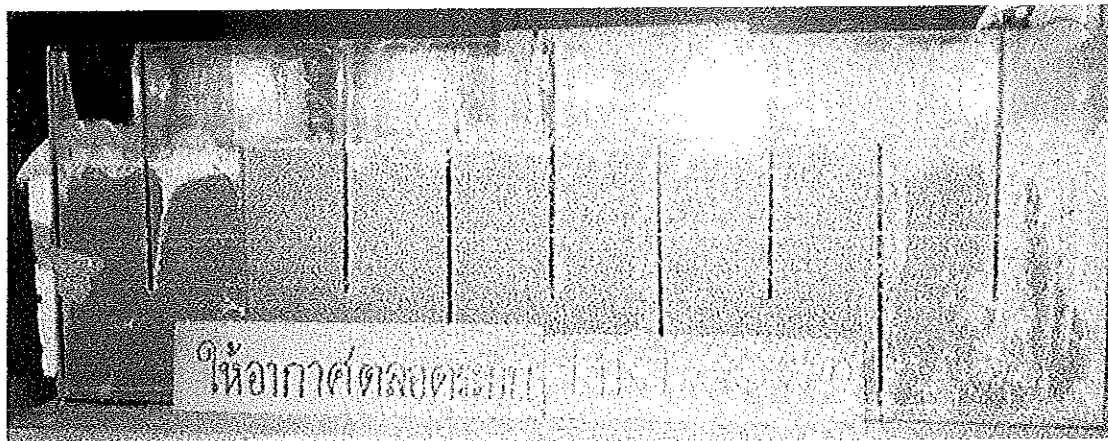
ภาพประกอบ 38 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 2.5 : 1 เมื่อให้ HRT 30 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ



ก. ไม่เติมอากาศ



ข. เติมอากาศครึ่งถัง



ค. เติมอากาศตลอดถัง

ภาพประกอบ 39 ประสิทธิภาพในการลดมลสาร เมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำ
 ยางขึ้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 2.5 : 1 ที่ระยะเวลาพักเก็บ
 30 นาที

2.5.3 การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจาก

กระบวนการผลิตยาง สกิมในสัดส่วน 2.5 : 1 ภายใต้ระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที

จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วน 2.5 : 1 ภายใต้ระยะเวลา 45 นาที และเงื่อนไขการเติมอากาศซึ่งได้ทำการศึกษากับน้ำเสีย 3 ตัวอย่าง ที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณมลสารที่แตกต่างกัน โดยมีผลการศึกษาดังแสดงไว้ในตาราง 35 และภาพประกอบที่ 40 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศ สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 15.43 – 41.38 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 14.28 – 44.46 ลดค่าซีโอดี ได้ร้อยละ 16.28 – 40.74 และลดค่าบีโอดี ได้ร้อยละ 14.89 – 41.51 สำหรับเงื่อนไขการเติมอากาศในบ่อดักยางทำให้เพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดถึงบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดถึงในบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 45.45 – 85.13 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 44.90 – 84.00 ลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 46.03 – 73.31 และลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 45.83 – 84.61

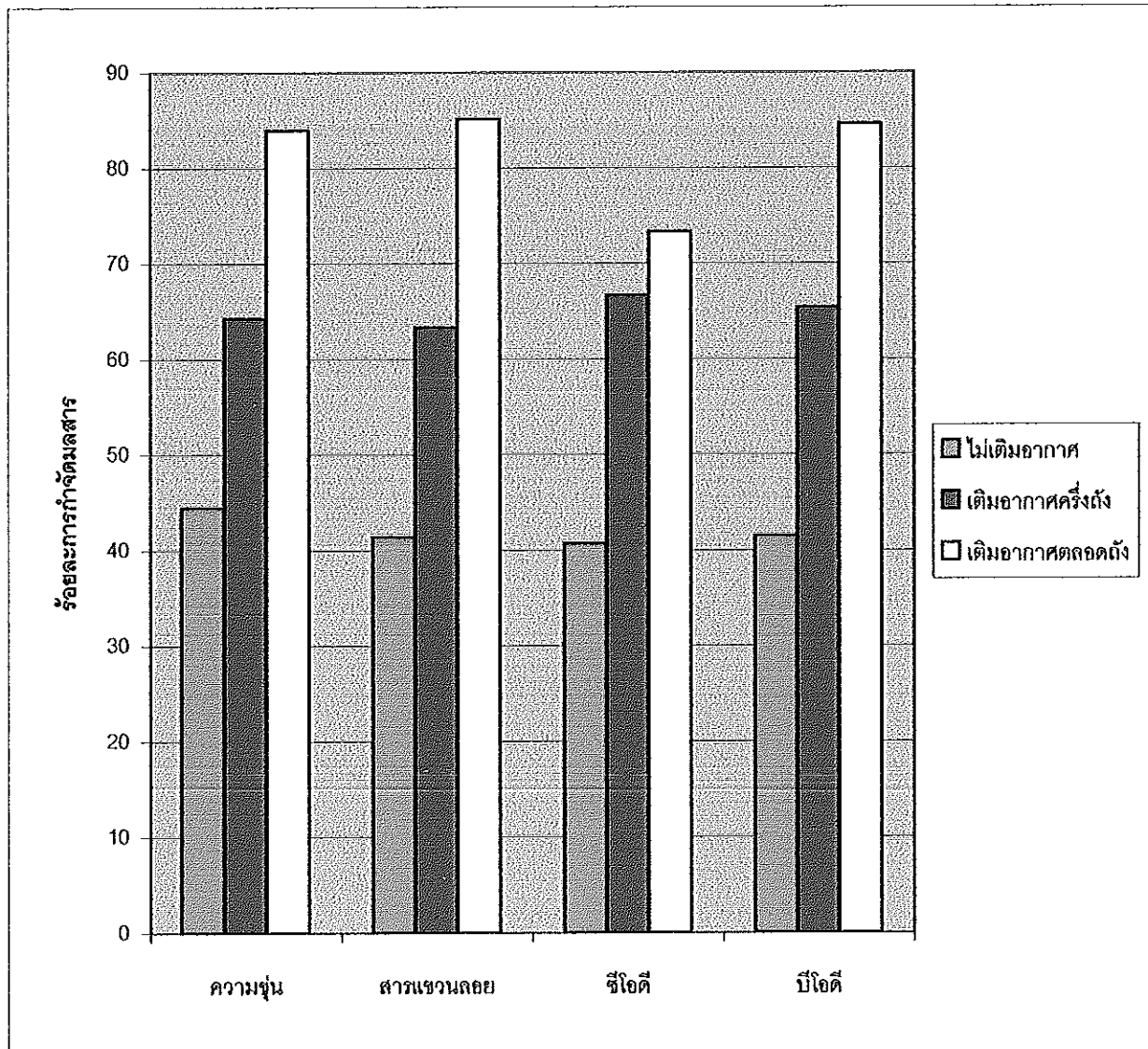
2.5.4 การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจาก

กระบวนการผลิตยาง สกิมในสัดส่วน 8 : 1 ภายใต้ระยะเวลาเก็บกัก 15 นาที

จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วน 8 : 1 ภายใต้ระยะเวลา 15 นาที และเงื่อนไขการเติมอากาศซึ่งได้ทำการศึกษากับน้ำเสีย 3 ตัวอย่าง ที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณมลสารที่แตกต่างกัน โดยมีผลการศึกษาดังแสดงไว้ในตาราง 36 และภาพประกอบที่ 42 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศ สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 27.85 – 41.04 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 22.10 – 46.15 ลดค่าซีโอดี ได้ร้อยละ 15.79 – 39.62 และลดค่าบีโอดี ได้ร้อยละ 16.00 – 47.73 สำหรับเงื่อนไขการเติมอากาศในบ่อดักยางทำให้เพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดถึงบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดถึงในบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 58.90 – 72.59 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 56.84 – 75.00 ลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 62.07 – 75.47 และลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 60.00 – 70.45

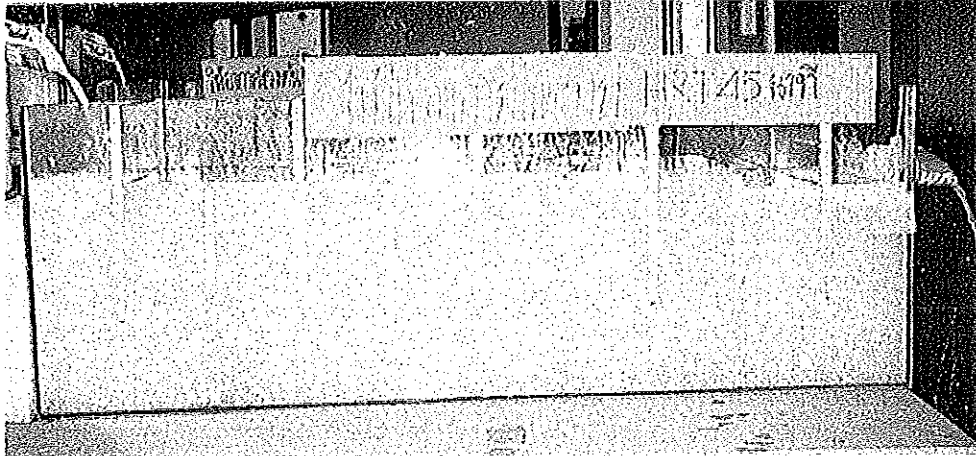
ตาราง 35 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางสกิม เท่ากับ 2.5 : 1
ที่ระยะเวลาถักเก็บ เท่ากับ 45 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ

การทดลอง ครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการทดลอง		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครั้งตั้ง			เติมอากาศตลอดตั้ง		
		น้ำยางสกิม	น้ำยางข้น	ออกจาดังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจาดังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจาดังผสม	ออกจากระบบ	% removal
1.	พีเอช	3.30	8.19	3.78	4.16	-	3.77	3.86	-	3.77	3.75	-
	ความขุ่น (NTU)	700	6,250	1,500	421	76.61	1,450	227	84.69	1,500	110	92.58
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	670	2,160	1,170	150	86.84	1,140	115	89.91	1,110	35	96.93
	ซัลเฟต (มก./ล.)	5,159	959	1,402	1,257	-	1,407	1,460	-	1,407	1,723	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	14,290	11,816	10,992	5,221	52.24	10,809	3,298	69.83	10,992	2,702	75.28
	บีโอดี (มก./ล.)	12,000	8,205	10,050	3,900	60.80	9,900	2,730	72.56	9,900	1,050	89.45
2.	พีเอช	3.37	8.42	4.09	4.10	-	4.09	4.15	-	4.10	4.05	-
	ความขุ่น (NTU)	675	6,900	1,850	446	75.89	1,850	244	86.81	1,850	114	93.83
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	650	2,740	1,170	145	87.68	1,180	85	92.78	1,180	36	96.94
	ซัลเฟต (มก./ล.)	5,119	880	1,151	1,091	-	1,165	1,170	-	1,170	1,460	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,923	9,801	10,809	4,855	54.31	10,626	3,298	68.96	10,442	1,053	90.09
	บีโอดี (มก./ล.)	11,400	6,900	9,600	3,300	65.45	9,450	2,400	74.87	9,600	960	89.95
3.	พีเอช	3.40	8.45	4.21	4.29	-	4.20	4.23	-	4.21	4.19	-
	ความขุ่น (NTU)	646	7,650	2,050	450	77.69	2,000	272	86.51	2,000	127	93.70
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	650	2,920	1,500	150	89.91	1,510	80	94.62	1,450	40	97.31
	ซัลเฟต (มก./ล.)	5,145	822	1,257	1,144	-	1,205	1,275	-	1,249	1,407	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,557	9,068	10,442	4,214	58.68	10,076	3,069	69.91	10,076	1,053	89.67
	บีโอดี (มก./ล.)	10,950	6,075	8,550	3,150	62.52	8,550	2,130	74.64	8,100	840	90.00



ภาพประกอบ 40 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการ

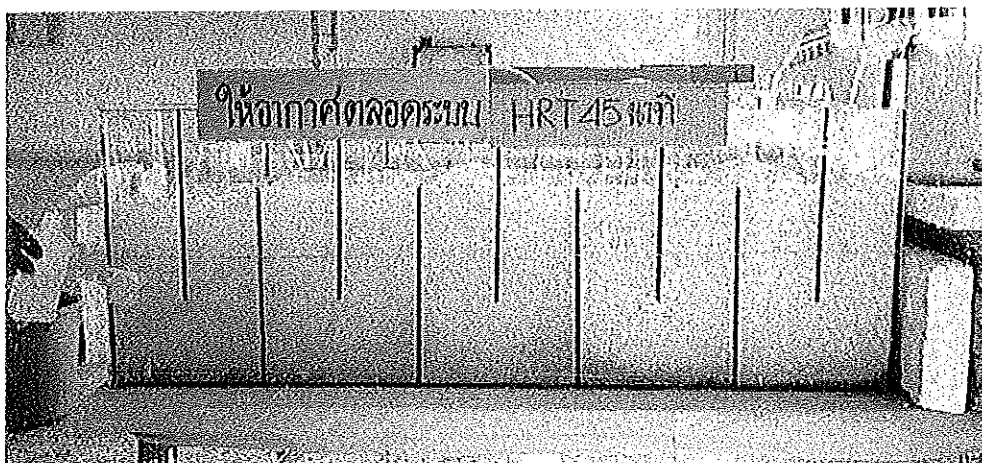
ผลิตน้ำยางข้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 2.5 : 1 เมื่อ HRT 45 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ



ก. ไม่เติมอากาศ



ข. เติมอากาศ



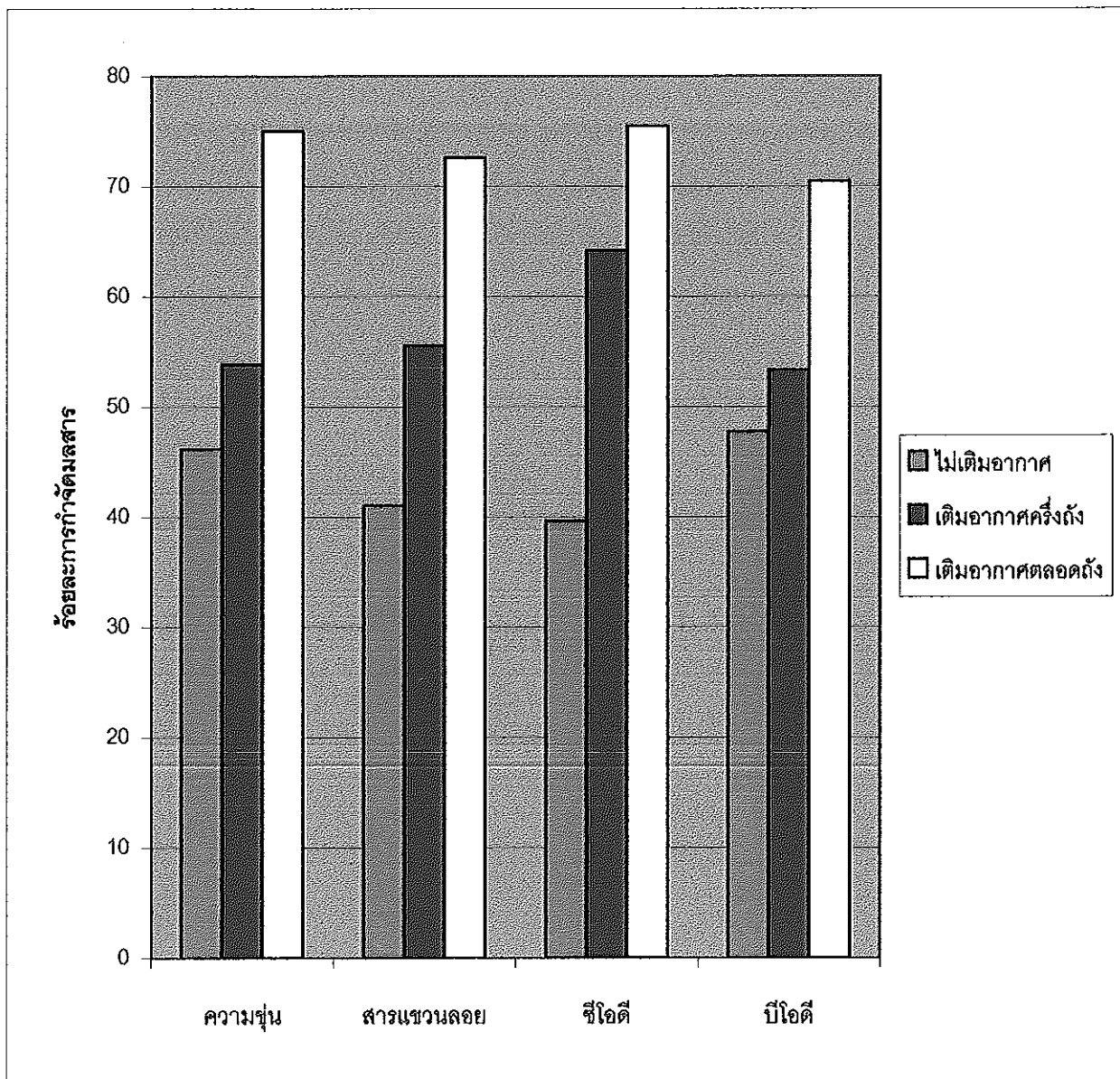
ค. เติมอากาศตลอดถัง

ภาพประกอบ 41 ประสิทธิภาพในการลดมลสาร เมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำ
 ยางชั้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 2.5 : 1 เมื่อ HRT 45 นาที

ตารางที่ 36 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกีมเท่ากับ 8: 1

ที่ระยะเวลาเก็บกัก 15 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ

การทดลอง ครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการทดลอง		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครั้งถึง			เติมอากาศตลอดถึง		
		น้ำยางสกีม	น้ำยางข้น	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถัง ผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal
1	พีเอช	3.35	8.20	5.18	5.15	-	5.16	5.10	-	5.15	5.02	-
	ความขุ่น (NTU)	680	3,250	2,850	2,220	22.10	2,750	1,620	41.09	2,850	1,230	56.84
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	610	2,040	1,580	1,140	27.85	1,460	810	44.52	1,460	600	58.90
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,410	560	780	785	-	780	800	-	780	825	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	14,040	7,560	10,260	8,640	15.79	10,440	6,660	36.21	10,440	3,960	62.07
	บีโอดี (มก./ล.)	9,900	4,275	7,500	6,300	16.00	7,350	4,875	33.67	7,500	3,000	60.00
2	พีเอช	3.32	7.85	4.58	4.56	-	4.56	4.52	-	4.56	4.50	-
	ความขุ่น (NTU)	640	3,250	2,600	1,400	46.15	2,600	1,200	53.85	2,600	6.50	75.00
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	550	1,850	1,340	790	41.04	1,350	600	55.55	1,350	370	72.59
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,150	530	745	750	-	750	790	-	750	820	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,500	6,840	9,540	5,760	39.62	9,540	3,420	64.15	9,540	2,340	75.47
	บีโอดี (มก./ล.)	9,600	3,900	6,600	3,450	47.73	6,750	3,150	53.33	6,600	1,950	70.45
3.	พีเอช	3.33	7.75	4.30	4.28	-	4.28	4.26	-	4.28	2.24	-
	ความขุ่น (NTU)	640	2,950	2,200	1,360	38.18	2,300	1,100	52.17	2,250	780	65.33
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	480	1,200	1,250	825	34.00	1,200	550	54.17	1,210	410	66.11
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,020	510	715	715	-	715	730	-	715	780	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,770	6,660	9,180	5,760	37.25	9,540	5,040	47.17	9,300	3,060	67.31
	บีโอดี (มก./ล.)	9,750	3,600	4,800	3,150	34.37	4,950	2,850	42.42	4,950	1,650	66.66



ภาพประกอบ 42 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากระบวนการ

ผลิตน้ำยางชั้น : น้ำเสียจากระบวนการผลิตยางสลิคิม เท่ากับ 8 : 1 เมื่อใช้ HRT 15 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ

2.5.5 การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจาก

กระบวนการผลิตยาง สกิมในสัดส่วน 8 : 1 ภายใต้ระยะเวลาเก็บกัก 30 นาที

จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วน 8 : 1 ภายใต้ระยะเวลา 30 นาที และเงื่อนไขการเติมอากาศซึ่งได้ทำการศึกษากับน้ำเสีย 3 ตัวอย่าง ที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณมลสารที่แตกต่างกัน โดยมีผลการศึกษาดังแสดงไว้ในตาราง 37 และภาพประกอบที่ 43 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 14.81 – 47.62 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 7.69 – 49.58 ลดค่าซีไอดี ได้ร้อยละ 15.51 – 50.00 และลดค่าบีไอดี ได้ร้อยละ 16.00 – 47.83 สำหรับเงื่อนไขการเติมอากาศในบ่อดักยางทำให้เพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดดักบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดดักในบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 49.23 – 86.36 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 52.00 – 84.86 ลดค่าซีไอดีได้ร้อยละ 51.72 – 86.54 และลดค่าบีไอดีได้ร้อยละ 54.00 – 86.96

2.5.6 การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจาก

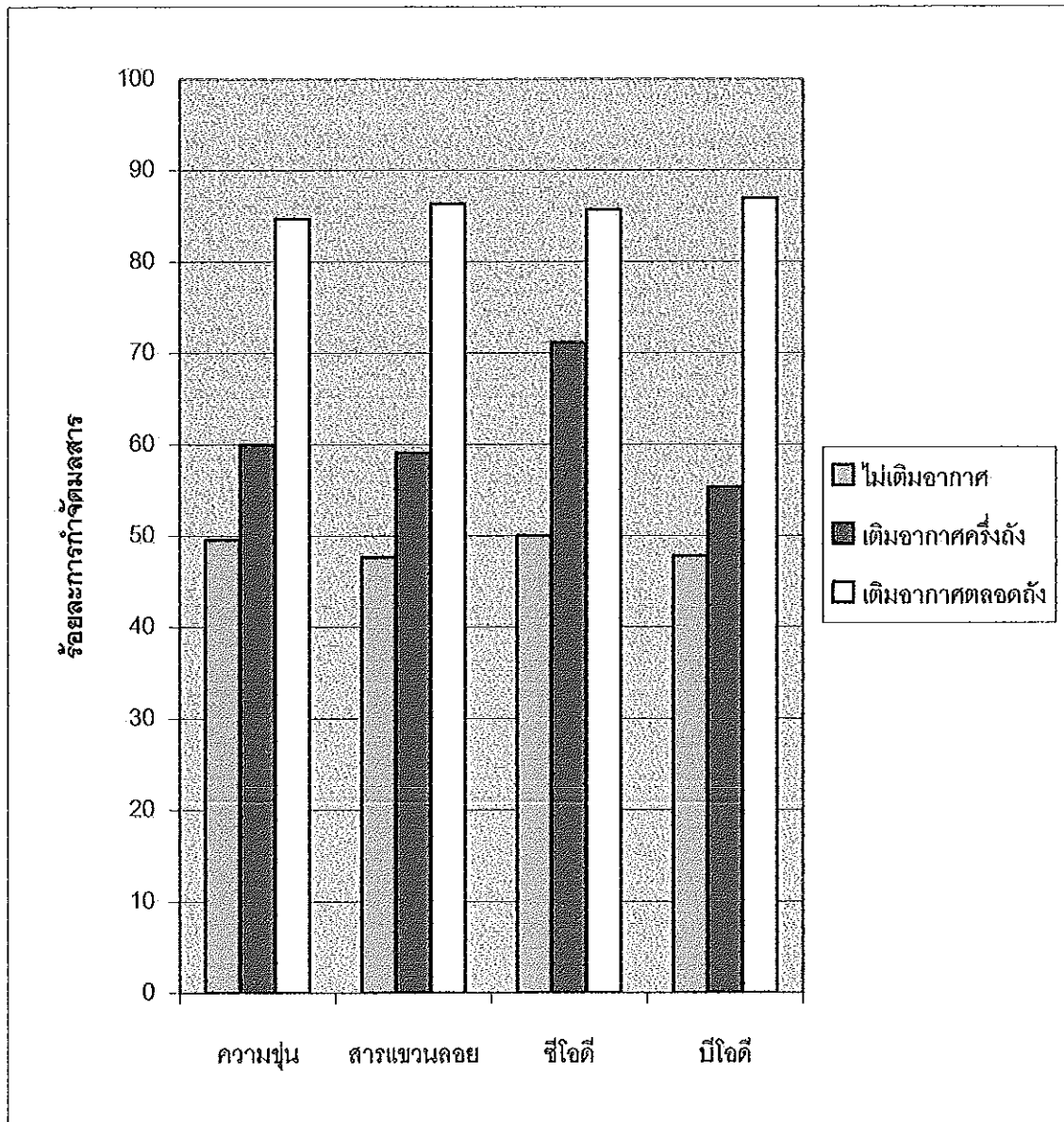
กระบวนการผลิตยาง สกิมในสัดส่วน 8 : 1 ภายใต้ระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที

จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วน 8 : 1 ภายใต้ระยะเวลา 45 นาที และเงื่อนไขการเติมอากาศซึ่งได้ทำการศึกษากับน้ำเสีย 3 ตัวอย่าง ที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณมลสารที่แตกต่างกัน โดยมีผลการศึกษาดังแสดงไว้ในตาราง 38 และภาพประกอบที่ 45 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 31.43 – 52.07 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 25.73 – 54.66 ลดค่าซีไอดี ได้ร้อยละ 21.05 – 57.55 และลดค่าบีไอดี ได้ร้อยละ 30.61 – 53.33 สำหรับเงื่อนไขการเติมอากาศในบ่อดักยางทำให้เพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดดักบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น ดังผลการเติมอากาศตลอดดักในบ่อดักยาง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 75.00 – 97.20 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 72.20 – 94.04 ลดค่าซีไอดีได้ร้อยละ 74.14 – 87.84 และลดค่าบีไอดีได้ร้อยละ 75.00 – 90.00

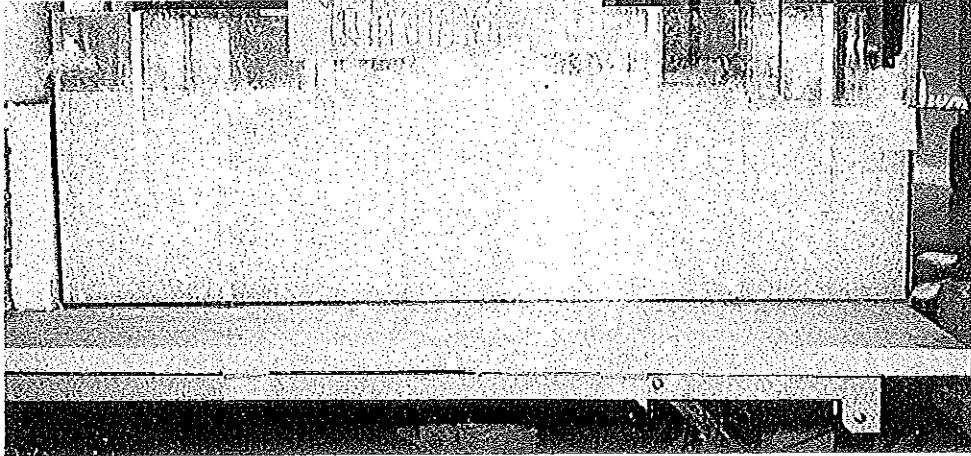
ตารางที่ 37 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8: 1

ที่ระยะเวลาเก็บกัก 30 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ

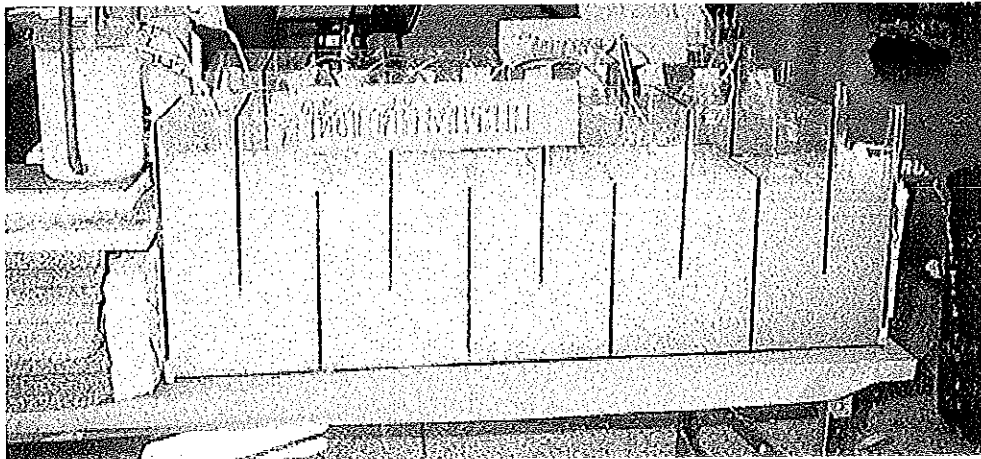
การทดลอง ครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการทดลอง		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครึ่งถึง			เติมอากาศตลอดถึง		
		น้ำยางสกิม	น้ำยางข้น	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal
1	ทีเอช	3.33	8.23	5.05	5.00	-	5.05	4.95	-	5.06	4.83	-
	ความขุ่น (NTU)	670	4,450	2,600	2,400	7.69	2,600	2,050	21.15	2,500	1,200	52.00
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	485	2,050	1,350	1,150	14.81	1,300	910	30.00	1,300	660	49.23
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,490	550	780	790	-	780	810	-	770	820	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,770	7,740	10,440	8,820	15.51	10,620	7,200	32.20	10,440	5,040	51.72
	บีโอดี (มก./ล.)	9,900	4,200	7,500	6,300	16.00	7,650	5,400	29.41	7,500	3,450	54.00
2	ทีเอช	3.33	7.80	4.56	4.53	-	4.52	4.50	-	4.52	4.50	-
	ความขุ่น (NTU)	650	3,500	2,380	1,200	49.58	23.50	940	60.00	2,350	360	84.68
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	580	1,850	1,050	550	47.62	1,100	450	59.10	1,100	150	86.36
	ซัลเฟต (มก./ล.)	7,500	545	750	765	-	750	775	-	750	820	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,500	7,380	10,080	5,040	50.00	9,990	2,880	71.17	10,080	1,440	85.71
	บีโอดี (มก./ล.)	9,600	3,825	6,900	3,600	47.83	7,050	3,150	55.32	6,900	900	86.9
3.	ทีเอช	3.33	7.65	4.28	4.25	-	4.25	4.20	-	4.25	4.18	-
	ความขุ่น (NTU)	640	2,260	2,150	1,290	40.00	2,700	840	60.00	2,180	330	84.36
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	550	1,450	860	470	45.35	850	380	55.29	850	160	81.18
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,150	510	715	720	-	720	740	-	720	800	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,770	6,840	9,540	5,220	45.28	9,540	3,960	58.49	9,360	1,260	86.54
	บีโอดี (มก./ล.)	9,600	3,525	5,250	3,150	40.00	5,100	3,000	41.17	5,100	900	82.35



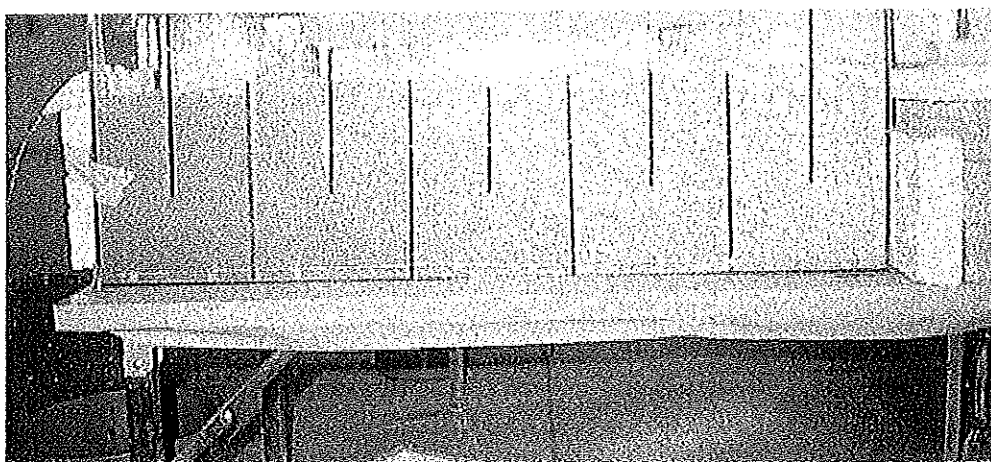
ภาพประกอบ 43 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารโดยการทดลองการใช้ Air Flotation ในปอดักยางตามเงื่อนไขต่าง ๆ ภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8 : 1 ที่ระยะเวลาพักเก็บ 30 นาที



ก. ไม่เติมอากาศ



ข. เติมอากาศครึ่งถัง



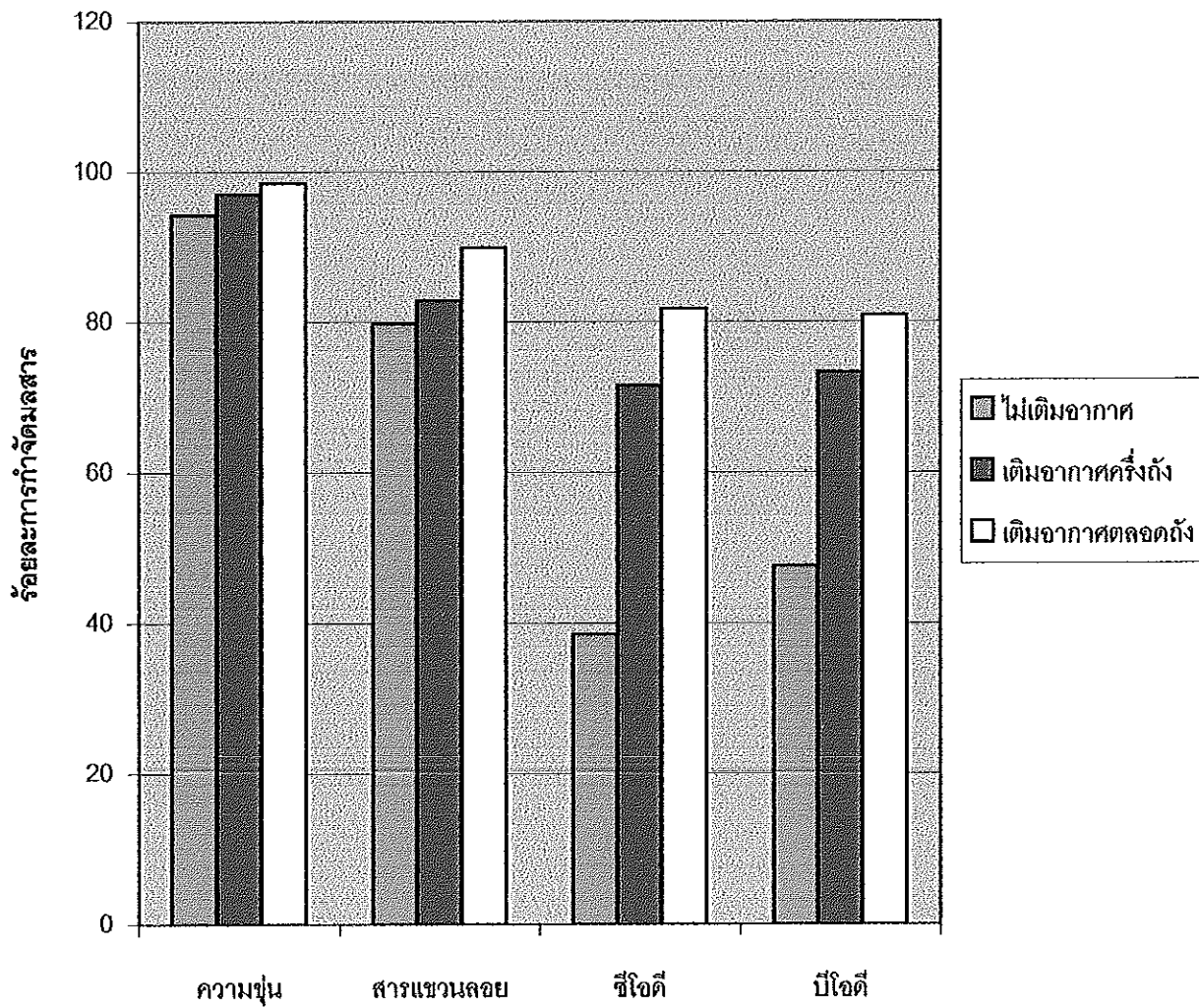
ค. เติมอากาศตลอดถัง

ภาพประกอบ 44 ประสิทธิภาพในการลดมลสาร เมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำ
 ยางขึ้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 8: 1 เมื่อ HRT 45 นาที

ตารางที่ 38 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้น้ำเสียจากระบบการผลิตน้ำยางชั้นต่อน้ำเสียจากระบบการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8:1

ที่ระยะเวลาพักเก็บ 45 นาที ภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ

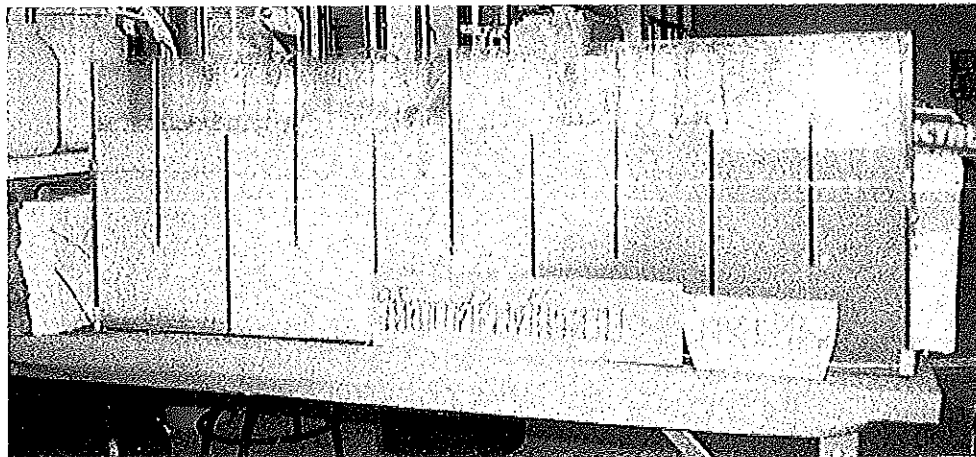
การทดลอง ครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการทดลอง		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครั้งถึง			เติมอากาศตลอดถึง		
		น้ำยางสกิม	น้ำยางชั้น	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal
1	พีเอช	3.32	8.25	5.13	5.10	-	5.10	5.02	-	5.10	495	-
	ความขุ่น (NTU)	680	3,850	2,410	1,790	25.73	2,400	1,130	52.92	2,410	670	72.20
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	510	2,040	1,400	960	31.43	1,420	650	54.22	1,420	355	75.00
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,400	560	770	785	-	770	820	-	775	800	-
	ซีโอที (มก./ล.)	13,770	7,560	10,260	8,100	21.06	10,440	5,040	51.72	10,440	2,700	74.14
	บีโอดี (มก./ล.)	9,750	4,275	7,350	5,100	30.61	7,650	2,925	61.76	7,500	1,875	75.00
2	พีเอช	3.33	7.84	4.57	4.55	-	4.55	4.52	-	4.55	4.50	-
	ความขุ่น (NTU)	640	3,450	2,350	1,260	46.38	2,360	560	76.27	2,350	140	94.04
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	550	1,800	1,230	630	48.78	1,250	300	76.00	1,250	35	97.20
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,150	540	750	770	-	755	820	-	755	880	-
	ซีโอที (มก./ล.)	13,500	7,020	9,720	4,140	57.07	9,720	1,800	81.48	9,990	1,215	87.84
	บีโอดี (มก./ล.)	9,600	3,750	6,750	3,150	53.33	6,900	1,350	80.43	6,750	675	90.00
3.	พีเอช	3.34	7.77	4.25	4.25	-	4.21	4.20	-	4.23	4.18	-
	ความขุ่น (NTU)	650	3,050	2,250	1,020	54.66	2,300	620	73.04	2,280	180	92.10
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	480	1,450	1,210	580	52.07	1,200	250	79.17	1,200	8.5	92.92
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,030	520	715	730	-	720	790	-	720	880	-
	ซีโอที (มก./ล.)	13,320	6,750	9,540	4,050	57.55	9,540	2,160	77.36	9,720	1,260	87.04
	บีโอดี (มก./ล.)	9,750	3,750	5,100	2,400	52.94	4,800	1,125	76.56	4,950	525	89.39



ภาพประกอบ 45 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารโดยการทดลองใช้ Air Flotation ในปอดักแยกตามเงื่อนไขต่าง ๆ ภายได้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 8 : 1 ที่ระยะเวลาพักเก็บ 45 นาที



ก. ไม่เติมอากาศ



ข. เติมอากาศครึ่งถัง



ค. เติมอากาศตลอดถัง

ภาพประกอบ 46 ประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำ
 ยางขึ้น : น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกินเท่ากับ 8 : 1 เมื่อ HRT 45 นาที

2.5.7 การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยาง สกิมในสัดส่วน 2.5 : 1 ภายใต้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมที่ค่าพีเอช 3.4 โดยมีระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที

จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วน 2.5 : 1 ภายใต้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมที่ค่าพีเอช 3.4 คงที่ โดยมีระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที ซึ่งมีผลการศึกษาดังแสดงไว้ในตาราง 39 และภาพประกอบที่ 47 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศ สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 36.34 – 63.89 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 63.802 – 69.64 ลดค่าซีโอดี ได้ร้อยละ 27.24 – 38.50 และลดค่าบีโอดี ได้ร้อยละ 39.23 – 49.45 สำหรับเงื่อนไขการเติมอากาศในบ่อดักยางทำให้เพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 73.17 – 87.54 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 80.61 – 84.62 ลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 63.18 – 71.44 และลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 67.42 – 69.54 เมื่อพิจารณาค่าพีเอช จะเห็นว่าการใช้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วน 2.5 : 1 ในกรณีมีการเติมอากาศตลอดถึง ที่ค่าพีเอช 4.50 จากตาราง 39 ผลการศึกษารั้งที่ 1 สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดี

2.5.8 การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยาง สกิมในสัดส่วน 8 : 1 ภายใต้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมที่ค่าพีเอช 3.4 โดยมีระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที

จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วน 8 : 1 ภายใต้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมที่ค่าพีเอช 3.4 คงที่ โดยมีระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที ซึ่งมีผลการศึกษาดังแสดงไว้ในตาราง 40 และภาพประกอบที่ 48 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศ สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 26.40 – 79.84 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 70.50 – 94.29 ลดค่าซีโอดี ได้ร้อยละ 37.67 – 39.82 และลดค่าบีโอดี ได้ร้อยละ 26.44 – 47.62 สำหรับเงื่อนไขการเติมอากาศในบ่อดักยางทำให้เพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสียให้ดีขึ้น สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 64.80 – 89.92 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 82.29 – 98.54 ลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 76.03 – 81.76 และลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 74.90 – 80.95 เมื่อพิจารณาค่าพีเอช จะเห็นว่าการใช้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมในสัดส่วน 8 : 1 ในกรณีมีการเติมอากาศตลอดถึง โดยมีระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที จากตาราง 40 ผลการศึกษารั้งที่ 1 สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดี

2.5.9. การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยาง สกิมผสมกันให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 โดยใช้ระยะเวลาพักเก็บ 15 นาทีภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ

จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมผสมกันให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 โดยระยะเวลาพักเก็บ 15 นาทีภายใต้เงื่อนไขการไม่เติมอากาศ , เติมอากาศครั้งถึงและเติมอากาศตลอดถึง โดยมีผลการศึกษาดังแสดงไว้ในตาราง 41 และภาพประกอบที่ 49 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศ สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 28.70 – 29.28 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 39.12 – 45.31 ลดค่าซีไอดี ได้ร้อยละ 0.54 – 4.10 และลดค่าบีไอดี ได้ร้อยละ 4.88 – 6.36

ในกรณีเติมอากาศครั้งถึง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 48.15 – 51.57 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 54.56 – 59.36 ลดค่าซีไอดี ได้ร้อยละ 5.22 – 6.55 และลดค่าบีไอดีได้ร้อยละ 7.27 – 13.29

สำหรับในกรณีที่เติมอากาศตลอดถึงสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ ร้อยละ 69.82 – 71.04 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 74.08 – 76.42 ลดค่าซีไอดีร้อยละ 10.64 – 11.32 และลดค่าบีไอดีได้ร้อยละ 20.00 – 27.17

2.5.10 การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยาง สกิมผสมกันให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 โดยใช้ระยะเวลาพักเก็บ 30 นาทีภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ

จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมผสมกันให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 โดยระยะเวลาพักเก็บ 30 นาทีภายใต้เงื่อนไขการไม่เติมอากาศ , เติมอากาศครั้งถึงและเติมอากาศตลอดถึง โดยมีผลการศึกษาดังแสดงไว้ในตาราง 42 และภาพประกอบที่ 51 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศ สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 80.62 – 82.52 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 87.80 – 88.00 ลดค่าซีไอดี ได้ร้อยละ 7.00 – 10.07 และลดค่าบีไอดี ได้ร้อยละ 8.99 – 10.62

ในกรณีเติมอากาศครั้งถึง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 88.40 – 89.20 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 92.88 – 94.24 ลดค่าซีไอดี ได้ร้อยละ 46.29 – 48.92 และลดค่าบีไอดีได้ร้อยละ 42.70 – 45.74

สำหรับในกรณีที่ไม่เติมอากาศตลอดถึง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 92.27 – 92.72 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 95.55 – 95.93 ลดค่าซีโอดีร้อยละ 68.55 – 70.00 และลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 64.61 – 65.03

2.5.11 การศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยาง สกิมผสมกันให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 โดยใช้ระยะเวลาพักเก็บ 45 นาทีภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ

จากผลการศึกษาการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมผสมกันให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 โดยระยะเวลาพักเก็บ 45 นาทีภายใต้เงื่อนไขการไม่เติมอากาศ , เติมอากาศครั้งถึงและเติมอากาศตลอดถึง โดยมีผลการศึกษาค้นคว้าได้ในตาราง 43 และภาพประกอบที่ 53 พบว่าเงื่อนไขในการไม่เติมอากาศ สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 88.50 – 90.58 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 94.30 – 94.95 ลดค่าซีโอดี ได้ร้อยละ 13.52 – 15.33 และลดค่าบีโอดี ได้ร้อยละ 11.76 – 13.02

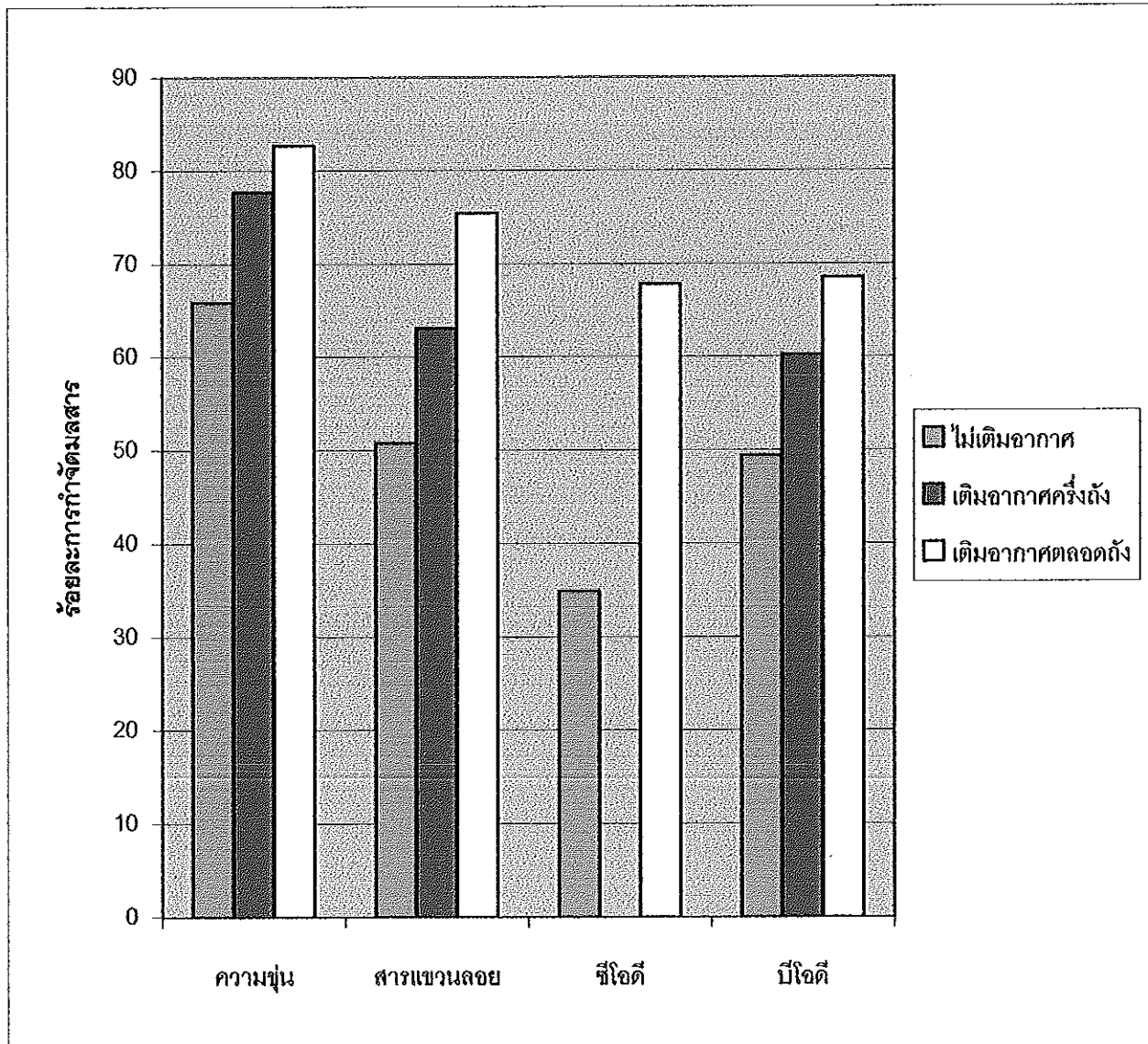
ในกรณีเติมอากาศครั้งถึง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 95.18 – 96.23 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 97.54 – 97.81 ลดค่าซีโอดี ได้ร้อยละ 72.67 – 74.06 และลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 70.00 – 72.09

สำหรับในกรณีที่ไม่เติมอากาศตลอดถึงสามารถลดปริมาณสารแขวนลอย ได้ร้อยละ 98.43 – 98.51 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 99.09 – 99.22 ลดค่าซีโอดีร้อยละ 79.34 – 80.71 และลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 80.14 – 81.54

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าในกรณีที่ใช้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมผสมกันให้มีค่าพีเอช 4.5 โดยใช้ระยะเวลาในการพักเก็บ 45 นาที และเติมอากาศตลอดถึงเป็นกรณีที่ดีที่สุดในการลดค่าความขุ่นจาก 3,880 NTU ลดเหลือ 35 NTU ลดปริมาณสารแขวนลอยจาก 1,650 มิลลิกรัม/ลิตร ลงเหลือ 26 มิลลิกรัม/ลิตร ลดค่าซีโอดีจาก 13,830 มิลลิกรัม/ลิตร ลงเหลือ 2,839 มิลลิกรัม/ลิตร และลดค่าบีโอดีจาก 8,550 มิลลิกรัม/ลิตร ลงเหลือ 1,650 มิลลิกรัม/ลิตร หรือคิดเป็นร้อยละ 99.10 , 98.40 , 79.30 และ 80.80 ตามลำดับ

ตารางที่ 39 ผลการศึกษาใช้ Air Floation ในบ่อดักขางภายใต้ ในเงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ที่ระยะเวลาพักเก็บ เท่ากับ 45 นาที ภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 2.5 :1

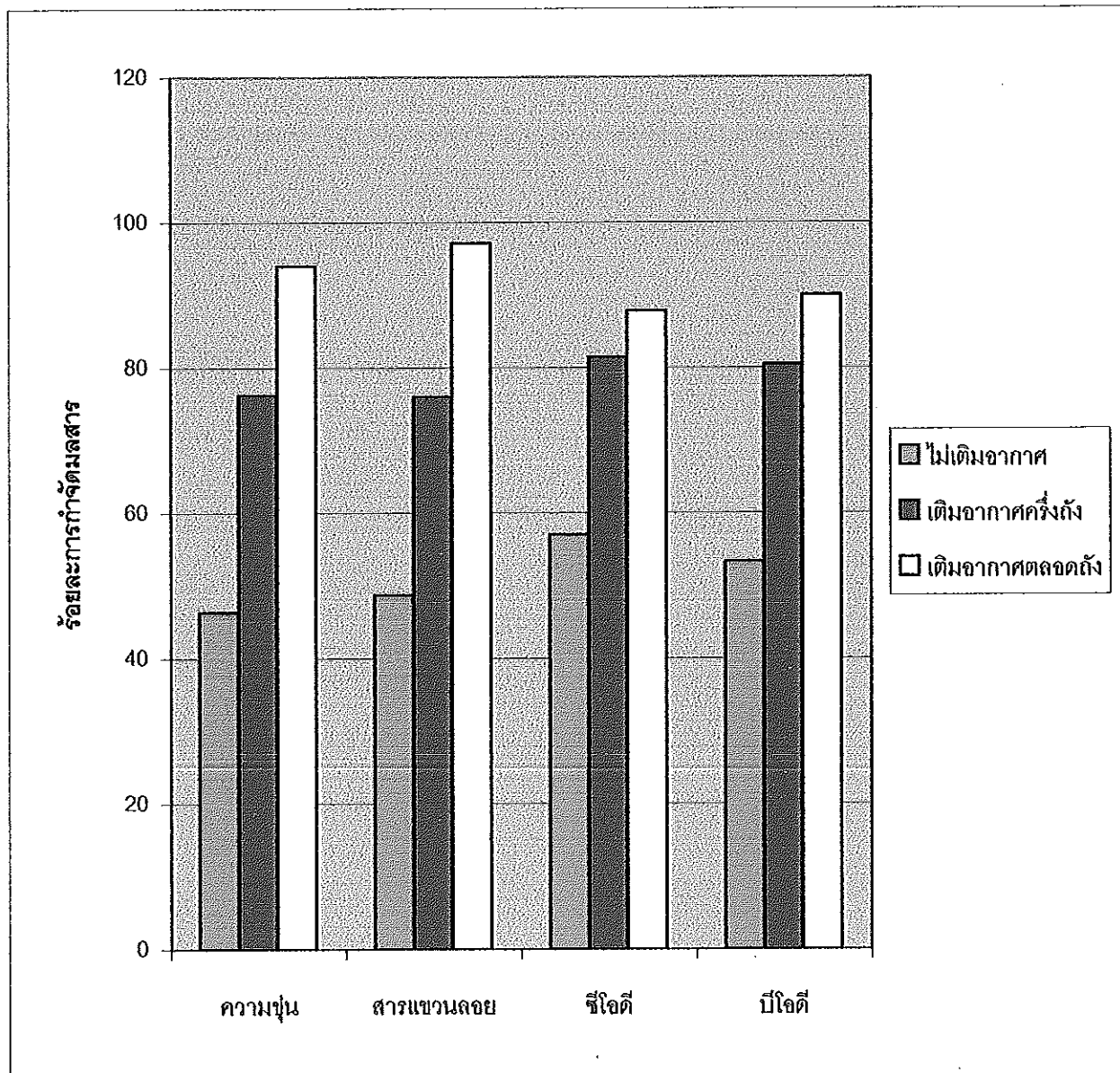
การศึกษาครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการศึกษา		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครั้งถึง			เติมอากาศตลอดถึง		
		น้ำขางสกิม	น้ำขางชั้น	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal
1	พีเอช	3.41	8.32	4.60	4.65	-	4.63	4.62	-	4.59	4.50	-
	ความขุ่น (NTU)	750	6,200	2,500	750	69.64	2,450	520	78.95	2,460	380	84.62
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	610	2,600	1,050	390	63.89	1,000	260	75.93	1,190	140	87.54
	ซัลเฟต (มก./ล.)	5,940	670	1,530	1,590	-	1,510	1,620	-	1,530	1,750	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	16,684	12,298	13,588	8,428	38.50	13,760	5,246	61.72	13,760	3,913	71.44
	บีโอดี (มก./ล.)	12,150	8,850	9,900	5,925	39.23	9,600	3,840	60.22	9,750	2,970	69.54
								22				
2	พีเอช	3.43	7.84	3.23	4.35	-	4.25	4.28	-	4.18	4.10	-
	ความขุ่น (NTU)	680	3,750	2,100	620	65.88	2,080	380	77.72	2,150	260	82.70
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	595	2,200	620	320	50.77	680	240	63.08	650	160	75.38
	ซัลเฟต (มก./ล.)	5,590	635	1,460	1,520	-	1,460	1,565	-	1,430	1,650	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	16,340	11,008	11,352	7,654	34.88	11,868	5,160	-	12,040	3,784	67.80
	บีโอดี (มก./ล.)	12,000	6,450	8,850	4,575	49.45	9,150	3,600	60.22	9,150	2,400	68.50
3.	พีเอช	3.44	6.91	3.80	3.92	-	3.92	3.90	-	3.86	3.75	-
	ความขุ่น (NTU)	480	3,050	1,520	560	63.80	1,550	360	76.33	1,570	300	80.61
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	580	1,600	380	240	36.34	350	170	54.91	400	100	73.17
	ซัลเฟต (มก./ล.)	5,310	510	1,300	1,350	-	1,310	1,410	-	1,310	1,520	-
	ซีโอดี (มก./ล.)	16,684	8,428	9,632	6,880	27.27	9,460	4,644	50.91	9,288	3,483	63.18
	บีโอดี (มก./ล.)	12,000	5,475	8,100	4,350	46.63	8,400	3,150	61.35	7,950	2,250	67.42



ภาพประกอบ 47 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในปอดักกวางภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ที่ระยะเวลาเก็บกัก 45 นาทีภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 2.5 : 1

ตารางที่ 40 ผลการศึกษาใช้ Air Floation ในบ่อดักขาง ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ที่ระยะเวลาตกเก็บ เท่ากับ 45 นาที
ภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำขางชั้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตขางสกิม เท่ากับ 8 : 1

การศึกษา ครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการศึกษา		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครึ่งถัง			เติมอากาศตลอดถัง		
		น้ำขางสกิม	น้ำขางชั้น	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถัง ผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถัง ผสม	ออกจากระบบ	% removal
1	พีเอช	3.33	8.23	5.07	5.18	-	5.07	5.09	-	5.06	4.95	-
	ความขุ่น (NTU)	672	6,900	5,600	1,642	70.50	5,600	1,035	81.41	5,500	986	82.29
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	485	2,030	1,350	920	26.40	1,200	780	37.60	1,200	440	64.80
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,490	650	1,120	1,160	-	1,120	1,205	-	1,120	1,330	-
	ซีไอดี (มก./ล.)	15,210	11,871	13,140	8,190	37.67	12,960	4,050	68.75	13,140	3,150	76.03
	บีไอดี (มก./ล.)	11,550	9,225	10,200	7,650	26.44	10,500	4,200	56.62	10,500	2,610	74.90
2	พีเอช	3.33	7.80	4.43	4.69	-	4.45	4.49	-	4.42	4.34	-
	ความขุ่น (NTU)	654	4,100	3,800	215	94.29	3,750	112	97.03	3,750	55	98.54
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	480	1,870	990	320	79.84	985	225	82.86	1,000	135	89.92
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,280	590	950	1,005	-	960	1,045	-	960	1,170	-
	ซีไอดี (มก./ล.)	15,030	9,540	12,150	7,470	38.52	12,330	3,510	71.53	12,330	2,250	81.76
	บีไอดี (มก./ล.)	11,400	7,575	9,300	4,950	47.62	9,600	2,520	73.33	9,450	1,800	80.95
3.	พีเอช	3.33	6.87	3.98	4.15	-	3.96	3.99	-	3.97	3.91	-
	ความขุ่น (NTU)	636	2,850	1,080	108	89.89	1,100	93	91.38	1,056	53	95.09
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	465	1,490	890	205	76.97	890	180	79.87	890	100	88.76
	ซัลเฟต (มก./ล.)	6,150	505	860	920	-	860	970	-	865	1,080	-
	ซีไอดี (มก./ล.)	14,760	8,460	10,170	6,120	39.82	9,990	2,880	71.17	9,990	2,160	78.38
	บีไอดี (มก./ล.)	11,250	4,350	7,650	4,275	43.38	7,500	2,220	70.60	7,500	1,725	77.15



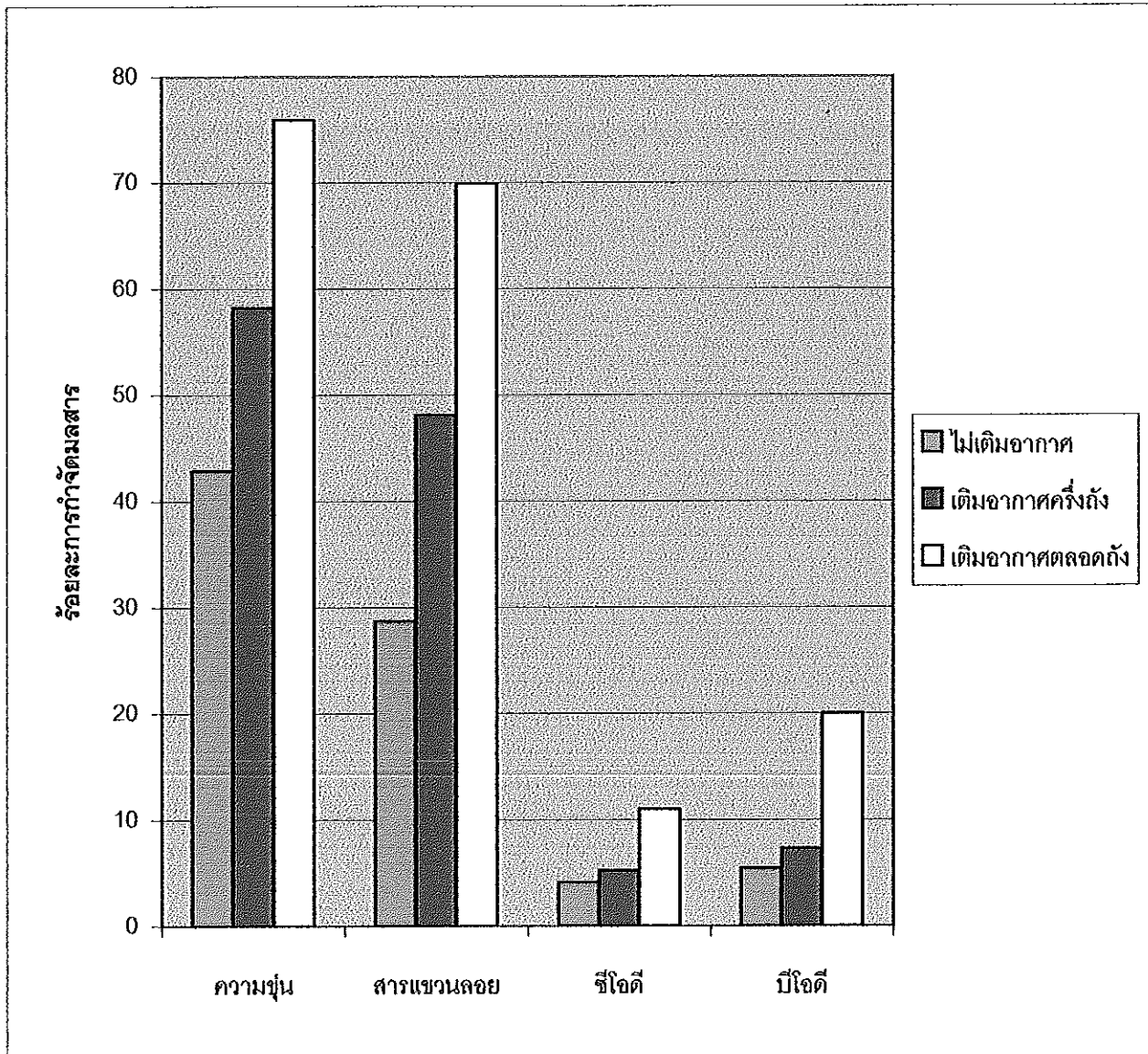
ภาพประกอบ 48 กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดมลสารเมื่อศึกษาใช้ Air Flotation ในปอดักยาง ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ระยะเวลาเก็บกัก 45 นาทีภายใต้สัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น ต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 8 : 1

ตารางที่ 41 ผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อคักยาง ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ที่ระยะเวลาพักเก็บ 15 นาที

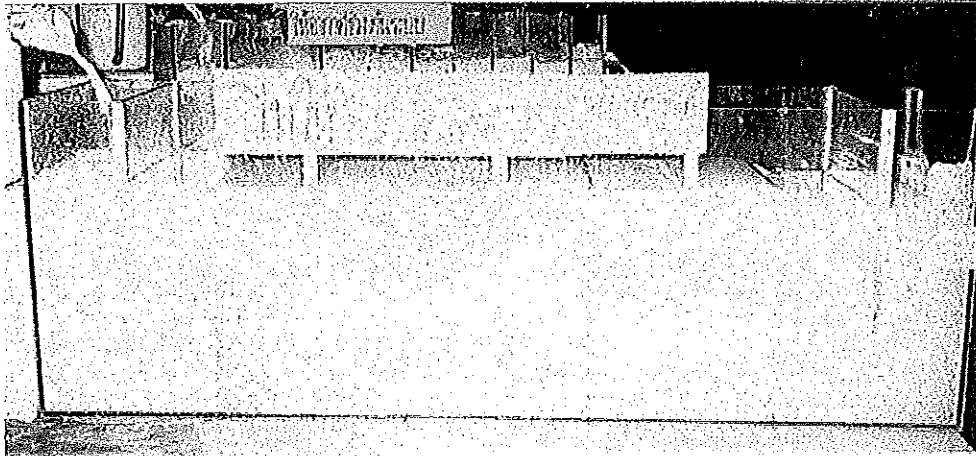
ภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกีม เท่ากับ 4.5

การศึกษาครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการศึกษา		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครึ่งถัง			เติมอากาศตลอดถัง		
		น้ำยางสกีม	น้ำยางข้น	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal
1.	พีเอช	3.25	8.27	4.50	4.50	-	4.50	4.50	-	4.50	4.49	-
	ความขุ่น (NTU)	820	7,200	4,000	2,180	45.31	4,100	1,620	59.36	3,850	940	76.42
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	510	4,150	2,240	1,580	29.28	2,240	1,100	51.18	2,280	680	69.82
	ซัลเฟต (มก./ล.)	8,250	860	1,240	1,250	(0.81)	1,220	1,250	(2.46)	1,220	1,300	(6.56)
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,465	9,801	11,175	10,900	2.45	11,266	10,442	6.55	11,083	9,984	10.64
	บีโอดี (มก./ล.)	10,800	7,200	8,850	8,100	6.36	8,400	7,500	13.29	8,700	6,300	27.17
2	พีเอช	3.50	8.25	4.50	4.50	-	4.49	4.49	-	4.49	4.48	-
	ความขุ่น (NTU)	790	6,950	3,640	2,160	42.86	3,850	1,580	58.20	3,850	910	75.93
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	490	3,960	2,120	1,540	28.70	2,240	1,120	48.15	2,120	650	69.91
	ซัลเฟต (มก./ล.)	8,100	820	1,080	1,105	(2.31)	1,090	1,135	(4.13)	1,090	1,180	(8.26)
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,190	9,618	11,266	11,083	4.10	10,992	10,534	5.22	11,083	9,892	11.00
	บีโอดี (มก./ล.)	10,950	6,900	8,400	7,800	5.45	8,250	7,650	7.27	8,100	6,600	20.00
3.	พีเอช	3.50	8.27	4.50	4.49	-	4.50	4.49	-	4.50	4.48	-
	ความขุ่น (NTU)	780	6,860	3,380	2,090	39.12	3,340	1,560	54.56	3,580	890	74.08
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	460	3,920	2,100	1,520	28.83	2,120	1,020	51.57	2,100	610	71.04
	ซัลเฟต (มก./ล.)	8,450	880	1,280	1,295	(1.17)	1,190	1,260	(5.88)	1,250	1,390	(11.20)
	ซีโอดี (มก./ล.)	13,373	9,709	11,266	10,992	0.54	10,900	10,350	6.35	10,992	9,801	11.32
	บีโอดี (มก./ล.)	10,500	7,350	8,250	7,800	4.88	8,100	7,500	8.54	8,250	6,450	21.34

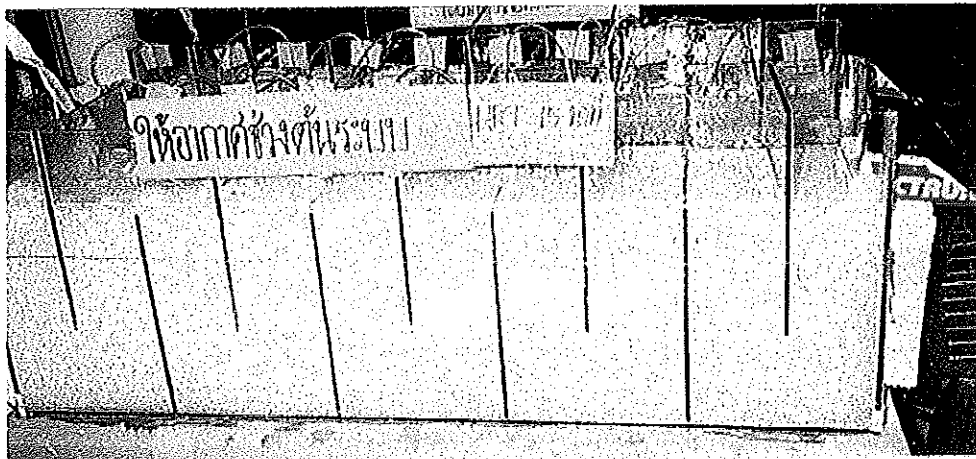
หมายเหตุ : () = ค่าที่เพิ่มขึ้น



ภาพประกอบ 49 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในปอดักยางภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่างๆ ระยะเวลาเก็บกัก 15 นาที ภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 4.5



ก. ไม่เติมอากาศ



ข. เติมอากาศครึ่งถัง



ค. เติมอากาศตลอดถัง

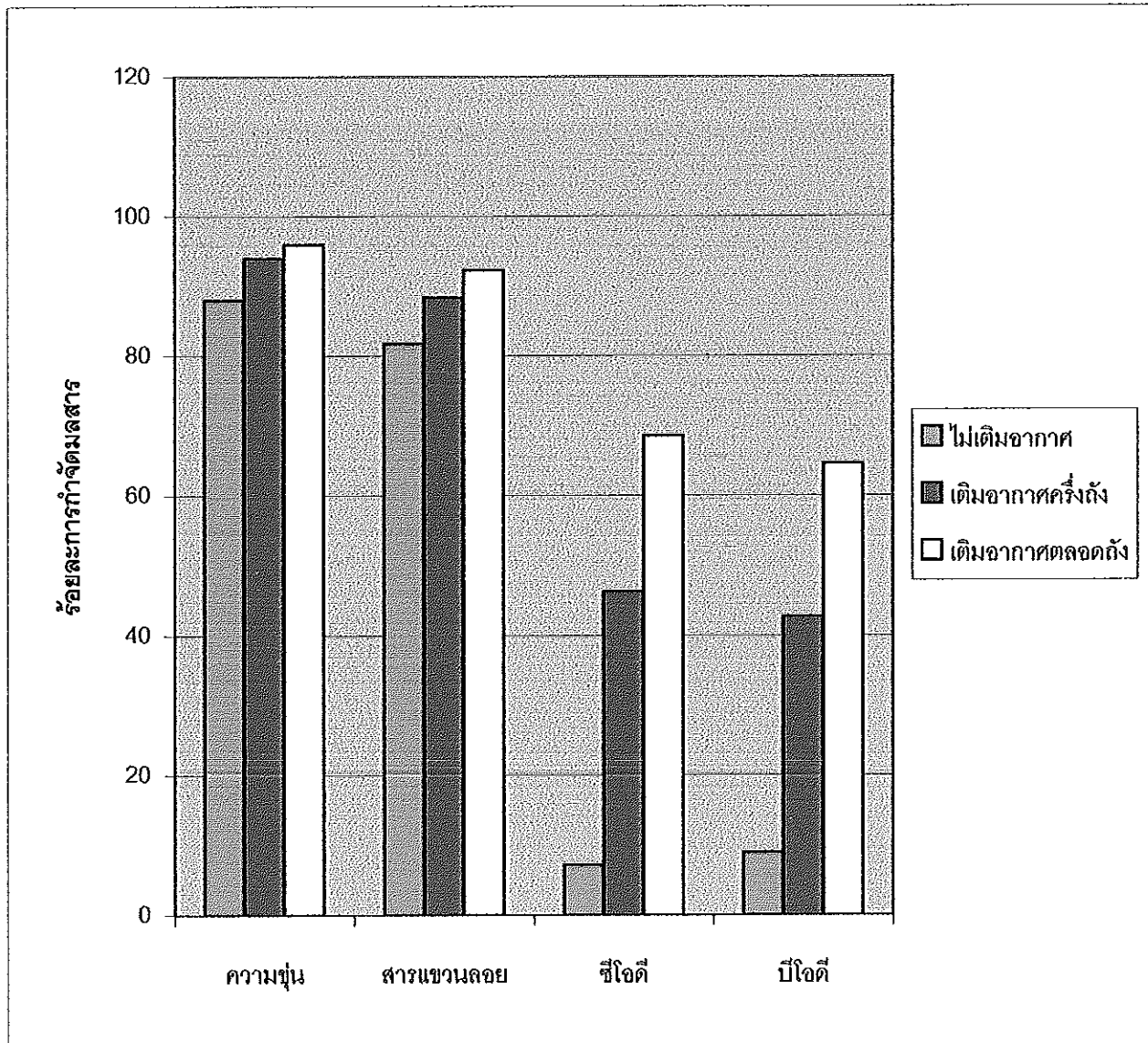
ภาพประกอบ 50 ประสิทธิภาพในการลดมลสาร ในที่มีค่าพีเอช 4.5 ระยะเวลาักเก็บ 15 นาที

ตารางที่ 42 ผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในมอดัลกึ่งทาง ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ที่ระยะเวลาพักเก็บ 30 นาที

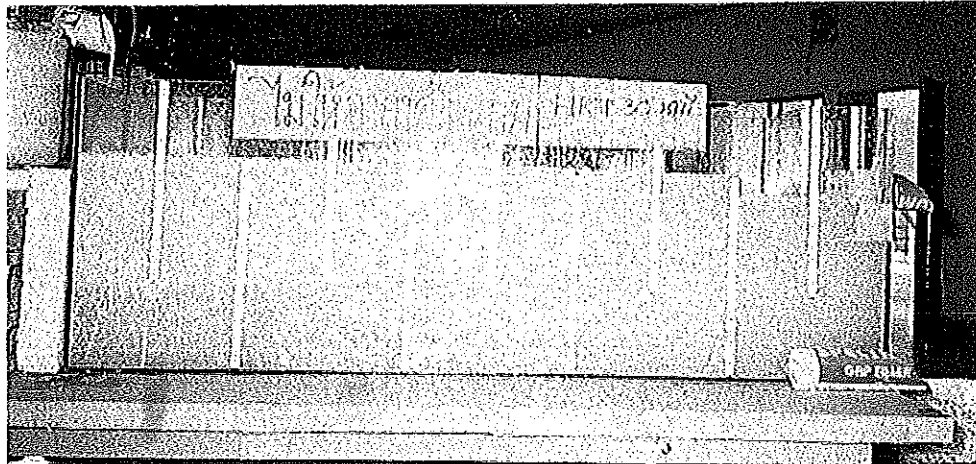
ภายใต้ค่าที่เอชของน้ำเสียจากระบวนการผลิตน้ำยางข้นผสมกับน้ำเสียจากระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 4.5

การศึกษาครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการศึกษา		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครั้งถึง			เติมอากาศตลอดถึง		
		น้ำยางสกิม	น้ำยางข้น	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal
1.	ทีเอช	3.52	8.50	4.50	4.51	-	4.50	4.49	-	4.50	4.47	-
	ความขุ่น (NTU)	670	6,800	3,920	480	87.80	3,960	280	92.88	3,920	175	95.55
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	480	3,200	2,030	360	85.52	2,100	225	89.08	2,050	150	92.72
	ซัลเฟต (มก./ล.)	7,490	930	1,260	1,285	(1.98)	1,280	1,340	(4.69)	1,280	1,380	(7.81)
	ซีโอดี (มก./ล.)	14,839	11,816	12,732	11,450	10.07	12,824	6,503	48.92	12,640	3,847	69.78
	บีโอดี (มก./ล.)	12,150	8,250	9,600	8,625	10.62	9,750	5,325	44.82	9,600	3,375	65.03
2	ทีเอช	3.23	8.45	4.49	4.50	-	4.50	4.48	-	4.49	4.46	-
	ความขุ่น (NTU)	520	6,500	3,800	460	88.00	3,850	230	94.00	3,850	156	95.93
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	465	2,950	1,850	330	81.79	1,800	210	88.40	1,780	140	92.27
	ซัลเฟต (มก./ล.)	7,350	850	1,220	1,250	(2.46)	1,200	1,250	(4.17)	1,220	1,310	(7.38)
	ซีโอดี (มก./ล.)	14,656	11,450	11,999	11,083	7.16	11,908	6,412	46.29	11,908	3,755	68.55
	บีโอดี (มก./ล.)	12,000	8,100	9,000	8,100	8.99	8,850	5,100	42.70	8,850	3,150	64.61
3.	ทีเอช	3.23	8.45	4.50	4.49	-	4.49	4.47	-	4.50	4.45	-
	ความขุ่น (NTU)	450	6,200	3,660	440	87.93	3,680	210	94.24	3,600	150	95.89
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	450	2,850	1,800	350	80.62	1,820	195	89.20	1,800	135	92.52
	ซัลเฟต (มก./ล.)	7,280	850	1,250	1,275	(2.00)	1,260	1,305	(3.57)	1,260	1,370	(8.73)
	ซีโอดี (มก./ล.)	14,930	11,541	12,091	11,358	7.00	12,274	6,412	47.50	12,274	3,664	70.00
	บีโอดี (มก./ล.)	12,150	8,250	9,300	8,100	9.04	9,450	5,100	45.74	9,450	3,300	64.89

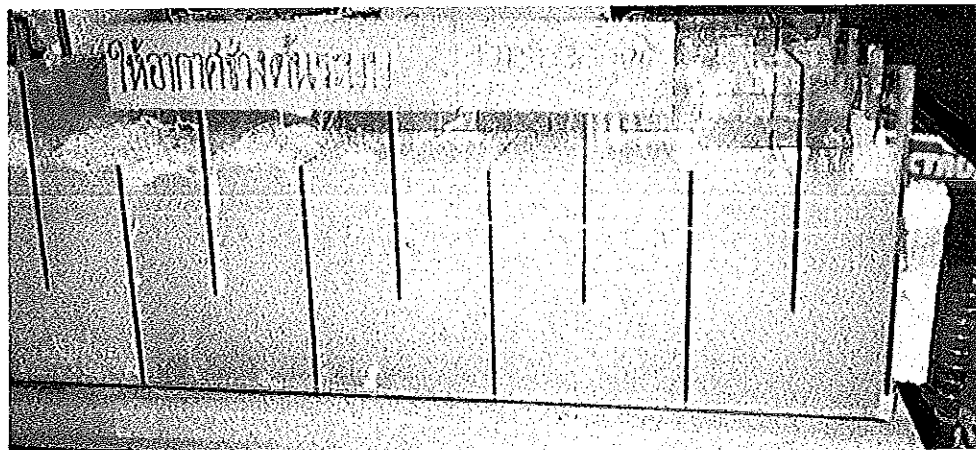
หมายเหตุ : () = ค่าที่เพิ่มขึ้น



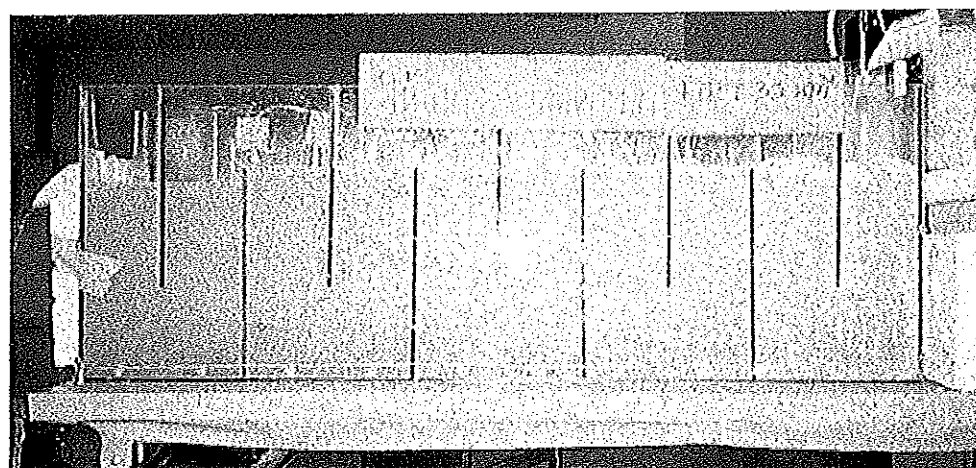
ภาพประกอบ 51 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อดักไขมันภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่างๆ ระยะเวลาเก็บกัก 30 นาทีภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 4.5



ก. ไม้เติมอากาศ



ข. เติมอากาศครึ่งถัง



ค. เติมอากาศตลอดถัง

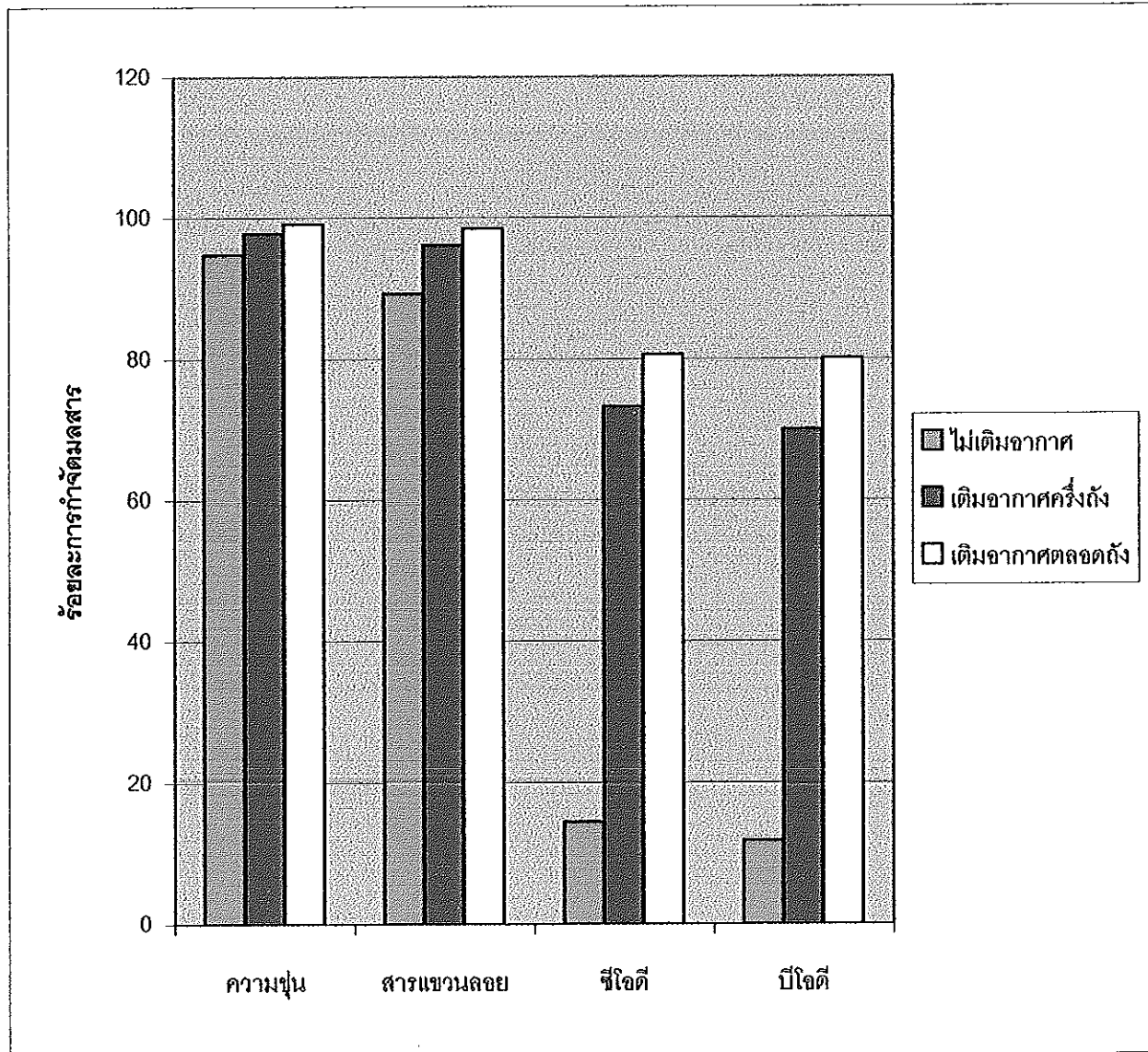
ภาพประกอบ 52 ประสิทธิภาพในการลดมลสาร เมื่อใช้น้ำเสียที่มีค่าพีเอช 4.5 ระยะเวลาพักเก็บ 30 นาที

ตารางที่ 43 ผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในบ่อดักยาง ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่าง ๆ ที่ระยะเวลาพักเก็บ 45 นาที

ภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เท่ากับ 4.5

การศึกษาครั้งที่	ตัวแปร	น้ำเสียก่อนการศึกษา		ไม่เติมอากาศ			เติมอากาศครั้งถึง			เติมอากาศตลอดถึง		
		น้ำยางสกิม	น้ำยางข้น	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal	ออกจากถังผสม	ออกจากระบบ	% removal
1.	พีเอช	3.19	7.80	4.50	4.49	-	4.50	4.47	-	4.50	4.44	-
	ความขุ่น (NTU)	475	5,900	3,840	220	94.30	3,860	95	97.54	3,880	35	99.09
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	440	2,580	1,650	190	88.50	1,680	80	95.18	1,650	26	98.43
	ซัลเฟต (มก./ล.)	7,430	900	1,150	1,190	(3.48)	1,160	1,240	(6.90)	1,160	1,300	(12.07)
	ซีโอดี (มก./ล.)	15,022	12,732	13,556	11,633	15.33	13,831	3,755	72.67	13,831	2,839	79.34
	บีโอดี (มก./ล.)	12,300	7,500	8,700	7,500	12.79	8,550	2,400	72.09	8,550	1,650	80.81
2	พีเอช	3.20	7.82	4.51	4.50	-	4.50	4.46	-	4.51	4.45	-
	ความขุ่น (NTU)	490	6,000	3,880	200	94.84	3,860	85	97.81	3,880	32	99.17
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	435	2,540	1,680	180	89.26	1,670	65	96.12	1,680	25	98.51
	ซัลเฟต (มก./ล.)	7,350	880	1,130	1,170	(3.54)	1,130	1,210	(7.08)	1,140	1,290	(13.16)
	ซีโอดี (มก./ล.)	15,205	12,732	13,831	11,725	14.47	13,648	3,664	73.27	13,648	2,656	80.63
	บีโอดี (มก./ล.)	12,450	7,650	8,550	7,500	11.76	8,250	2,550	70.00	8,700	1,620	80.14
3.	พีเอช	3.19	7.82	4.50	4.49	-	4.51	4.46	-	4.50	4.44	-
	ความขุ่น (NTU)	485	5,850	3,860	195	94.95	3,880	90	97.67	3,840	30	99.22
	สารแขวนลอย (มก./ล.)	410	2,480	1,580	150	90.58	1,600	60	96.23	1,600	25	98.43
	ซัลเฟต (มก./ล.)	7,380	880	1,120	1,155	(3.13)	1,110	1,200	(8.11)	1,110	1,250	(12.61)
	ซีโอดี (มก./ล.)	15,297	12,640	13,831	112,908	13.52	13,831	3,572	74.06	13,648	2,656	80.71
	บีโอดี (มก./ล.)	12,450	7,500	8,550	7,350	13.02	8,400	2,400	71.60	8,400	1,560	81.54

หมายเหตุ : () = ค่าที่เพิ่มขึ้น



ภาพประกอบ 53 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการศึกษาใช้ Air Flotation ในปอดักยางภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศต่างๆ ระยะเวลาเก็บกัก 45 นาทีภายใต้ค่าพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมเท่ากับ 4.5



ก. ไม่เติมอากาศ



ข. เติมอากาศครึ่งถึง



ค. เติมอากาศตลอดถึง

ภาพประกอบ 54 ประสิทธิภาพในการลดมลสาร ในน้ำเสียที่มีค่าพีเอช 4.5 ระยะเวลาพักเก็บ 45 นาที

บทที่ 4

วิเคราะห์และวิจารณ์ผล

1. ปริมาณและลักษณะน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น

1.1 ปริมาณน้ำเสีย

จากการศึกษาปริมาณน้ำเสียในแต่ละกระบวนการผลิตของโรงงานพบว่า ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นในแต่ละช่วงเวลามีค่าไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับกิจกรรมการผลิตของพนักงาน โดยช่วงเวลาที่พนักงานพัก แต่เป็นเวลาที่เครื่องจักรเดินเครื่อง ในช่วงนี้จะมีปริมาณน้ำเสียเกิดขึ้นน้อยเฉลี่ยเพียง 3.42 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง แต่ในช่วงเวลาที่มีการทำความสะอาดเครื่องจักร น้ำเสียที่เกิดขึ้นมีปริมาณมากเฉลี่ย 11.89 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง สำหรับปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางสกิมจะมีอัตราการไหลแบบไม่คงที่เช่นเดียวกัน ขึ้นอยู่กับกิจกรรมการผลิต ในช่วงเวลาที่พนักงานปล่อยน้ำเสียออกจากบ่อหมักยางสกิมให้หมดก่อนที่จะทำการล้างบ่อหมัก เพื่อเตรียมน้ำยางข้นเข้าสู่บ่อหมักใหม่ ในช่วงนี้จะมีน้ำเสียในปริมาณมากเฉลี่ย 20.27 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ส่วนช่วงเวลาที่ไม่มีมีการปล่อยน้ำเสีย น้ำเสียที่เกิดขึ้นเกิดจากการล้างพื้น และการรั่วไหลจากวาล์วเปิดปิดน้ำซึ่งจะมีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ย 2.16 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ส่วนน้ำเสียรวมจะมีอัตราการไหลแบบไม่คงที่เช่นเดียวกัน เนื่องจากเป็นน้ำเสียรวมระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมที่มีอัตราการไหลในแต่ละช่วงเวลาไม่คงที่ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบคักยางมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากโรงงานไม่มีบ่อรวบรวมน้ำเสีย (Equalization Tank) ทำให้น้ำเสียที่ไหลเข้าบ่อคักยางในแต่ละช่วงเวลามีปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำเสียที่ไหลในช่วงเวลานั้นๆ ซึ่งจะเห็นว่าน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นจะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาและมีปริมาณน้อย ส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมจะเกิดขึ้นเป็นช่วงๆและมีปริมาณมากทำให้ระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเสียในบ่อคักยางไม่คงที่สม่ำเสมอ ในช่วงเวลาที่มีน้ำเสียเข้าสู่บ่อคักยางน้อย น้ำเสียจะมีระยะเวลาในการเก็บกักนาน ซึ่งตรงกันข้ามกับในกรณีที่มีน้ำเสียในปริมาณมาก ระยะเวลาในการเก็บกักไม่พอเพียงที่เนือยงในน้ำเสียจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ทำให้ระบบคักยางมีประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Heike และคณะ (1980) ที่ได้ทดลองหาประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสีย ซึ่งพบว่าอัตราการลดมลสารในน้ำเสียขึ้นอยู่กับอัตราการไหลเข้าของน้ำเสีย ถ้าอัตราการไหลเข้าเร็วประสิทธิภาพในการบำบัดจะลดลง

1.2 ลักษณะน้ำเสีย

จากผลการศึกษาสามารถแบ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นตามลักษณะการไหลลงสู่รางรับน้ำเสียออกเป็น 3 ชนิดคือ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมและน้ำเสียรวม ลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น ในแต่ละช่วงเวลาก็มีความแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับกิจกรรมการผลิตและสัมพันธ์กับปริมาณน้ำเสีย พบว่าช่วงเวลาการล้างทำความสะอาดเครื่องจักรน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะมีมลสารสูง โดยมีค่า พีเอช เฉลี่ย 8.45 ปริมาณสารแขวนลอย เฉลี่ย 2,430 มิลลิกรัม/ลิตร ความขุ่นเฉลี่ย 5,500 NTU ซัลเฟตเฉลี่ย 1,100 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอซี เฉลี่ย 12,600 มิลลิกรัม/ลิตรและบีไอซีเฉลี่ย 3,700 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งจะเห็นว่าน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีปริมาณมลสารสูงเช่นเดียวกับการศึกษาของ วันชัย แก้วยอด (2540) ที่พบว่าน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีค่า บีไอซี ระหว่าง 1,825-3,766 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณสารแขวนลอย 1,082-3,766 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณสารแขวนลอยเหล่านี้เป็นเนื้อยางนั่นเอง

ลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม มีลักษณะแตกต่างกัน น้ำเสียในช่วงการระบายน้ำเสียในบ่อหมักยางสกิมมีค่า พีเอชเฉลี่ย 3.40 ปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ย 535 มิลลิกรัม/ลิตร ความขุ่นเฉลี่ย 260 NTU ซัลเฟตเฉลี่ย 5,875 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอซีเฉลี่ย 11,650 มิลลิกรัม/ลิตร บีไอซีเฉลี่ย 7,400 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนในช่วงที่ทำการล้างบ่อหมักยางจะมีค่าพีเอชเฉลี่ย 3.97 ปริมาณสารแขวนลอย 1,220 มิลลิกรัม/ลิตรค่าความขุ่น 793 NTU ซัลเฟตเฉลี่ย 1,766 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอซีเฉลี่ย 9,200 มิลลิกรัม/ลิตร บีไอซีเฉลี่ย 6,900 มิลลิกรัม/ลิตร และน้ำเสียที่เกิดขึ้นระหว่างคังเนื้อยางขึ้นจากบ่อหมักยางมีค่าพีเอช 5.02 ปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ย 168 มิลลิกรัม/ลิตร ความขุ่นเฉลี่ย 142 NTU ซัลเฟตเฉลี่ย 540 มิลลิกรัม/ลิตร ซีไอซีเฉลี่ย 2,075 มิลลิกรัม/ลิตร และบีไอซีเฉลี่ย 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร

จากการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมแบบ Composite พบว่าน้ำเสียมีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยมีค่าพีเอชเฉลี่ย 3.82 ปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ย 974 มิลลิกรัม/ลิตร ความขุ่นเฉลี่ย 304 NTU ซัลเฟตเฉลี่ย 4,710 มิลลิกรัม/ลิตร และซีไอซีเฉลี่ย 12,367 มิลลิกรัม/ลิตร และบีไอซีเฉลี่ย 9,600 มิลลิกรัม/ลิตรซึ่งจะเห็นว่าการเก็บตัวอย่างแบบ Composite จะมีความเข้มข้นของมลสารในน้ำเสียต่ำกว่าน้ำเสียในบ่อหมักยางสกิม เนื่องจากน้ำล้างที่ใช้ในการทำทำความสะอาดบ่อหมักมีน้ำสะอาดเข้ามาเจือจาง จึงทำให้ค่ามลสารในน้ำเสียจากการเก็บตัวอย่างแบบ Composite มีค่ามลสารต่ำ

ลักษณะน้ำเสียรวมเกิดจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม เนื่องจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตทั้งสองแหล่งมีลักษณะแตกต่างกันมากเมื่อรวมกันจึงทำให้น้ำเสียรวมมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 4.11-7.68 ปริมาณสารแขวนลอยมีค่าอยู่ระหว่าง

120-3,340 มิลลิกรัม/ลิตร ความขุ่นอยู่ระหว่าง 170-5,880 NTU ปริมาณซัลเฟตอยู่ระหว่าง 428-6,250 มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอซีอยู่ระหว่าง 3,283-12,696 มิลลิกรัม/ลิตร และบีโอดีอยู่ระหว่าง 1,320-6,675 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยาง สกิม นอกจากปริมาณสารแขวนลอย ความขุ่น บีโอดี และซีโอซี แตกต่างกันไป แล้ว ปริมาณซัลเฟตในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมและน้ำเสียรวมมีความเข้มข้นสูงกว่าในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการผลิตยางสกิมมีการเติมกรดซัลฟูริกเพื่อช่วยให้เนื้อยางจับตัว กรดซัลฟูริกจึงเหลือตกค้างในน้ำเสีย ทำให้น้ำเสียมีความเข้มข้นของซัลเฟตสูง

จากที่กล่าวมาแล้วว่าระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานที่ศึกษาอยู่ ปัจจุบันไม่มีบ่อรวบรวมน้ำเสียของแต่ละสายการผลิต ทำให้น้ำเสียที่ไหลเข้าสู่บ่อดักยางมีลักษณะความเข้มข้นของมลสารในน้ำเสียในแต่ละช่วงเวลาที่ไหลเข้าสู่บ่อดักยางมีความแตกต่างกันและเปลี่ยนแปลงทั้งค่าพีเอช บีโอดี ซีโอซี ปริมาณสารแขวนลอยและค่าความขุ่นในทันทีทันใด ซึ่งส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของบ่อดักยางมีประสิทธิภาพต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ด้วยเหตุนี้ควรมีบ่อกักเก็บรวบรวมน้ำเสียของแต่ละสายการผลิต เพื่อความสะดวกในการควบคุมปริมาณการไหลและลักษณะของน้ำเสียแต่ละสายการผลิต ให้มีลักษณะเดียวกัน ก่อนไหลเข้าสู่บ่อดักยาง

2. การหาชนิดและปริมาณสารรวมตะกอนที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดการรวมตะกอนที่ดีที่สุด

2.1 การหาสัดส่วนระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม

การศึกษาการใช้สัดส่วนปริมาณของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมมาผสมกันในสัดส่วน 1 ต่อ 3 , 1 ต่อ 1 , 1.7 ต่อ 1 , 2.4 ต่อ 1 และ 9 ต่อ 1 โดยไม่คำนึงถึงค่า pH ที่จะเกิดขึ้นนั้น จากการศึกษา 3 ครั้งพบว่าการใช้สัดส่วนปริมาณของน้ำเสียทั้งสองกระบวนการผลิตไม่มีสัดส่วนที่แน่นอนที่สามารถลดปริมาณมลสารในน้ำเสียที่ดี เช่นการศึกษาครั้งที่ 1 ใช้สัดส่วน 1 ต่อ 1 สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 93.96 ค่าความขุ่นร้อยละ 97.34 การศึกษาครั้งที่ 2 การใช้สัดส่วน 1.7 ต่อ 1 สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 93.84 ค่าความขุ่นร้อยละ 99.69 และการศึกษาครั้งที่ 3 การใช้สัดส่วน 2.3 ต่อ 1 สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 90.72 ค่าความขุ่นร้อยละ 99.67 เนื่องจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแต่ละช่วงกระบวนการผลิต ทั้งสองมีลักษณะปริมาณมลสารไม่คงที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอด

เวลา จึงไม่สามารถใช้สัดส่วนปริมาณน้ำเสียแต่ละกระบวนการผลิตเป็นตัวกำหนดในการควบคุมการทำงานจากระบบบำบัดน้ำเสียได้

สำหรับการศึกษา 3 ครั้งที่ใช้สัดส่วนปริมาณของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม โดยคำนึงถึงการปรับค่า พีเอช ของน้ำเสียที่ผสมกันแล้ว ภายใต้ค่า พีเอช ที่ 4.00 , 4.25 , 4.5 , 4.75 และ 5.00 พบว่าการใช้สัดส่วนปริมาณของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม โดยการปรับค่า พีเอช ของน้ำเสียให้มีค่า 4.00 , 4.25 และ 4.50 สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้และตะกอนที่เกิดขึ้นจะรวมตัวกันเป็นเนื้อยาง แต่ที่ค่าพีเอช 4.75 และ 5.00 ทำให้ตะกอนที่เกิดขึ้นไม่รวมตัวเป็นเนื้อยางโดยที่ค่าพีเอช 4.50 เป็นค่าที่ลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 96.0 ค่าความขุ่นร้อยละ 99.02 ปริมาณซัลเฟตร้อยละ 48.04 และลดค่าซีไอซีร้อยละ 99.01 และทำให้อนุภาคยางในน้ำเสียรวมตัวกันเป็นก้อนเนื้อยางได้ 7.29 กรัม/น้ำเสีย 1 ลิตร การที่ค่าพีเอชของน้ำเสียเท่ากับ 4.5 เป็นค่าที่ทำให้อนุภาคยางในน้ำเสียรวมตัวกัน ได้ดีที่สุดในนี้เนื่องจากที่ผิวของอนุภาคยางนั้นมีชั้นของโปรตีนเคลือบอยู่ (สถาบันวิจัยยาง,2536) โปรตีนที่เคลือบที่ผิวของอนุภาคยางนี้จะทำให้ยางคงตัวอยู่ได้ไม่จับตัวเป็นก้อนเนื่องจากในโปรตีนประกอบด้วยอะมิโน คาร์บอกซิล และกลุ่มอื่นๆที่มีขั้วประจุที่ผิวของโปรตีนที่ละลายน้ำโดยทั่วไปจะมี Isoelectric Point ที่ค่า พีเอช ประมาณ 5 (Abramson,H.A.and Moyer,L.S.and Gorin, M.H.1964)ซึ่งหมายถึงที่ค่าพีเอชประมาณ 5 อนุภาคของยางมีศักย์ไฟฟ้าที่ผิวน้อยที่สุด หรือ ไม่มีเลย (Point of Zero Charge) อนุภาคจึงถูกดูดเข้าใกล้และเกาะติดกันด้วยแรงแวลเดอรวาร์ล ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองพบว่า เมื่อปรับค่าพีเอชของน้ำเสียให้มีค่า 4.00-4.50 ทำให้มลสารอนุภาคยางในน้ำเสียจับตัวกันเป็นก้อน และที่ค่าพีเอช 4.5 สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ถึงร้อยละ 96.00 ลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 99.02 และทำให้อนุภาคยางในน้ำเสียรวมตัวจับกันเป็นเนื้อยาง โดยอาจกล่าวได้ว่า Isoelectric Point ของอนุภาคยางในน้ำเสียมีค่าอยู่ระหว่างช่วง พีเอช 4.00-4.50 ด้วยเหตุนี้ควรปรับอัตราส่วนปริมาณน้ำของน้ำเสียที่เกิดจากทั้งสองกระบวนการผลิต เมื่อผสมกันแล้วให้มีค่าพีเอช อยู่ระหว่าง 4.00-4.50 ซึ่งเป็นค่าพีเอชที่ทำให้ อนุภาคยางในน้ำเสียรวมตัวกันเป็นเนื้อยาง

2.2 การหาชนิดและปริมาณสารรวมตะกอนที่ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนในน้ำเสียได้ดีที่สุด การศึกษาสารรวมตะกอนในการที่ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนในน้ำเสียมีดังนี้

1. สารละลายโพลีเมอร์
 - 1.1 โพลีเมอร์ชนิดประจุลบ
 - 1.2 โพลีเมอร์ชนิดประจุบวก

2. สารละลายสารส้ม
3. สารละลายปูนขาว
4. สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์

จากผลการศึกษาใช้ สารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 0.5 , 1 , 2 และ 4 มิลลิกรัม /ลิตร และภายใต้การปรับค่าพีเอช 4.0 ,4.5 ,5.0 และ 6.0 พบว่าสารละลายโพลีเมอร์ชนิดประจุลบที่ค่าความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตรที่ค่าพีเอช 4.5 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณสารในน้ำเสียและจากการสังเกตพบว่าขนาดของอนุภาคสารแขวนลอยจะ โค้งขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งนี้เนื่องจากโพลีเมอร์เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมีลักษณะเป็นโซ่ยาว โพลีเมอร์จะจับยึดอนุภาคหลายๆอนุภาคเข้าด้วยกันด้วยแขน โซ่ที่ยาวๆคล้ายๆกับสะพานยึด (Smillie,R.H. and La Mer, V.K.1985) ทำให้เกิดฟลอคอย่างหลวม ๆ ฟลอคโค้งขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียจะเห็นว่ากรณีที่น้ำเสียมีปริมาณสารแขวนลอยในปริมาณสูง ประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารแขวนลอยจะดีกว่าน้ำเสียที่มีปริมาณสารแขวนลอยต่ำ จากตารางที่ 18 และตารางที่ 19 จะเห็นว่าเมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุลบ 2 มิลลิกรัม/ลิตรสามารถลดสารแขวนลอยในน้ำเสียที่มีปริมาณสารแขวนลอย 184 และ 520 มิลลิกรัม/ลิตร ได้ร้อยละ 82.05 และ 90.38 ตามลำดับทั้งนี้เพราะในน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของอนุภาคสูงจะทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอนได้ดีเพราะอนุภาคอยู่ชิดกันมีโอกาสในการเกาะติดกันเป็นฟลอคขนาดใหญ่

ผลการศึกษาใช้สารละลายโพลีเมอร์เปิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 4 , 6 , 8 และ 10 มิลลิกรัม/ลิตร และภายใต้การปรับค่าพีเอช 4.0 , 4.5 , 5.5 และ 6.0 พบว่าการใช้สารโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ค่าความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้ค่าพีเอช 5.5 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสีย ซึ่งผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายโพลีเมอร์ ชนิดประจุบวก มีค่าพีเอช 5.5 ทำให้ผิวของอนุภาคในน้ำมีค่าศักย์ทางไฟฟ้าที่ผิวน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย (Point of Zero Charge – PZC) ลดแรงผลักระหว่างอนุภาคทำให้เกิดแรงดูดเข้าหากันและเกาะติดกันด้วย แรงแวนเดอร์วาลส์ในที่สุดเป็นฟลอคขนาดใหญ่

ผลการศึกษาใช้สารละลายสารส้มที่มีความเข้มข้น 500 , 100 , 200 , 250 และ 500 มิลลิกรัม/ลิตร และภายใต้การปรับค่าพีเอช 4.0 , 4.5 , 5.0 และ 6.0 พบว่าการใช้สารละลายสารส้มที่มีความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอช ที่ 5.0 เป็นค่าที่ดีที่สุดในการลดปริมาณมลสารในน้ำเสียตะกอนที่เกิดการรวมตัวขึ้นจากการใช้สารละลายสารส้มเป็นตะกอนที่ตกลงสู่ก้นถัง ซึ่งสอดคล้องกับที่ กรรณิการ์ สิริสิงห์และกฤษณ์ เทียรหมประสิทธิ์.(2525) กล่าวว่าสารส้มมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 666.7 เมื่อทำปฏิกิริยา กับสิ่งต่าง ๆ ในน้ำ ของแข็งในน้ำจะรวมตัวกันเป็นตะกอนตกลงได้ดีในช่วง พีเอช ที่ 4.4 – 6.0

ผลจากการศึกษาใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 25 , 50 , 100 , 200 และ 250 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอช 4.5 , 5.5 , 6.5 และ 7.5 พบว่าการใช้สารละลายปูนขาวที่ค่าความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอช ที่ 7.5 เป็นค่าที่สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุดแต่ตะกอนที่เกิดขึ้นตกลงสู่ก้นถัง เนื่องจากสารละลายปูนขาว เกิดจากการผสมปูนขาวกับน้ำซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับความกระด้าง และฟอสฟอรัส ในน้ำเสียเกิดเป็นตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต มีลักษณะคล้ายวุ้น สามารถจับคอลลอยด์และของแข็งในน้ำเกิดเป็นตะกอนใหญ่และความถ่วงจำเพาะของตะกอนที่เกิดขึ้นมากกว่าน้ำจึงทำให้ตกตะกอนได้ง่ายซึ่งมิใช่เป็นค่าพีเอชที่จะทำให้เกิดการจับตัวของอนุภาคภายในน้ำเสีย แต่ตะกอนที่เกิดขึ้นเป็นการรวมตัวของอนุภาคต่าง ๆ ในน้ำเสียทำให้ตะกอนที่เกิดขึ้นรวมจับตัวกันทำให้ความถ่วงจำเพาะของตะกอนมากกว่าน้ำจึงเป็นเหตุทำให้ตะกอนตกลงสู่ก้นถัง

ผลการศึกษาใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ที่ค่าความเข้มข้น 10 , 25 , 50 , 75 และ 100 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอช 4.0 , 4.5 , 5.0 และ 6.0 พบว่าการใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ที่ค่าความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร ภายใต้การปรับค่าพีเอช 4.0 เป็นค่าที่สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดี แต่ตะกอนที่เกิดขึ้นจากการใช้สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ เป็นสารรวมตะกอนทำให้ตะกอนตกลงสู่ก้นถัง เช่นเดียวกับสารละลายสารส้มและสารละลายปูนขาว

จากการศึกษาการใช้สารรวมตะกอนชนิดและความเข้มข้นต่าง ๆ สังเกตพบว่า การใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุบวกและประจุลบเป็นสารรวมตะกอน (ดูภาพประกอบ 17,19,20และ22) จะเห็นว่าเนือยภายในน้ำเสียบางส่วนลอยขึ้นสู่ผิวน้ำซึ่งแตกต่างกับเมื่อใช้ สารส้ม ปูนขาวและเฟอร์ริกคลอไรด์เป็นสารรวมตะกอน ตะกอนหรือเนือยจะตกตะกอนอยู่ที่ก้นถัง (ดูภาพประกอบ 25,27,28,31,33 และ 35) ทั้งนี้จะเป็นเพราะสารส้ม ปูนขาว และเฟอร์ริกคลอไรด์เป็นเกลือของโลหะ จะจับตัวกับสารอื่นด้วย Ionic Bond ซึ่งทำให้ฟลอคจับตัวกันแข็งแรงมากกว่าการจับตัวกันด้วยแรงแรงแวนเดอร์วาลส์ ฟลอคที่เกิดขึ้นจึงมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ฟลอคจึงจมตัวลงสู่ก้นถัง (Deraquin and Landau , 1941, Verway and Overbeek , 1948 and Van Olphen , 1963) ส่วนการปรับพีเอชของน้ำเสียให้มีค่าเท่ากับ 4.5 โดยไม่เติมสารรวมตะกอนพบว่าเนือยจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำเกือบทั้งหมด(ดูภาพประกอบ 14) ทั้งนี้เนื่องจากยางมีความหนาแน่น 0.975-0.98 กรัม/มิลลิลิตร (ผลชิต บัวแก้ว, 2531) ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ เมื่อยางจับตัวกันแล้วจึงลอยขึ้นอยู่บนผิวน้ำ โดยปกติอนุภาคยางมีขนาดเล็กเพียง 0.05-5 ไมครอนเนือยจึงลอยขึ้นสู่ผิวน้ำช้า แต่เมื่อปรับพีเอชของน้ำเสียให้มีค่า 4.5 ทำให้ประจุที่ผิวของอนุภาคยางมีน้อยหรือมีค่าเป็นศูนย์ อนุภาคยางจึงจับตัวกันเป็นฟลอคขนาดใหญ่และลอยขึ้นสู่ผิวน้ำอย่างรวดเร็ว

เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการลดมลสารในการศึกษาการใช้สัดส่วนการผสมของ น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทั้งสองและการใช้สารรวมตะกอนต่าง ๆ (สารโพลีเมอร์ , สาร ถั่ม , ปูนขาวและเฟอร์ริกคลอไรด์)เป็นตัวรวมตะกอนพบว่าการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการ ผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมภายใต้การปรับพีเอช 4.5 ในบ่อคักยาง ซึ่ง การใช้สัดส่วนน้ำเสียทั้งสองกระบวนการผลิตช่วยทำให้ตะกอนรวมตัวกันเป็นเนื้อยางและเป็นการ ลดการลงทุนในการบำบัดน้ำเสียโดยไม่ต้องใช้สารเคมี และเป็นวิธีการที่สามารถลดมลสารในน้ำเสีย ได้ดีที่สุดก่อนไหลลงสู่ระบบบำบัดขั้นที่สองต่อไป

3. การศึกษากับระบบบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง

3.1 การใช้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยาง สกิม

จากการศึกษาการใช้น้ำเสียจากการผลิตน้ำยางชั้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยาง สกิมในอัตราส่วน 2.5 : 1 และ 8 : 1 พบว่าในสัดส่วน 2.5 : 1 มีค่าพีเอช 4.55 , 4.10 และ 3.75 หรือใน สัดส่วน 8 : 1 มีค่าพีเอช 4.95 , 4.34 และ 3.91 ซึ่งผลการทดลองการผสมน้ำเสียจากกระบวนการผลิต ทั้งสองในสัดส่วนที่ต่างกัน เพื่อที่จะควบคุมให้ค่าพีเอชของน้ำเสียคงที่นั้น ไม่สามารถควบคุมค่าพี เอช ของน้ำเสียให้คงที่ตลอดเวลาได้ เนื่องจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาระหว่างการผลิต และการปฏิบัติงานของพนักงานไม่แน่นอน จึงทำให้ลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นที่ไหลเข้าระบบ บำบัดน้ำเสียมีลักษณะที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งถ้าในทางปฏิบัติสามารถควบคุมให้ค่าพีเอชของน้ำเสียที่ ผสมกันแล้วให้คงที่ได้ เพื่อจะทำให้การควบคุมการบำบัดน้ำเสียของโรงงานมีประสิทธิภาพและการ ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยที่โรงงานควรจะมีบ่อพักรวมน้ำเสียที่เกิดจาก กระบวนการผลิต แต่ละสายการผลิตก่อนระบายลงสู่บ่อคักยาง เพื่อควบคุมให้ลักษณะของน้ำเสีย เป็นลักษณะเดียวกันในแต่ละสายการผลิตก่อน เพื่อความสะดวกในการควบคุมลักษณะน้ำเสียไม่ให้ มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

3.2 การศึกษาการบำบัดน้ำเสียในบ่อคักยางภายใต้เงื่อนไขไม่เติมอากาศ การเติมอากาศ

ครึ่งถังในช่วงคืนและการเติมอากาศตลอดถัง

จากการศึกษาการบำบัดน้ำเสียในบ่อคักยางภายใต้เงื่อนไขไม่เติมอากาศ การเติมอากาศครึ่ง ถังในช่วงคืน และการเติมอากาศตลอดถัง พบว่า การไม่เติมอากาศในบ่อคักยางสามารถลดค่าความ ขุ่นได้ร้อยละ 94.30 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 88.50 สำหรับการเติมอากาศครึ่งถังในช่วง คืนสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 97.54 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 95.18 และการเติม

อากาศตลอดถึงสามารถลดค่าความชุ่มชื้นร้อยละ 99.09 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 98.43 ซึ่งผลการศึกษเกี่ยวกับเงื่อนไขการไม่เติมอากาศ การเติมอากาศครั้งถึงในช่วงคืนและการเติมอากาศตลอดถึงจะเห็นว่า การเติมอากาศตลอดถึงมีประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด ทั้งนี้ เพราะฟองอากาศจะทำหน้าที่ดับพาตะกอนและเนื้อมายขึ้นสู่ผิวน้ำ โดยที่ตะกอนที่อยู่ในน้ำเสียจะถูกอากาศผลักดันให้เกาะติดกับผิวของฟองอากาศขึ้นสู่ผิวน้ำ ถ้าหากการใช้ปริมาณอากาศมากและกระจายให้ทั่วพื้นที่บ่อดักยางจะทำให้การลอยตัวของตะกอนและเนื้อมายขึ้นสู่ผิวน้ำเร็วมีผลทำให้ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสียในบ่อดักยางต่ำด้วยนอกจากนี้การปรับพีเอชของน้ำเสียให้มีค่า 4.5 อนุภาคยางในน้ำเสียจะแตกตัวออกจากน้ำและทำให้อนุภาคของยางจับตัวรวมกันเป็น ฟลอค ทำให้เกิดโครงสร้างที่สามารถเกาะติดกับฟองอากาศและรวมตัวเป็นเนื้อมายได้ดีขึ้น เป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกเนื้อมาย และตะกอนของระบบลอยตะกอน แต่ทั้งนี้สัดส่วนของน้ำเสียทั้งสอง กระบวนการผลิตต้องถูกควบคุมให้มีอัตราไหลคงที่และผสมกันแล้วมีค่าพี เอช เท่ากับ 4.5

3.3 การศึกษาการบำบัดน้ำเสียในบ่อดักยางภายใต้เงื่อนไขระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

จากการศึกษาการใช้บำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม ภายใต้การควบคุมพีเอช และภายใต้การเติมอากาศในระบบซึ่งเห็นจากการควบคุมพีเอช อยู่ที่ 4.5 และภายใต้การเติมอากาศตลอดถึงมีประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด แต่ระยะเวลาในการเก็บกักมีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพจึงได้ทดลองการบำบัดน้ำเสียในบ่อดักยางภายใต้เงื่อนไขระยะเวลาเก็บกัก 15 , 30 และ 45 นาที ซึ่งในระยะเวลาเก็บกัก 15 นาที สามารถลดค่าความชุ่มชื้นร้อยละ 74.08 – 76.40 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 69.82 – 71.04 สำหรับระยะเวลาเก็บกัก 30 นาที สามารถลดค่าความชุ่มชื้นร้อยละ 95.55 – 95.83 ลดปริมาณสารแขวนลอย 92.27 – 92.72 และระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที สามารถลดค่าความชุ่มชื้นร้อยละ 99.09 – 99.22 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 98.43 – 98.51 ซึ่งผลการศึกษภายใต้เงื่อนไขระยะเวลาเก็บกักจะเห็นว่า ระยะเวลาในการเก็บกัก 45 นาทีและเติมอากาศตลอดถึงประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียดีที่สุด ทั้งนี้เพราะระยะเวลาในการเก็บกัก นาน ๆ เป็นการเพิ่มโอกาสให้อนุภาคในน้ำเสียเกิดการชนกันได้มากและเกาะติดกันเป็นฟลอค นอกจากนี้ระยะเวลาในการเก็บกักนาน ๆ จะเป็นการเพิ่มโอกาสให้ฟลอคมาเกาะกับฟองอากาศและลอยขึ้นสู่ผิวน้ำระยะเวลาในการเก็บกักที่เหมาะสมเพียงช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น การให้ระยะเวลาเก็บกักที่นานเกินไปจะไม่มีประโยชน์ต่อระบบลอยตะกอนทั้งนี้เพราะเมื่อให้อากาศไปช่วงเวลาหนึ่งตะกอนที่มีความเข้มข้นมากจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำแล้วยังให้อากาศต่อไปเรื่อย ๆ ประสิทธิภาพของระบบก็จะไม่เพิ่มขึ้น เพราะเมื่อระยะเวลานาน ๆ ตะกอนในน้ำเสียก็จะเริ่มลดลง โอกาสในการรวมตัวกันเป็นฟลอคและเกาะติดกับฟองอากาศจะน้อยลง นอก

จากนี้ในระบบบำบัดที่มีระยะเวลาเก็บกักนาน ๆ ระบบจะต้องมีขนาดใหญ่ เพื่อให้สามารถรองรับน้ำเสียที่ไหลเข้าตลอดเวลา ทำให้ต้องลงทุนในการก่อสร้างระบบบำบัดสูงและการเติมอากาศในระยะเวลานาน ๆ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเติมอากาศด้วย ดังนั้นระยะเวลาในการเก็บกักควรจะมีระยะเวลาที่พอเพียงที่ทำให้เกิดฟล็อกและเกาะคิฟองอากาศลอยขึ้นสู่ผิวน้ำเท่านั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้เวลาในการเก็บกักนาน ๆ และการปรับค่าพีเอชของน้ำเสียให้มีค่าเท่ากับ 4.5 และเติมอากาศตลอดก็สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานที่มีอยู่เดิมได้ ถึงแม้ว่าการปรับค่าพีเอชของน้ำเสียให้มีค่า 4.5 และให้อากาศตลอดก็สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีแต่ปริมาณมลสารในน้ำทิ้งภายหลังการบำบัดยังคงมีค่าเกินเกณฑ์ มาตรฐานน้ำทิ้ง ของกฎหมายโรงงานที่กำหนดให้ค่า บีโอดี ในน้ำเสียมีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร ดังนั้นการใช้ระบบรวมตัวและลอยตะกอนในบ่อดักขางจึงเหมาะกับการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นเท่านั้น น้ำเสียที่ผ่านบ่อดักขางแล้วควรส่งไปบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สองต่อไป เพื่อบำบัดน้ำเสียให้ได้ตามเกณฑ์ของกฎหมายโรงงานต่อไป

3.4 ความยากง่ายในการปรับค่าพีเอชของน้ำเสียให้มีค่าเท่ากับ 4.5

เนื่องจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสติกมก่อนข้างคองที่ ที่ค่าพีเอช 3.4 ทั้งนี้ในกระบวนการผลิตยางสติกมมีการเติมกรดซัลฟูริกเพื่อช่วยให้เนื้อยางในน้ำยางจับตัวกันดังนั้นจึงมีกรดซัลฟูริกตกค้างอยู่ในน้ำเสียทำให้น้ำเสียมีค่าพีเอชเป็นกรดและมีค่าพีเอชก่อนข้างคองที่ ในการปฏิบัติจริงของโรงงานที่จะปรับพีเอชของน้ำเสียให้มีค่าเท่ากับ 4.5 เป็นไปได้ง่ายโดยที่โรงงานจัดให้มีบ่อดักน้ำเพื่อรวบรวมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น เพื่อให้มีน้ำเสียมีลักษณะคองที่แล้วค่อยๆ ปล่อยให้ไหลไปผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสติกม

3.5 ขนาดของระบบบำบัดน้ำเสียกับค่าบีโอดีในน้ำเสีย

ขนาดของระบบบำบัดน้ำเสียจะแปรผันตรงกับค่า บี โอดี ของน้ำเสียที่ไหลเข้าระบบบำบัด ในกรณีที่น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าบีโอดีสูงจะทำให้ขนาดของระบบบำบัดน้ำเสียมีขนาดใหญ่ (เกรียงศักดิ์ อุคนสินโรจน์, 2537) แต่จากผลการทดลองพบว่าการใช้ระบบบำบัดขั้นต้นโดยวิธีการลอยตัวของตะกอนสามารถลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 81.54 จึงเป็นผลให้ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่ 2 ซึ่งระบบหลักส่วนใหญ่โรงงานจะใช้ระบบ Anaerobic pond จะมีขนาดเล็กลง เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีที่บำบัดน้ำเสียที่ไม่ผ่านระบบบำบัดขั้นต้นโดยวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อดักขาง

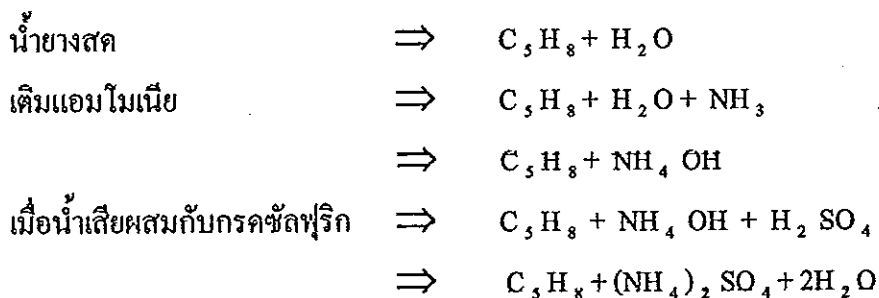
3.6 ลักษณะของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อดักยาง

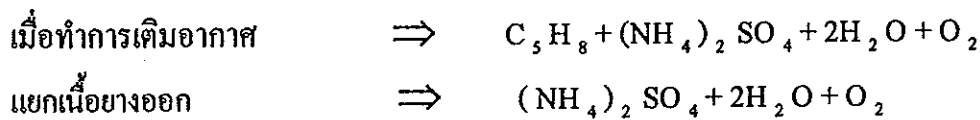
จากการศึกษาเกี่ยวกับการใช้น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม ภายใต้การปรับ พีเอช 4.5 ในระยะเวลาเก็บกัก 45 นาที ทั้งที่เดิมอากาศตลอดถึงและไม่เติมอากาศพบว่า การไม่เติมอากาศน้ำเสียที่ออกจากบ่อดักยางมีลักษณะค่าความขุ่น 220 NTU ปริมาณสารแขวนลอย 190 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณซัลเฟต 1,190 มิลลิกรัม/ลิตร บีโอดี 7,500 มิลลิกรัม/ลิตร และซีโอดี 11,633 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับการเติมอากาศตลอดถึง มีลักษณะค่าความขุ่น 35 NTU ปริมาณสารแขวนลอย 26 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณซัลเฟต 1,300 มิลลิกรัม/ลิตร บีโอดี 1,650 มิลลิกรัม/ลิตร และซีโอดี 2,839 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งจากผลการทดลองเห็นว่าการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อดักยางโดยมีการเติมอากาศตลอดถึงทำให้ปริมาณสารแขวนลอยลดลงจาก 1,650 มิลลิกรัม/ลิตร ลงเหลือ 26 มิลลิกรัม/ลิตร หรือประมาณร้อยละ 98.43 แสดงว่าการเติมอากาศหรือเป่าอากาศลงในน้ำเสียจะทำให้เกิดฟองอากาศนำพาตะกอนต่าง ๆ และอนุภาคของยางลอยขึ้นสู่ผิวน้ำซึ่งจำนวนปริมาณของฟองอากาศที่มากมีผลให้ความเร็วของการลอยตัวของตะกอนลอยขึ้นสู่ผิวน้ำมากขึ้นด้วย จึงทำให้มีปริมาณสารแขวนลอย ในน้ำเสียน้อยกว่าการไม่เติมอากาศในบ่อดักยาง

การที่ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียลดลงมีผลทำให้ค่าความขุ่นของน้ำลดลงด้วย เนื่องจากความขุ่นของน้ำเกิดจากสารแขวนลอยขัดขวางทางเดินของแสงที่ผ่านน้ำ เมื่อสารแขวนลอยของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดในบ่อดักยางแล้วมีปริมาณลดลงก็ทำให้แสงเดินทางผ่านน้ำสะดวกจึงทำให้ค่าความขุ่นลดลงด้วยเหตุนี้การใช้ค่าความขุ่นในงานด้านการบำบัดน้ำเสียคือใช้ในการหาประสิทธิภาพของการแยกตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสีย เพราะเมื่อผลของค่าความขุ่นที่ได้ ทำให้ผู้ควบคุมระบบสามารถดำเนินการควบคุมระบบบำบัดได้ทันทีหรือการนำข้อมูลค่าความขุ่นกับค่าของแฉ่งแขวนลอยของน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียนั้น ๆ มาสร้างกราฟเพื่อได้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับค่าของแฉ่งแขวนลอยจะทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์หาค่าของแฉ่งแขวนลอยได้และค่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำเสียที่เปลี่ยนแปลงไปก็สามารถสะท้อนให้เห็นถึง ค่าความสกปรกของน้ำเสียได้โดยสามารถบอกถึงประสิทธิภาพของการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียว่ามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร จากผลการทดลองพบว่าเมื่อปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อดักยางสำหรับการบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตน้ำยางข้นมีปริมาณลดลง ค่า BOD ของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นก็ลดลงด้วย

ค่าปริมาณซัลเฟตจากการศึกษาพบว่าการใช้ปริมาณสัดส่วนระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมผสมกันที่ค่า พีเอช 4.00 – 4.50 เป็นค่าช่วงพีเอชที่ทำให้อนุภาคของยางจับตัวกันเป็นก้อน โดยที่ค่าพีเอช 4.5 สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 96.00 แต่ปริมาณซัลเฟตเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.11 ดังตารางที่ 16 สำหรับที่ค่าพีเอช 4.75 – 5.00 อนุภาคของยางจะไม่จับตัวกันแต่จะอยู่ในรูปของของเหลว ลักษณะคล้ายน้ำห้วกะทิที่แยกออกจากน้ำลอยอยู่บนผิวน้ำ และที่ค่าพีเอช 5.00 สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 89.89 ลดปริมาณซัลเฟตได้ร้อยละ 26.03 ดังตารางที่ 16 เหตุที่ค่าพีเอชที่ 5.00 อนุภาคของยางไม่จับตัวนั้นสาเหตุที่แท้จริงนั้นอาจมาจากการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมี และกายภาพของเนื้อยางและของเหลวรอบตัวอนุภาคเนื้อยาง ซึ่งมีความจำเป็นต้องศึกษาต่อไปถึงกลไกที่แท้จริง แต่ ณ ที่นี้จะใคร่ขอตั้งข้อสังเกตในการอธิบายสภาพของผลการศึกษาที่ได้คือการที่ยางไม่จับตัวและค่าซัลเฟตจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่า pH มีค่าต่ำลงนั้น มูลเหตุเนื่องมาจากที่ผิวของอนุภาคยางมีชั้น โปรตีน เคลือบอยู่แล้วและอาจมีอออนของซัลเฟตเคลือบอยู่ที่ผิวของอนุภาคยางด้วย เมื่อมีการปรับค่าพีเอชให้มีค่า 4.5 ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้อนุภาคของยางมีศักย์ไฟฟ้าที่ผิวน้อยที่สุดหรือไม่มี ที่เรียกว่า Point of Zero Charge จึงทำให้อออนที่อยู่ผิวของอนุภาคยางแตกตัวออกไป ทำให้อนุภาคยางถูกดูดเข้าใกล้และเกาะติดรวมตัวกันเป็นก้อนยาง สำหรับอออนที่แตกตัวออกไปอยู่ในน้ำเสียนั้นอาจเป็นอออนของซัลเฟตที่เคลือบอยู่ที่ผิวอนุภาคยางก็จะแตกตัวออกอยู่ในน้ำเสียด้วย จึงทำให้ค่าปริมาณซัลเฟตของน้ำเสียที่แยกเนื้อยางออกไปแล้วมีค่าสูงกว่าปกติ

สำหรับการศึกษาการใช้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมผสมกันให้มีค่า พีเอช 4.5 โดยมีระยะเวลาพักเก็บ 45 นาที ภายใต้เงื่อนไขการเติมอากาศตลอดถึงและไม่เติมอากาศ พบว่า การไม่เติมอากาศสามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 89.26 แต่ปริมาณซัลเฟตเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.54 ดังตารางที่ 43 สำหรับการเติมอากาศตลอดถึง สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 98.51 แต่ปริมาณซัลเฟตเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.16 ดังตารางที่ 43 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณซัลเฟตของเงื่อนไขการเติมอากาศกับไม่เติมอากาศเห็นว่าปริมาณซัลเฟตของการเติมอากาศตลอดถึงมีค่าสูงกว่าการไม่เติมอากาศเนื่องจากการทำปฏิกิริยาเคมีขึ้นดังนี้





จากปฏิกิริยาทางเคมีจะเห็นว่ามีซัลเฟตอยู่ในรูปของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตของน้ำเสีย แต่เมื่อทำการเติมอากาศเข้าไปในน้ำเสียก็จะมีผลต่อการทำปฏิกิริยาทางเคมีแต่อย่างใด หากสมมูลย์ของทั้งระบบคงอยู่คือทั้งเนื้อเยื่อและมวลสารอื่นที่แตกตัวในน้ำเสียเป็นเนื้อเดียวกัน แต่การเติมอากาศเป็นการช่วยทำให้การสมมูลย์ของระบบเนื้อเยื่อสารแยกออกจากกัน ของแข็งในรูปเนื้อเยื่อ (C_5H_8) ถูกแยกออกจากส่วนที่เป็นของเหลว ฉะนั้นสมมูลย์ของระบบจึงเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว และอนุภาคขยงจับกันดีที่สุดจึงทำให้สามารถลดปริมาณสารแขวนลอยได้มาก แต่ในขณะที่เดียวกันระบบถูกแยกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นของแข็งและส่วนที่เป็นของเหลว ซึ่งส่วนที่เป็นของเหลวนี้ปรากฏว่าค่าซัลเฟตมีปริมาณมากขึ้น เมื่อมีการเติมอากาศสาเหตุอาจเกิดจากปริมาณซัลเฟตที่เกาะติดอยู่ที่ผิวอนุภาคได้แยกตัวออกอยู่ในน้ำเสียมากขึ้นเมื่อแยกออกจากของเหลวจึงทำให้ปริมาณซัลเฟตในเงื่อนไขการเติมอากาศมีค่าสูงกว่าเงื่อนไขไม่เติมอากาศ อย่างไรก็ตามทั้งหมดที่อธิบายไปควรมีการตรวจสอบโดยทำการทดลองเพิ่มเติมเพื่อหาข้อสรุปของกลไกการเกิดที่แท้จริง

จากการที่ปริมาณซัลเฟตที่มีค่ามากก็จะทำให้เกิดปัญหาด้านกลิ่นในน้ำเสีย ในสถานะที่ไม่มี DO และ NO_3 Anaerobic bacteria สามารถใช้ SO_4^- เป็นแหล่งของออกซิเจนสำหรับการออกซิเดชันทางชีวเคมี คือ SO_4^- จะถูกรีดิวซ์ ไปเป็น S^- และจะรวมกับ H^- เกิดเป็น H_2S หรือ HS^- หรือ S^- ขึ้นอยู่กับ pH ของน้ำหาก pH มากกว่า 8 ส่วนใหญ่อยู่ในรูป HS^- และ S^- โดยที่มี H_2S อยู่น้อยซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาด้านกลิ่นน้อย แต่ถ้า pH น้อยกว่า 8 ก็จะทำให้เกิด H_2S มากจึงทำให้น้ำเสียของโรงงานผลิตน้ำยางชั้นที่มีลักษณะค่า pH น้อยกว่าเมื่อปล่อยทิ้งไว้ในบ่อหมักก็จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นจากบ่อหมักหรือระบบบำบัดน้ำเสียควรมีการปรับค่า pH เสียก่อนระบายลงสู่ระบบบำบัดขั้นที่สองให้มีค่า pH มากกว่า 8

4. การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์

จากการศึกษาพบว่า โรงงานผลิตน้ำยางชั้นของบริษัท ไทยฮิวายพารา จำกัด(มหาชน) มีปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ดังนี้

1. ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น 230 ± 6.41 ลบ.ม./วัน
2. ปริมาณน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม 135.44 ± 1.80 ลบ.ม./วัน

ซึ่งในทางปฏิบัติในการควบคุมการทำงานระบบบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อดัก
ขางสำหรับการบำบัดน้ำเสีย ควรมีหลักการในการดำเนินงานดังนี้

1. การรวบรวมน้ำเสียแต่ละสายการผลิต กักเก็บไว้ในแต่ละวันโดยใช้บ่อกักรวมน้ำเสียซึ่งจะ
ต้องมีการก่อสร้างไว้สายการผลิตละ 2 บ่อ เพื่อสามารถควบคุมการทำงานจากระบบบำบัดน้ำเสียให้
เป็นไปอย่างต่อเนื่องในแต่ละวันได้

2. การคิดตั้งปั้มน้ำเพื่อควบคุมปริมาณการไหลของน้ำเสียแต่ละสายการผลิต ให้มีค่าคงที่
เพื่อความสะดวกในการผสมน้ำเสียทั้งสองสายการผลิตเข้าด้วยกันให้มีค่าพีเอช คงที่ โดยจะต้องใช้
อุปกรณ์ช่วยคือชุดควบคุมมอเตอร์จับปั้มน้ำอย่างละ 1 ชุด

3. ถังปรับสภาพน้ำเสีย ซึ่งเป็นถังที่ทำหน้าที่ปรับสภาพน้ำเสียทั้งสองสายการผลิต ให้เป็นเนื้อ
เดียวกันก่อนระบายลงสู่บ่อดักขาง

4. ระบบท่อลมจ่ายในบ่อดักขางเพื่อใช้ในการกระจายลมให้ทั่วบริเวณ ภายในบ่อดักขางเพื่อ
ช่วยทำให้ตะกอนและเนื้อมายลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ โดยมีเครื่องบีบลมความดันสูงเป็นเครื่องกำเนิดปริมาณ
ลม จำนวน 1 ชุด

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ เช่น เครื่องวัดพีเอช อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในการทดสอบ

6. มีพนักงานประจำระบบบำบัดน้ำเสีย ตลอดเวลา

การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้กรณีตัวอย่างของโรงงาน บริษัทไทยฮั้วยางพารา จำกัด
(มหาชน) อาจกล่าวได้ว่าจะต้องมีการก่อสร้างอุปกรณ์เพิ่มดังนี้

- | | |
|--|-------|
| 1. บ่อกักรวมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น | 2 ชุด |
| 2. บ่อกักรวมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม | 2 ชุด |
| 3. ถังปรับสภาพน้ำเสีย | 1 ชุด |
| 4. ปั้มน้ำชนิดหอยโข่งขนาด 10-30 ลบ.ม./ชม. | 2 ชุด |
| 5. ปั้มน้ำชนิดหอยโข่งขนาด 5-15 ลบ.ม./ชม. | 2 ชุด |
| 6. ชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า | 2 ชุด |
| 7. ปั้ลมแบบความดันสูง | 1 ชุด |
| 8. ระบบท่อลมจ่ายในบ่อดักขาง | 1 ชุด |
| 9. เครื่องพีเอชมิเตอร์ พร้อมอุปกรณ์ห้องทดลอง | 1 ชุด |
| 10. พนักงานควบคุมดูแลระบบอย่างน้อย | 1 คน |

4.1 บ่อพักรวมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น

จากการศึกษาพบว่าน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีปริมาณ 230 ± 6.41 ลบ.ม./วัน จึงควรต้องมีการก่อสร้างบ่อพักรวมน้ำที่มีขนาดประมาณ 250 ลบ.ม. โดยอาจมีขนาด ความกว้าง x ยาว x ลึก เป็น $10 \times 10 \times 2.5$ เมตร ความหนาของผนังบ่อกว้าง 30 เซนติเมตร ใช้เหล็กตะแกรงเสริมขนาด $\varnothing 12$ มิลลิเมตร ระยะห่าง ระหว่างเหล็กตะแกรง ขนาด 15 เซนติเมตร และ ใช้คอนกรีต ที่มีความแข็งแรง 210 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยจะต้องดำเนินการขุดบ่อดินให้มีขนาด $12 \times 12 \times 2.5$ เมตร เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง ราคาการก่อสร้าง สามารถแสดงดัง ตารางที่ 44

ตารางที่ 44 การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ่อพักรวมน้ำเสียของกระบวนการผลิตน้ำยางข้น

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย		รวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง	
1	ค่าขุดบ่อดินขนาด $12 \times 12 \times 2.5$ ม.	360 ม ³	-	80	28,800.-
2	ค่าทรายถม	10 ม ³	200	80	2,800.-
3	ค่าเหล็กเส้นตะแกรงเสริม	564 เส้น	105	35	78,960.-
4	ค่าไม้แบบ	200 แผ่น	100	100	40,000.-
5	ค่าปริมาณคอนกรีต	60 ม ³	1,600	250	110,000.-
6	ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	-	-	-	18,310.-
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (บาทต่อหน่วย)					279,870.-

4.2 บ่อพักรวมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม

จากการศึกษาพบว่าน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางสกิมมีปริมาณ 135.44 ± 1.80 ลบ.ม./วัน จึงควรต้องมีการสร้างบ่อพักรวมน้ำที่มีขนาด 150 ลบ.ม. โดยอาจมีขนาดกว้าง x ยาว x ลึก เป็น $6 \times 10 \times 2.5$ เมตร และความหนาของผนังบ่อกว้าง 30 เซนติเมตร เสริมเหล็กตะแกรงขนาด $\varnothing 12$ มิลลิเมตร ระยะห่าง ระหว่างเหล็กตะแกรงขนาด 15 เซนติเมตรและใช้วัสดุคอนกรีตผสมเหล็กที่มีความแข็งแรง 210 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยจะต้องดำเนินการขุดบ่อดินให้มีขนาด $8 \times 12 \times 2.5$ เมตร เพื่อความสะดวกในการก่อสร้าง ราคาการก่อสร้าง สามารถแสดง ดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 การประเมินราคาการก่อสร้างบ่อพักรวมน้ำเสียของกระบวนการผลิตยางสติกม

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย		รวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง	
1	ค่าขุดบ่อดินขนาด 8 x 12 x 2.5 ม.	240 ม ³	-	80	19,200.-
2	ค่าทรายถม	10 ม ³	200	80	2,800.-
3	ค่าเหล็กเส้นตะแกรงเสริม	416 ม ³	105	35	58,240.-
4	ค่าไม้แบบ	160 ม ³	100	100	16,000.-
5	ค่าปริมาณคอนกรีต	42 ม ³	1,600	250	77,700.-
6	ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %	-	-	-	12,180.-
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (บาทต่อหน่วย)					186,120

4.3 ถังปรับสภาพน้ำเสีย

เป็นถังลักษณะกวนเร็ว ที่มีหน้าที่ผสมน้ำเสียทั้งสองกระบวนการผลิตเข้าด้วยกันก่อนไหลสู่บ่อตกยางเพื่อปรับสภาพของน้ำเสียที่ผสมแล้วให้มีเนื้อเดียวกัน โดยปรับค่าพีเอช เท่ากับ 4.5 ซึ่งถังปรับสภาพนี้จะประกอบด้วย

1. ตัวถังปรับสภาพน้ำเสีย ขนาดปริมาณ 1 ลบ.ม.
2. มอเตอร์กวนผสมที่มีความเร็วรอบ 100-200 รอบ ต่อนาที มอเตอร์ 0.75 Kw.

4.4 ป้อนน้ำ

ป้อนน้ำเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ใช้ในการควบคุมอัตราไหลของน้ำเสียที่จะไหลเข้าระบบให้คงที่ตลอดเวลาในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียที่ผสมกันแล้วได้ค่า pH 4.5 ซึ่งจะต้องมีการแยกใช้ของแต่ละสายกระบวนการผลิต สำหรับการควบคุมอัตราไหลของน้ำเสียเข้าระบบอาจดูจากผลการทดสอบวิเคราะห์ของน้ำเสียทั้งสองจากห้องทดสอบประจำวัน แล้วนำมาปรับค่าอัตราการไหลเข้าของน้ำเสียทั้งสองสายการผลิต

สำหรับค่าใช้จ่ายการทำงานในการก่อสร้างของการพัฒนาระบบเดิมที่มีอยู่ของบ่อตกยางของโรงงานผลิตน้ำยางชั้นให้มีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 46

ตารางที่ 46 สรุปค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อดักยางของโรงงาน
น้ำยางชั้น

รายการ	เป็นเงิน
- ค่าก่อสร้างบ่อพักรวมน้ำเสียจากระบวนการผลิต น้ำยางชั้น 2 ชุด	559,740.-
- ค่าก่อสร้างบ่อพักรวมน้ำเสียจากระบบการ ผลิตยางสกิม 2 ชุด	372,240.-
- ค่าบ่อปรับสภาพพร้อมอุปกรณ์	20,000.-
- ป้อน้ำชนิดหอยโข่งขนาด 10-30 ลบ.ม./ชม. 5 แรงม้า ชุดละ 18,000 บาท	36,000.-
- ป้อน้ำชนิดหอยโข่งขนาด 5-15 ลบ.ม./ชม. 3 แรงม้า ชุดละ 15,500 บาท	31,000.-
- ชุดควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ชุดป้อน้ำ 2 ชุด	70,000.-
- ป้อน้ำลมแบบความดันสูง มอเตอร์ 3 แรงม้า	40,000.-
- ระบบท่อลมจ่ายในบ่อดักยางพร้อมการติดตั้ง	20,000.-
- ค่าเครื่องพีเอชมิเตอร์พร้อมอุปกรณ์ห้องทดลอง	300,000.-
รวมค่าใช้จ่ายคงที่ทั้งหมด	1,448,980.-
- ค่าใช้จ่ายรายเดือน	
- ค่าบำรุงรักษาต่อเดือน	10,000.-
- ค่าบุคลากรต่อเดือน	15,000.-
- ค่ากระแสไฟฟ้าต่อเดือน	14,580.-
- ค่าดอกเบี้ยต่อเดือนของค่าใช้จ่ายคงที่ทั้งหมด	10,868.-
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด/เดือน	50,448.-

หมายเหตุ - ค่ากระแสไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท
- อัตราดอกเบี้ย 9% ต่อปี (ธนาคารเอเชีย จำกัด, หาดใหญ่)

4.5 ปริมาณเนือยจากบ่อดักยาง

จากการศึกษาพบว่าการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากระบวนการผลิตน้ำยางชั้นกับน้ำเสียจากระบวนการผลิตยางสกิม ที่มีค่า พี เอช 4.5 ทำให้เกิดการรวมตัวของเนือยที่ใช้ปริมาณ 7.29 กรัม

กรัม ต่อลิตร ซึ่งปริมาณสัดส่วนของน้ำเสียที่ทำให้มีค่า พี เอช 4.5 อยู่ระหว่าง 8:1 ถึง 2:1 โดยที่ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น มี 230 ลบ.ม./วัน และน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตยางสกิม มี 135 ลบ.ม./วัน ด้วยเหตุนี้ปริมาณน้ำเสียรวมมีปริมาณอยู่ระหว่าง 258 – 345 ลบ.ม./วันจะมีเนื้อยางประมาณ 1,880 – 2,415 กิโลกรัม/วัน จากการสอบถามพบว่าราคาซื้อขายเนื้อยางดังกล่าว ของบริษัท พัทเท็กซ์ ทีทีอาร์ จำกัด จังหวัดพัทลุง อยู่ระหว่าง 3 – 7 บาท ต่อกิโลกรัม ดังนั้นเมื่อใช้ตัวเลขน้อยสุด (3 บาท/กก.) มาคำนวณพบว่าผลประโยชน์ที่ได้รับจากบ่อดักยางต่อเดือนเป็นเงิน $1,880 \times 3 \times 30 = 169,200$ บาท

สำหรับการลงทุนปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย ดังกรณีศึกษาของบริษัท ไทยฮั้วยางพารา จำกัด (มหาชน) จะต้องลงทุนเบื้องต้นประมาณ 1,448,980 บาท และค่าใช้จ่ายรายเดือนประมาณ 50,448 บาท ผลตอบแทนที่จะได้รับจากบ่อดักยางเดือนละ 169,200 บาท เมื่อหักค่าใช้จ่ายรายเดือนแล้วคงเหลือ $169,200 - 50,448 = 118,752$ บาท จะทำให้ได้รับผลตอบแทนคืนทุนในระยะเวลา $1,448,980 \div 118,752 = 12.20$ เดือน หรือประมาณ 13 เดือน

ดังนั้น การที่โรงงานผลิตน้ำยางข้นใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการบำบัดเบื้องต้นโดยวิธีการลอยตัวของตะกอนในบ่อดักยางจะทำให้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียแล้วพร้อมทั้งสามารถได้ผลตอบแทนจากการเก็บเนื้อยางในบ่อดักยางซึ่งทำให้เกิดการคุ้มทุนในการลงทุนด้านการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียอีกด้วย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

1. ปริมาณและลักษณะของน้ำเสีย

น้ำเสียจากโรงงานมาจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมและน้ำเสียรวม น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีอัตราการไหลไม่คงที่มีปริมาณน้ำเสีย 1.54 ± 0.06 ลูกบาศก์เมตร/ต้นการผลิต/วัน หรือ 230.00 ± 6.41 ลูกบาศก์เมตร/วัน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.2 ± 0.66 องศาเซลเซียส พีเอชเฉลี่ย 8.06 ± 0.8 ปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ย $2,027 \pm 150$ มิลลิกรัม/ลิตร ความขุ่นเฉลี่ย $4,697 \pm 300$ NTU ปริมาณซัลเฟตเฉลี่ย $1,011 \pm 90$ มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอดีเฉลี่ย $8,640 \pm 410$ มิลลิกรัม/ลิตร บีโอดีเฉลี่ย $2,610 \pm 240$ มิลลิกรัม/ลิตร

น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม มีอัตราการไหลเฉลี่ย 0.91 ± 0.05 ลูกบาศก์เมตร/ต้นการผลิต/วัน หรือ 135.44 ± 1.80 ลูกบาศก์เมตร/วัน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.6 ± 0.3 องศาเซลเซียส พีเอชเฉลี่ย 3.82 ± 0.12 ปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ย 794 ± 101 มิลลิกรัม/ลิตร ความขุ่นเฉลี่ย 304 ± 34 NTU ซัลเฟตเฉลี่ย $4,710 \pm 340$ มิลลิกรัม/ลิตร ซีโอดีเฉลี่ย $12,367 \pm 1,415$ มิลลิกรัม/ลิตร บีโอดีเฉลี่ย $9,600 \pm 1,195$ มิลลิกรัม/ลิตร

น้ำเสียรวม มีอัตราการไหลเฉลี่ย 2.45 ± 0.11 ลูกบาศก์เมตร/ต้นการผลิต/วัน หรือ 365.44 ± 7.97 ลูกบาศก์เมตร/วัน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.2 ± 0.05 องศาเซลเซียส ค่าพีเอชเฉลี่ย 4.60 ± 0.25 ปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ย 510 ± 624 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความขุ่นเฉลี่ย 593 ± 251 NTU ซัลเฟตเฉลี่ย $4,440 \pm 436$ มิลลิกรัม/ลิตร ค่าซีโอดีเฉลี่ย $10,123 \pm 620$ มิลลิกรัม/ลิตร และค่าบีโอดีเฉลี่ย $6,650 \pm 229$ มิลลิกรัม/ลิตร

2. การหาชนิดและปริมาณสารรวมตะกอน

2.1 การหาสัดส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นต่อน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม

ผลการศึกษาพบว่าการใช้สัดส่วนของน้ำเสียจากทั้งสองกระบวนการผลิตให้ได้ค่าพีเอช 4.5 สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด โดยสามารถลดค่าความขุ่นได้ร้อยละ 99 ลดซัลเฟตได้ร้อยละ 48.04 ลดซีโอดีได้ร้อยละ 15.59 และได้เนื้อเยื่อ 7.29 กรัม/น้ำเสีย 1 ลิตร

2.2 การหาชนิดของสารรวมตะกอนที่ทำให้เกิดการรวมตะกอนในน้ำเสียที่ดีที่สุด

ผลการศึกษาพบว่าการใช้โพลีเมอร์ชนิดประจุลบความเข้มข้น 2 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ค่าพีเอช 4.5 โพลีเมอร์ชนิดประจุบวกความเข้มข้น 8 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ค่าพีเอช 5.5 มิลลิกรัม/ลิตร สารส้ม 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่พีเอช 5 ปูนขาว 200 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ค่าพีเอช 7.5 สารเฟอร์ริกคลอไรด์ 100 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ค่าพีเอช 4 สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีพอๆกัน ส่วนกรณีการใช้ส่วนผสมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมภายใต้การปรับค่าพีเอชเป็น 4.5 โดยไม่เติมสารรวมตะกอนสามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุดและได้เนื้อเยื่อที่จับตัวกันเป็นก้อน

3. การทดลองกับระบบบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง

ผลการศึกษากับระบบบำบัดน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นผสมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมให้ได้ค่าพีเอชที่ 4.5 พบว่าการให้อากาศตลอดทั้งถังและใช้ระยะเวลาในการเก็บกัก 45 นาที สามารถลดมลสารในน้ำเสียได้ดีที่สุด โดยสามารถลดความขุ่นได้ร้อยละ 99.22 ลดปริมาณสารแขวนลอยได้ร้อยละ 98.51 ลดค่าซีโอดีได้ร้อยละ 80.71 และลดค่าบีโอดีได้ร้อยละ 81.54

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะด้านการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาการใช้ระบบรวมตัวและลอยตะกอนในบ่อดักยางเพื่อใช้บำบัดน้ำเสียขั้นต้นพบว่ายังมีปัญหาบางประเด็นที่ควรจะศึกษาวิจัยเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย ทำให้สามารถลดมลสารในน้ำเสียให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม และเป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ไขข้อขัดแย้งระหว่างโรงงานกับชุมชนใกล้เคียงและเพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป ประเด็นที่ควรจะทำการศึกษาเพิ่มเติมมีดังต่อไปนี้

1.1 ควรศึกษาและวิจัยปริมาณและขนาดของฟองอากาศที่เหมาะสมในบ่อดักยางที่ทำให้เกิดการลอยตะกอนในน้ำเสียที่ดีที่สุด

1.2 ควรศึกษาและวิจัยปริมาณซัลเฟตในรูปเกลือซัลเฟตต่าง ๆ พร้อมทั้งขบวนการกำจัดซัลเฟตที่อยู่ภายในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง เนื่องจากซัลเฟตเป็นสารเคมีหลักสารหนึ่งที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพของโรงงานผลิตน้ำยางชั้นหรือโรงงานผลิตกัณฑ์เกี่ยวกับยางธรรมชาติ

1.3 ควรศึกษาและวิจัยวิธีการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นแยกจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม ทั้งนี้เนื่องจากน้ำเสียจากทั้งสองกระบวนการผลิตมีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างชัดเจน

1.4 ควรศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียขั้นที่สอง ที่สามารถบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นโดยระบบรวมตะกอนและลอยตะกอนในปอดักยาง ที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด สามารถลดมลสารในน้ำเสียให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมโรงงานอุตสาหกรรม เป็นระบบที่เป็นไปได้ในทางปฏิบัติคือมีค่าลงทุนและ ค่าดำเนินการ ไม่สูงมากนักและเป็นระบบที่สามารถดูแลได้ง่าย

1.5 ควรศึกษาและวิจัยว่าสามารถนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาใช้ประโยชน์ โดยปล่อยทิ้งน้ำคังกล่าวลงแหล่งน้ำสาธารณะ เช่น การนำมาเป็นน้ำใช้สำหรับการรดต้นไม้หรือกิจกรรมอื่นๆที่เป็นไปได้ ทั้งนี้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียขั้นที่สองและเพื่อนำน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.6 ควรศึกษาและวิจัยวิธีที่สามารถบำบัดกลิ่นจากระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้บำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางชั้น ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานผลิตน้ำยางต่างๆไปจะก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นรบกวนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

1.7 ศึกษาเพิ่มเติมถึงการเปลี่ยนแปลงของซัลเฟต ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตน้ำยางชั้น

1.8 ศึกษาถึงการลดค่าของปริมาณซัลเฟตของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางชั้น

2. ข้อเสนอแนะด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

1) โรงงานควรมีบ่อกักน้ำเสีย (Equalization Tank) เพื่อรองรับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นและน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมแยกจากกันก่อนที่จะปล่อยลงบ่อดักยาง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำเสียจากทั้งสองกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆมีปริมาณและลักษณะที่แตกต่างกันมาก ถ้าหากโรงงานมีบ่อกักน้ำเสียจะทำให้น้ำเสียมีลักษณะเดียวกัน สามารถควบคุมค่าพีเอชให้มีค่าเท่ากับ 4.5 ได้ง่าย ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้เกิดการรวมตะกอนได้ดีที่สุด

2) โรงงานอาจจะติดตั้งที่เอชพีเคอร์แบบอัตโนมัติ (Automatic pH Controller) ในบ่อดักยาง เพื่อควบคุมค่าพีเอชของน้ำเสียในบ่อดักยางให้มีค่าเท่ากับ 4.5 ตลอดเวลา pH Controller นี้จะออกแบบเพื่อไปใช้ควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียจากบ่อดักน้ำเสียจากระบวนการผลิตน้ำยางข้น และน้ำยางสกิมได้ด้วย โดยทำให้การควบคุมน้ำเสียให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.5 ง่ายและสะดวกขึ้น

3) โรงงานควรใช้ประโยชน์จากน้ำเสียที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย โดยผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เพื่อพัฒนาสถานประกอบการโรงงานเข้าสู่มาตรฐานองค์การ ระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานหรือ ISO (International Organization for Standardization) ที่กำหนดขึ้นว่าด้วยมาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO14000 ต่อไป

4) โรงงานควรจะให้เจ้าหน้าที่ที่มีความรู้เป็นผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียและควรจัดให้มีคณะกรรมการรับข้อร้องเรียนชุมชน โดยคณะกรรมการจะต้องประกอบด้วยตัวแทนจากโรงงาน ตัวแทนชุมชนบริเวณใกล้เคียง โรงงานและหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำหน้าที่รับข้อร้องเรียนจากชุมชนและตรวจสอบว่าข้อร้องเรียนที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากโรงงานหรือไม่ ถ้าหากมีผลมาจากโรงงาน โรงงานควรหาแนวทางแก้ไขปัญหาคความเดือดร้อนให้แก่ชุมชนก่อนที่จะมีเรื่องร้องเรียนไปยังหน่วยงานของรัฐบาล

5) รัฐบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีนโยบายที่ชัดเจนในการจัดการน้ำเสีย หรือมลพิษต่าง ๆ ที่ปล่อยมาจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นหรือโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ

6) สถาบันการศึกษาควรมีบทบาทในการศึกษาค้นคว้าวิจัยใหม่ๆ ในการจัดการน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นและน้ำเสียจากระบวนการผลิตยางสกิม

7) โรงงานควรจะศึกษาหรือหาแนวทางในการใช้น้ำอย่างประหยัดและให้เกิดประโยชน์สูงสุด

8) โรงงานควรตระหนักและให้ความสำคัญแก่ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง

บรรณานุกรม

เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์. 2535. วิศวกรรมบำบัดน้ำเสีย เล่ม 2. กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์.

เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์. 2537. วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์.

เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์. 2539. การบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์.

กรรณิการ์ สิริสิงห์ และกฤษณ์ เทียรฆประสิทธิ์. ม.ป.ป. เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. กรุงเทพฯ : คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

กรุงเทพ, ธนาคาร. ฝ่ายวิชาการ. 2538. รายงานเศรษฐกิจฉบับที่ 9. ปริมาณและมูลค่าสินค้าส่งออกที่สำคัญ. หน้า 72. กรุงเทพฯ.

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, สถาบัน. 2537. " การศึกษาการแยกโปรตีนจากน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมปลาหูกบป้องกันมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์", ใน การแยกโปรตีนจากน้ำทิ้งโรงงาน อุตสาหกรรมปลาหูกบ : การสัมมนาวิชาการ 25 พฤศจิกายน 2537. กรุงเทพฯ.

แน่นน้อย ศรีสุวรรณ. 2538. "การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานถุงมือยางโดยวิธีการลอยตะกอน (Rubber Gloves Plant Wastewater Treatment by Flotation)" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุญธรรม นิธิอุทัย, พรพรรณ นิธิอุทัย และปรีชา ป็องภัย. 2534. เทคโนโลยีน้ำอย่างขึ้น. ม.ป.ท. : ม.ป.พ.

ผลจิต บัวแก้ว .2531 . “น้ำยางชัน”, ในน้ำยางชันและการผลิตถุงมือยาง : เอกสารประกอบการบรรยายในการสัมมนาเชิงวิชาการ เรื่อง อุตสาหกรรมน้ำยางชันและเทคโนโลยีการผลิตถุงมือยาง 17-18 พฤศจิกายน 2531 . หน้า 1-1-1-34.

พิชญ บุญนวล และ ก้องสกล หนูวารี . 2536 . “กระบวนการฟลอกิวเลชันกับปัญหาความขุ่นของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมแร่และอื่น ๆ “ ในประชุมใหญ่วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ณ โรงแรมเซ็นทรัลพลาซ่า (ลาดพร้าว) , 27 พฤศจิกายน 2536 .

วราภรณ์ ขจรไชยกุล . 2531 . “ยาง” ม.ป.พ. : สถาบันวิจัยยาง.

วรุณ ฤณวาที . 2528 . “ไฮดรอลิก” กรุงเทพฯ . โรงพิมพ์ศิริอนันต์ : นายอนันต์ ต.สุวรรณ

วิจัยยาง, สถาบัน. 2536. เอกสารวิชาการเรื่อง “ยาง” กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วันชัย แก้วยอด . 2540 . “ การตรวจสอบการจัดการน้ำเสียโรงงานยางกรีดยางในจังหวัดสงขลา” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เศรษฐกิจอุตสาหกรรมภาคใต้, ศูนย์. 2529. รายงานการศึกษาสู่ทางการลงทุนอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง. สงขลา : ศูนย์เศรษฐกิจอุตสาหกรรมภาคใต้.

สุรศักดิ์ สุทธิสงค์ . 2529 . “ อุตสาหกรรมยางดิบ” ใน การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่หลักสูตร “วิชายาง” ณ ห้องประชุมศูนย์วิจัยยางสงขลา 4-21 สิงหาคม 2529.

เสริมพล รัตนสุขและไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ . 2525. การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

อุตสาหกรรมจังหวัดปัตตานี , สำนักงาน . 2536. “การบำบัดน้ำเสียและอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม : เอกสารการจัดสัมมนาผู้ประกอบการอุตสาหกรรม 14-15 พฤษภาคม 2536.

อุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา , สำนักงาน. 2536. ทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา :

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา.

Abramson, H.A., Moyer , L.S. and Gorin , M.H. 1964. Electrophoresis of Protein and the Chemistry of Cell Surfaces . New York : Hafner Publishing Company , Inc.

Allan,B. and James, M. 1968, Assessment and Control of Wastewater in Meat Factories, Journal of Animal Science. Vol. 24.

APHA , AWA and WEF . 1995 . Standard Methods for the Examination of Waste and Wastewater. 19th ed. Washington D.C. : American Public Health Association.

Deraquin , B.V. and Landau , L.D. 1941. Theory of the Stability of Strongly Charged Lyophobic Solids and Adhesion of Strongly Charged Particles in Solution in Electrolytes , Acta Physiochim. 14 (1941) , 633 p.

Gotass and Hansen , 1943. " Comparison of Chemical Flocculation and Dissolved Air Flotation", Water Resource. Vol. 23 no 4.

Gregory , J. and Xing , L.1992. " Influence of Rapid Mix Conditions on Flocculation by Polymer ", in Engineering Foundation Conference on Dispersion and Aggregation : Fundamentals and Applications. Florida.

Heike, K., Tay, V.K. and Qazi,H. 1980. Agglomerate Breakage in Polymer Flocculated Suspension., AIT Master's Thesis , Asian Institute of Technology.

Ho, C.C. and Tan , Y.K. 1989. "Comparison of Chemical Flocculation and Dissolved Air Flotation of Anaerobically Treated Palm Oil Mill Effluent" , Water Research.23 (1989) , 395 – 400.

- Hogg , R., Bunnaul, P. and Suharyono , H. 1993. " Chemical and Physical Variables in Polymer – Induced Flocculation" , Minerals and Metallurgical Processing . 81 (1993) , 81 – 85.
- Jamil, K. 1991. Flotation of Slaughterhouse Wastewater : Operational Optimization of a Full Scale Unit, Master Thesis,Asian Institute of Technology.
- Kruyl , H.R. 1952 Colloid Science. Amsterdam – Houston New York London : Elsevier Pulishing Company.
- Michaels , A.S. and Bloger , J.C. 1964. "Particle Interaction in Aqueous Kaolinite Dispersion" , I & EC Fundamentals. V.3, pp. 14 –20.
- Morzycchi, M. 1966. " Organic Coagulant to Extract Dyes from Waste Water". Soviet Journal of Water Chemistry and Technology, 10(2), PP. 119-121.
- Nemorow , N.L. 1978. Industrial Wastewater Pollution, Origin, Chracteristic and Treatment. U.S.A. : Addison – Wesley Publishing Company , Inc.
- Ng. , W.J., Goh, A.C.C. and Tay , J.H. 1988 . "Plam Oil Mill Effluent Treatment – Liquid – Solid Separation with Dissolved Air Flotation" , Biological Waste . 25 (1988) , 257 – 268.
- Okui , H. 1991. " Advanced Primary Treatment of a Domestic Wastewater with Polymer Technology" Master Thesis, Asian Institute of Technology.
- Ray , D.T. 1985. "Agglomerate Breakage in Flocculated Suspension" , Master Thesis, The Pennsylvania State University.
- Ray and Hogg, R. 1987. "Agglomerate Breakage in Polymer Flocculated Suspension" , Journal of Colloid and Interface Science. V. 116 , pp. 256 – 268.

- Ruerwin, R.A. and Ward, D.W. 1952. " Mechanism of Clay Aggregation by Polyelectrolytes" ,
Solid Science. V. 73 , pp. 485 –492.
- Rusten , B., Eikebrokk, B. and Thorewaldsen, G. 1990. Coagulation as Pretreatment of Food
Industry Wastewater" , Water Science and Technology . 22, 1 – 8.
- Smillie, R. H. and La Mer , V.K. 1985. " Flocculation , Subsidence and Filtration of Phosphate
Slimes VI. Quantitive Theory of Filtration of Flocculated Suspension" , Journal of
Colloid Science. V. 23,pp. 589 – 599.
- Stokes, Sir G.G. 1891 . " Mathematical and Physical Paper 3" , Cambridge University Press. En
Textile Mill Effluent. Canada : Technomic Inc.
- Tchobanoglous , G. and Burton F.L. 1991. Wastewater Enginerring Treatment, Disposal and Reuse.
3rd edition. Singapore : McGraw – Hill.Ltd.
- Van Olphen, H. 1963 . An Introduction to Clay Colloid Chemistry . New York : Interscience.
- Verwey , E.J.W. and Overbeek, J.Th.G. 1948. Theory of the Stability of Lyophobic Colloids.
Amsterdam : Elsevier.

ภาคผนวก

วิธีวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ

1. พีเอชโดยใช้ pH meter

เครื่องมือที่ใช้วัด pH เรียกว่า pH meter ซึ่งประกอบด้วย glass electrode ที่สามารถใช้ในการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) การอ่านค่าพีเอชจาก pH meter สามารถอ่านเป็นค่าพีเอชโดยตรง

ในการวัด pH ด้วยเครื่อง pH meter จะต้องใส่สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ทราบค่า pH แน่ก่อนเพื่อ Standardize เครื่องให้พร้อมก่อนที่จะใช้วัด pH ของตัวอย่างน้ำทุกครั้งเสมอ

2. ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids : SS) โดยวิธี Gravimetric Method

ของแข็งแขวนลอย หมายถึง ปริมาณของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ และสามารถกรองได้ด้วยกระดาษกรองใยแก้ว (Whitman GF/C) บางครั้งเรียกของแข็งประเภทนี้ว่า nonfilterable solids มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) กระดาษกรองใยแก้ว
- 2) กรองกรวยบุคเนอร์ (buchner funnel)
- 3) เครื่องดูดอากาศ (suction pump)
- 4) ตู้อบ (drying oven)
- 5) เครื่องชั่งละเอียด

2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

- 1) อบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ชั่งน้ำหนัก
- 2) เลือกปริมาณตัวอย่างน้ำที่จะได้ปริมาณของแข็งแขวนลอยไม่น้อยกว่า 2.5 มิลลิกรัม
- 3) วางกระดาษลงในกรวยบุคเนอร์ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ
- 4) ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียกเพื่อให้ติดแน่นกับกรวยบุคเนอร์
- 5) กรองน้ำตัวอย่างโดยอาศัยแรงดูดจากเครื่องดูดอากาศ
- 6) ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ติดอยู่ข้างกรวยจนหมด

- 7) ปิดเครื่องดูดอากาศ ใช้ปากคีบ คีบกระดาษกรองใส่ภาชนะทนไฟ เช่นจานเพาะเชื้อ กระชกนาฬิกา หรือด้วยอุลุมิเนียม นำไปอบที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส ในตู้อบประมาณ 1 ชั่วโมง
- 8) ทิ้งให้เย็นลงจนเท่าอุณหภูมิห้องในเคซิเคเตอร์ ชั่งหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

2.3 การคำนวณ

ของแข็งแขวนลอย (mg/L) = $[(B - A) \times 1000] / \text{ปริมาณตัวอย่างน้ำ (ml)}$

โดยที่ A = น้ำหนักของกระดาษกรองก่อนการวิเคราะห์ (มิลลิกรัม)

B = น้ำหนักของกระดาษกรองหลังการวิเคราะห์ (มิลลิกรัม)

3. Biochemical Oxygen Demand (BOD₅)

BOD คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ซึ่งจะเป็นค่าที่จะบอกถึงกำลังความสกปรกของน้ำเสียต่าง ๆ ในเทอมของออกซิเจนที่ต้องการใช้ เมื่อปล่อยน้ำเสียนั้นลงสู่แหล่งน้ำซึ่งมีสภาวะที่มีออกซิเจนอยู่ การหาค่า BOD ยังมีความสำคัญในการควบคุมความสกปรกของแหล่งน้ำต่าง ๆ เพราะค่า BOD จะบอกถึงองค์ความสกปรกของแหล่งน้ำนั้นได้ทันที

วิธีการวิเคราะห์หาค่า BOD₅ ทำได้โดยหาความแตกต่างของค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำในช่วงระยะเวลา 5 วัน แยกตามปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียดังนี้

1. การหาค่าโดยตรง เมื่อค่าบีโอดีน้อยกว่า 7 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนใหญ่เป็นน้ำจากแม่น้ำลำคลอง
2. วิธีทำให้เจือจาง ใช้ในกรณีที่น้ำตัวอย่างมีความสกปรกสูงโดยมีค่าบีโอดีมากกว่า 7 มิลลิกรัม/ลิตร จึงจำเป็นต้องทำให้น้ำมีความสกปรกเจือจาง โดยใช้น้ำผสมเจือจาง (dilution water) และควรวิเคราะห์อย่างน้อย 3 ความเข้มข้น

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดแก้วมาตรฐานขนาดความจุ 250 - 300 มล. มีจุกปิดสนิท ปากกว้างออกเล็กน้อย ทำให้มีร่องเหนือจุกและปากขวด เพื่อให้มีน้ำหล่ออยู่เสมอขณะ Incubate ที่ 20°C เพื่อป้องกันการดึงอากาศจากภายนอกเข้าไปในขวดๆนี้ต้องล้างให้สะอาดทุกครั้งก่อนใช้
2. บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร และขาตั้งบิวเรต
3. กระบอกตวง ขนาด 1 ลิตร
4. ปิเปต ขนาด 10 มิลลิลิตร
5. ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส

3.2 สารละลายที่ใช้

1. น้ำกลั่นบริสุทธิ์เพื่อใช้เตรียมน้ำสำหรับการเจือจาง ปราศจากคลอรีน คลอรามิน ความเป็นด่าง (alkalinity) กรด และสารอินทรีย์มีทองแดงได้ไม่เกิน 0.01 มก./ลิตร
2. สารละลายฟอสเฟตบัพเฟออร์ ละลาย KH_2PO_4 21.75 กรัม KH_2PO_4 8.5 กรัม $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 33.4 กรัม และ NH_4Cl 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะมีค่าพีเอชเท่ากับ 7.2
3. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ละลาย $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 22.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร
4. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ละลาย Anhydrous CaCl_2 27.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางปริมาณเป็น 1 ลิตร
5. สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ละลาย $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร
6. สารละลายกรดและด่าง 1 นอร์มัล สำหรับใช้ปรับค่า pH ให้เป็นกลาง
7. สารละลายโซเดียมซัลไฟท์ 0.025 นอร์มัล ละลาย Na_2SO_3 1.575 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางปริมาณเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้สลายตัวได้ง่าย จึงควรเตรียมเฉพาะเวลาที่ต้องการใช้เท่านั้น

3.3 วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมน้ำสำหรับใช้เจือจาง
 - 1.1 ควบน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาณที่ต้องการใช้ 1 ลิตร ใต้งในภาชนะที่สะอาด
 - 1.2 เติมสารละลายฟอสเฟตบัพเฟออร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์และเฟอร์ริกคลอไรด์ ตามลำดับ ใช้สารละลายแต่ละชนิด 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำเจือจาง 1 ลิตร
 - 1.3 เป่าอากาศที่สะอาด เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
2. การเตรียมตัวอย่างน้ำที่จะหา
 - 2.1 ตัวอย่างน้ำที่เป็นด่างหรือกรด จะต้องปรับ pH ให้เป็นกลาง คือประมาณ 7 ด้วยกรด ซัลฟูริก 1 นอร์มัล หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล แล้วแต่กรณี
 - 2.2 ตัวอย่างน้ำที่มีสารประกอบคลอรีนตกค้าง โลหะหนักหรือสารเป็นพิษชนิดอื่นเจือปนอยู่จะต้องศึกษาและกำจัดเสียก่อนเป็นพิเศษ

3. วิธีการทำเจือจาง

- 3.1 เลือกเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างในการเจือจางที่คาดว่าจะให้ค่า BOD₅ อยู่ในช่วงที่กำหนด แล้วเลือกเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างเจือจางที่สูงกว่าและต่ำกว่า ที่อยู่ติดกันอีก 2 ชั้น ตามตารางผนวก 47 ดังนั้น จึงต้องรู้ค่า BOD₅ โดยประมาณก่อน
 - 3.2 ค่อย ๆ รินน้ำสำหรับการทำเจือจาง 700 – 800 มล. ในกระบอกควงขนาด 1 ลิตร โดยพยายามอย่าให้มีฟองอากาศ
 - 3.3 เติมตัวอย่างน้ำจำนวนที่ต้องการ แล้วเติมน้ำสำหรับการทำเจือจางจนปริมาตรเป็น 1 ลิตร
 - 3.4 คนให้เข้ากัน โดยใช้แท่งแก้วเสียบจุกยางไว้ที่ปลาย ชักขึ้นลงเบา ๆ โดยระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ
 - 3.5 ค่อย ๆ รินตัวอย่างน้ำผสมให้เข้ากันดีแล้ว และใส่ขวด บีโอดี ที่แห้งและสะอาด จนเต็ม 3 ขวด ปิดจุกให้สนิท นำไปเก็บในตู้ Incubator ที่ 20 องศาเซลเซียส 2 ขวด อีกขวดนำไปหาค่า DO ที่จุดเริ่มต้น (D₁)
 - 3.6 ทำเช่นเดียวกันตั้งแต่ข้อ 3.2 ถึงข้อ 3.5 สำหรับเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างเจือจางที่ต่ำกว่าและสูงกว่าตามลำดับ
4. การหาปริมาณ DO โดยวิธี Aside Modification of The Iodometric Method คังรายละเอียดข้อ 4 ในหัวข้อวิเคราะห์หาค่า DO
 5. การเพาะเลี้ยง (Incubation) เพาะเลี้ยง โดยเก็บ 2 ขวด ของแต่ละเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างเจือจางในตู้เย็นมีด อุณหภูมิ 20 ± 1 °C เป็นเวลา 5 วัน จึงนำออกหาปริมาณ DO (D₂) ตามหัวข้อ 4 (การวิเคราะห์ DO)
 6. การควบคุมคุณภาพน้ำเจือจาง รินน้ำกลั่นที่ใช้เจือจางแต่ไม่ได้ใส่น้ำเชื้อลงในขวด BOD 2 ขวด ปิดจุกและเอาขวดหนึ่งเพาะที่ 20° C ส่วนอีกขวดหนึ่งหาปริมาณ DO ทันที ผลต่างของ DO ที่ได้ไม่ควรเกินกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร
 7. การพิจารณาเพื่อใช้คำนวณค่า BOD
ผลที่นำเชื้อถือและจะใช้คำนวณต่อไปได้นั้น จะต้องมียค่าปริมาณ DO เหลืออยู่อย่างน้อย 1.0 มก./ลิตร และต้องมีการลดปริมาณ DO ลงไปอย่างน้อย 2 มก./ลิตร ของตัวอย่างน้ำที่ทำการเจือจางจึงจะทำให้ค่า BOD ที่คำนวณออกมาได้ถูกต้องที่สุด
 8. การคำนวณ (ดูในหัวข้อ การคำนวณออกซิเจนละลายได้)

ตาราง 47 ช่วงเวลาของค่า BOD และค่าเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างของการเจือจาง

ช่วง BOD	% ตัวอย่าง
20,000 – 70,000	0.01
10,000 – 25,000	0.02
4,000 – 14,000	0.05
2,000 – 7,000	0.1
1,000 – 3,500	0.2
400 – 1,400	0.5
200 - 700	1.0
100 - 350	2.0
40 - 140	5.0
20 - 70	10.0
10 - 35	20.0
4 - 14	50.0
0 - 7	100.0

4. Dissolved oxygen (DO) โดยวิธี Azide Modification of the Iodometric method

4.1 สารละลายที่ใช้

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ละลาย $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 480 กรัม หรือ $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 400 กรัม หรือ $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 364 กรัม ในน้ำกลั่น กรองแล้วทำให้เจือจางปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ต้องไม่เกิดสีกับน้ำแข็งเมื่อเติมสารละลายที่ทำให้เป็นกรดแล้วของ KI
2. สารละลายไฮโอไดค์-เฮไซค์ ละลาย NaOH 500 กรัม และ NaI 135 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ละลาย NaN_3 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้ว เติมลงในสารละลายข้างต้น
3. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
4. น้ำแข็งอินดิเคเตอร์ ละลาย Soluble Starch 5 กรัม ในน้ำต้มประมาณ 800 มิลลิลิตร

คนให้เข้ากันเติมน้ำให้ได้ 1 ลิตร คัมให้เคี้ยวประมาณ 2-3 นาที ตั้งค้างคืนไว้ ใช้แต่น้ำใสๆข้างบนเติมกรด Salicylic 1.25 กรัมต่อน้ำแข็ง 1 ลิตร หรือใช้ Toluene 2 – 3 หยด เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

5. สารละลายมาตรฐาน โซเดียมไซโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล ละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 6.025 กรัม ในน้ำกลั่น เติม NaOH 0.4 กรัม เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรเป็น 1 ลิตร ทำการ Standardize ด้วยสารละลายมาตรฐาน โปรตัสเซียมไบโอเดค
 6. สารละลายมาตรฐาน โปรตัสเซียมไบโอเดค 0.025 นอร์มัล ละลาย $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ 0.8124 กรัมในน้ำกลั่นปรับจนได้ปริมาตร 1 ลิตร
- 4.2 การหาค่ามาตรฐานของสารละลายโซเดียมไซโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล ด้วยสารละลายมาตรฐาน โปรตัสเซียมไบโอเดค
1. ละลาย KI 2 กรัมในขวดแก้วเอเดนเมเยอร์ฟลาส ด้วยน้ำกลั่น 100 – 150 มล.
 2. เติม H_2SO_4 (1 + 9) 10 มิลลิลิตร
 3. นำมาไตเตรทไอโอดีนที่ถูกขับออกมาด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไซโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล ที่เตรียมไว้จนกระทั่งใกล้ถึงจุดยุติ สังเกตจากสีของสารละลายจางลง เติมน้ำแข็ง 1 มิลลิลิตร ไตเตรทต่อจนถึงจุดยุติ ถ้าสารละลายมาตรฐานโซเดียมไซโอซัลเฟตที่เตรียมไว้มีความเข้มข้น 0.025 นอร์มัลพอดี ปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรทจะเท่ากับ 20.00 มิลลิลิตร ถ้าไม่ได้ให้ปรับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไซโอซัลเฟตให้เท่ากับ 0.025 นอร์มัล
- 4.3 วิธีการวิเคราะห์
1. จากตัวอย่างน้ำที่เก็บไว้ในข้อ 3.5 นำมาเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1 มล. ลงไปได้คิวน้ำ
 2. แล้วเติมสารละลายอัลคาไลต์ – ไอโอไดค์ – เอไซค์ ตามลงไปทันที 1 มล. ลงไปได้คิวน้ำ
 3. ปิดจุก ระวังอย่าให้มีฟองอากาศติดอยู่ในขวด จับขวดคว่ำลงเขย่าแบบพลิกฝ่ามือให้ขวดตั้งขึ้นและคว่ำลงสลับกันอย่างน้อย 15 ครั้ง
 4. ปล่อยให้ตะกอนที่เกิดขึ้นนอนก้นรอจนได้น้ำใสส่วนบนประมาณ 100 มล. ค่อยๆ เปิดจุกแล้วเติมกรดเข้มข้นลงทันที 1 มล. โดยค่อยๆ ให้กรดไหลไปตามคอขวด
 5. ปิดจุกค่อยๆ เขย่ากลับไปมา จนกระทั่งตะกอนละลายหมด
 6. ตั้งทิ้งไว้เพื่อให้ไอโอดีนที่เกิดกระจายไปทั่วขวดก่อนริน

7. ดวงสารละลายที่ได้ เพื่อใช้ในการไตเตรทโดยยึดถือปริมาตรเริ่มต้นของตัวอย่างน้ำ 200 มล. เป็นหลัก นั่นคือ ถ้าขวด ขนาด 300 มล. และเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต และสารละลายอัลคาไล-ไฮโอโคค-เอไซด์ รวม 4 มล. ดังนั้นปริมาตรที่จะนำมาเพื่อไตเตรทจึงควรเป็น

$$\frac{200 \times 300}{(300 - 4)} = 203 \text{ มล.}$$

8. นำปริมาตรสารละลายที่คำนวณได้มาไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไรโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล จนได้สีเหลืองอ่อนๆ เติมน้ำแข็ง 1-2 มล. แล้วไตเตรทต่อจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป

4.4 การคำนวณ

- 1) ออกซิเจนละลาย DO

$$1 \text{ ml } 0.025 \text{ N Na}_2 \text{ S}_2 \text{ O}_3 = 1 \text{ mg/L DO (ในน้ำตัวอย่าง 200 ml)}$$

- 2) BOD₅ (เมื่อไม่เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์)

$$\text{BOD}_5 \text{ (mg/L)} = (D_1 - D_2) / P$$

- 3) BOD₅ (เมื่อเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์)

$$\text{BOD}_5 \text{ (mg/L)} = [(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)f] / P$$

โดยที่ D₁ = ค่าออกซิเจนละลายในวันแรก (มิลลิกรัม/ลิตร)

D₂ = ค่าออกซิเจนที่ละลายในวันที่ 5 (มิลลิกรัม/ลิตร)

P = อัตราส่วนของการเจือจางตัวอย่างน้ำ

B₁ = ค่าออกซิเจนละลายในวันแรกของหัวเชื้อจุลินทรีย์ (มิลลิกรัม/ลิตร)

B₂ = ค่าออกซิเจนละลายในวันที่ 5 ของหัวเชื้อจุลินทรีย์ (มิลลิกรัม/ลิตร)

f = อัตราส่วนของปริมาณหัวเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างน้ำต่อปริมาณหัวเชื้อ จุลินทรีย์ ในตัวอย่างที่เตรียมไว้สำหรับแก้ค่าเนื่องจากการเติมหัวเชื้อ

5. ค่า Chemical Oxygen Demand (COD) โดยใช้วิธี Dichromate Reflux Method

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดรีฟลักซ์ ประกอบด้วยขวดขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งมีคอที่ทำด้วย Ground glass joint 24/40 และ Condenser 300 mm Jacket liebic ซึ่งมีข้อต่อทำด้วย Ground glass joint 24/40
2. เตาเผาแผ่นเหล็กความร้อน
3. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร

5.2 สารละลายที่ใช้

1. สารละลายมาตรฐาน โปตัสเซียมไดโครเมต 0.25 นอร์มัล ละลาย $K_2Cr_2O_7$ 12.259 กรัม (อบแห้งที่ 103° องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำจนได้ปริมาตร 1 ลิตร (ถ้าจำเป็นให้เติมกรดซัลฟามิก 120 มิลลิกรัม เพื่อกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์จากการหาเนื่องจาก NO_2)
2. สารละลายกรด ซัลฟูริก เข้ม Ag_2SO_4 และกรดซัลฟูริกเข้มข้นด้วยสัดส่วน 5.5 กรัมของ Ag_2SO_4 ต่อ 1 กิโลกรัมของกรดซัลฟูริกเข้มข้น ตั้งทิ้งไว้ 1 – 2 วัน เพื่อให้ละลาย
3. สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.1 นอร์มัล ละลาย $Fe(NH_4)_2 \cdot 6H_2O$ 39.2 กรัม ในน้ำกลั่น เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ลงไป ทำให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร
4. สารละลายเฟอร์โรอินคิเคเตอร์ ละลายฟีแนนโทรีน โมโนไฮเดรต (1-10 Phenanthroline monohydrate) 1.485 กรัม และ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 695 มล. ในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล.

5.3 วิธีการวิเคราะห์

1. ตวงตัวอย่างในปริมาตร 20 มล. และปรับปริมาตร น้ำหนักและนอร์มัลลิตีของน้ำยาเคมีโดยดูจากตารางที่ 48 เพื่อหาอัตราส่วนของตัวอย่างกับน้ำยาเคมีที่จะเติม
2. เติมเมอคิวรี (II) ซัลเฟต ($HgSO_4$) ตามอัตราส่วนที่กำหนดในตารางภาคผนวก และใส่ลูกแก้ว (glass beads) 4-5 เม็ด
3. เติมสารละลายกรดซัลฟูริก (ซึ่งผสม Ag_2SO_4 อยู่ก่อนแล้ว) ตามตารางที่ 48 อย่างช้าๆ พร้อมกับเขย่าเพื่อละลาย $HgSO_4$ และควรทำให้เย็นขณะเขย่าเพื่อหลีกเลี่ยงการสูญหายไปของสารที่เป็นไอในตัวอย่าง

เติมสารละลายมาตรฐาน โปรแตสเซียมไดโครเมต 0.025 นอร์มัล ตามปริมาตรที่กำหนดใน ตารางที่ 48 และผสมอีกครั้ง ค่อย ๆ เติมสารละลายกรดซัลฟูริก ตามตารางที่ 48 ให้เข้ากันนำ ขวดรีฟลักซ์ให้เข้ากับเครื่องคอนเดนเซอร์ เปิดน้ำให้ไหลผ่านคอนเดนเซอร์ ก่อนเปิดเครื่องให้ ความร้อนคัมให้เดือดนาน 2 ชั่วโมง ปลดอ์ทิ้งให้เย็น เติมน้ำกลั่นลงไป 80 มิลลิลิตร ผสมให้เข้า กันนำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.10 นอร์มัล โดยใช้เฟอร์โร อิน 2-3 หยด (0.1-0.15 มิลลิลิตร) เป็นอินดิเคเตอร์ ถือเอาจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงสีจากน้ำ เงิน - เขียวเป็นน้ำตาลแดงทันทีเป็นจุดยุติ ถึงแม้ว่าเมื่อคั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที สีน้ำเงิน - เขียวจะ กลับคืนมาก็ตามทำแบบลงค์โดยใช้น้ำกลั่นในปริมาตรที่เท่ากับตัวอย่าง ทำการรีฟลักซ์เหมือนตัว อย่างทุกประการรวมทั้งน้ำยาเคมีที่ใช้ด้วย

ตาราง 48 น้ำหนักและความเข้มข้นของน้ำยาเคมีที่ใช้กับขนาดของตัวอย่าง

Sample Size (ml)	0.25 N Standard Dichromate (ml)	Conc. H ₂ SO ₄ With Ag ₂ SO ₄ (ml)	Hg SO ₄ (ml)	Normality Of Fe (NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂	Final volume Before titration (ml)
10.0	5.0	15	0.2	0.05	70
20.0	10.0	30	0.4	0.10	140
30.0	15.0	45	0.6	0.15	210
40.0	20.0	60	0.8	0.20	280
50.0	25.0	75	1.0	0.25	350

5.4 การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.1 นอร์มัล

1. ใช้ปิเปตดูดสารละลายมาตรฐาน โปรแตสเซียมไดโครเมตมา 0.025 นอร์มัล 10 มิลลิลิตร เจือจางให้ได้ปริมาตรรวม 100 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายกรดซัลฟูริก (Ag₂SO₄ อยู่ก่อนแล้ว)
3. นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.10 นอร์มัล โดยใช้เฟอร์โรอินเป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จุดยุติคือ จุดที่สีของสารละลายเปลี่ยนจากน้ำเงินแกมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

5.5 การคำนวณ

$$1. \text{ Normality of FAS} = \frac{\text{ปริมาณ } K_2Cr_2O_7 \text{ (ml)} \times 0.25}{\text{ปริมาณ FAS ที่ใช้ (ml)}}$$

$$2. \text{ COD(mg O}_2\text{/L)} = \frac{(A - B) \times N \times 8000}{\text{ปริมาณตัวอย่าง (ml)}}$$

โดย A = ปริมาณ FAS ใช้สำหรับการไตเตรทเบตงค์ (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณ FAS ใช้สำหรับการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = นอร์มัลลิตีของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรท

6. ความขุ่น (Turbidity) โดยวิธี Naphetometric method

6.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความขุ่นแบบเนฟฟีโลมิเตอร์ยี่ห้อ HACH
2. หลอดมาตรฐานความขุ่น (Turbidity standard Tubes)
3. หลอดตัวอย่างน้ำ (Sample Tubes)

6.2 วิธีการ

1. เปิดเครื่องวัดความขุ่นและเตรียมเครื่องตามคู่มือการใช้ และวัดความขุ่นของน้ำตัวอย่างตามวิธีของเครื่องนั้น ๆ
2. ทำการ Standardize เครื่องวัดด้วยหลอดมาตรฐานความขุ่นให้พร้อมก่อนที่ ๆ จะใช้วัดความขุ่นของตัวอย่างน้ำ
3. นำตัวอย่างเขย่าให้เข้ากันดีก่อนเทใส่หลอดวัดตัวอย่าง เพื่อนำไปวัดความขุ่น
4. ถ้าตัวอย่างมีน้ำขุ่นเกิน จากการเปรียบเทียบกับหลอดมาตรฐานความขุ่นที่เครื่องวัดจะวัดได้ ให้เจือจางตัวอย่างน้ำลงก่อน

7. ปริมาณซัลเฟต (Sulfate) โดยวิธี Turbidimetric method

7.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1 เครื่องกวนแม่เหล็ก
- 2 เครื่องมือสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
- 3 ซ้อนดวงที่มีความจุ 0.2-0.3 มิลลิลิตร
- 4 ขวดรูปกรวย ขนาด 250 มิลลิลิตร

7.2 สารละลายที่ใช้

1 คอนดิชันนิง รีเอเจนต์ (Conditioning reagent)

ผสมกลีเซอรอล 50 มล. กับสารละลายที่ประกอบด้วยกรดเกลือเข้มข้น 30 มล.

น้ำกลั่น 300 มล. เอธานอล 95% จำนวน 100 มล. และโซเดียมคลอไรด์ 75 กรัม

2 แบเรียมคลอไรด์ (BaCl₂) ชนิดเกร็ด ขนาด 20-30 mesh

3 สารละลายมาตรฐานซัลเฟต

ละลายโซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำ (Anhydrous Na₂SO₄) จำนวน 147.9 มิลลิกรัม ใน

น้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1,000 มล. หรือโดยการนำกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.020 นอร์มัล

มา 10.41 มล. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล. สารละลายมาตรฐานซัลเฟตนี้ 1.00

มล. เท่ากับ 100 ไมโครกรัมซัลเฟต

7.3 วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างน้ำ 100 มล. (ถ้าตัวอย่างน้ำพุ่งควรกรองตัวอย่างน้ำก่อน) ใส่ในขวดรูป

กรวย เติมคอนดิชันนิง รีเอเจนต์ 5 มล. ผสมและกวนโดยใช้เครื่องกวนแม่เหล็ก ใน

ขณะเดียวกันเติมผลึกแบเรียมคลอไรด์ ประมาณ 1 ช้อน เริ่มจับเวลาทันที

2. เมื่อตั้งกวนไว้ครบ 1 นาที หยุดกวน นำไปวัดค่าความขุ่นภายในเวลา 10 นาที (น่าจะ

เจาะจงเวลาให้คงที่เท่ากันทุกครั้งทั้งการวิเคราะห์ตัวอย่างและเตรียมกราฟมาตรฐาน)

นำไปอ่านค่าปริมาณซัลเฟตจากกราฟมาตรฐาน

3. การเตรียมกราฟมาตรฐาน เตรียมสารละลายมาตรฐานซัลเฟต ให้มีความเข้มข้น

500,1000,1500,2000,2500 และ 3,000 ไมโครกรัม โดยเปิดสารละลายมาตรฐานซัล

เฟตมา 5,10,12,20,25 และ 30 มล. ตามลำดับใส่ในขวดรูปกรวยแล้วเติมน้ำกลั่นจน

ได้ปริมาตรเป็น 100 มล. ในแต่ละขวด แล้วทำเหมือนการวิเคราะห์ตัวอย่าง นำค่า

ความขุ่นที่ได้แต่ละความเข้มข้นนำมาเขียนกราฟมาตรฐาน

7.4 การคำนวณ

$$\text{มก. SO}_4/\text{ลิตร} = \frac{\text{ไมโครกรัมซัลเฟต}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (มล.)}}$$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายพงศักรินทร์ ปราบนคร

วัน เดือน ปีเกิด 1 เมษายน 2505

วุฒิการศึกษา

วุฒิ

ชื่อสถาบัน

ปีที่สำเร็จการศึกษา

อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต
(เทคโนโลยีการผลิต)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
วิทยาเขตพระนครเหนือ

2527