

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การทดลองตอนที่ 1

ลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองการทดลองในช่วงแรกใช้น้ำเสียจาก บ.ไทยฮั้ว ยางพารา จำกัด เป็นการศึกษาาระบบแบบไร้อากาศ

หลังจากการปรับปรุงพีเอชโดยใช้ค่าชนิดต่างๆ โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงค่า COD BOD และมีการติดตามดูการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่นๆเช่นค่ากรดระเหย ค่าของแข็งแขวนลอย ค่าสภาพด่างรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงพีเอช เป็นส่วนประกอบเพิ่มเติมด้วย และได้ผลการทดลองดังนี้

ตาราง 4.1 ลักษณะสมบัติน้ำเสียโรงงานบ.ไทยฮั้วยางพาราจำกัด

ลักษณะสมบัติ	แหล่งของน้ำเสีย		
	น้ำเสียจากโรงงานน้ำยาง ชั้น(การล้างเครื่อง)	น้ำเสียจากกระบวนการทำ ยางสกิม	น้ำเสียรวมก่อนเข้า บ่อ หมักไร้อากาศ
อุณหภูมิ (°ซ)	27 - 29	27 - 29	27 - 29
พีเอช	7.6 - 8.1	2.9 - 4.0	3.7 - 6.0
บีโอดี (มก/ล)	2,200 - 6,500	4,000 - 8,000	2,200 - 4,600
ซีโอดี (มก/ล)	3,000 - 12,000	8,000 - 18,000	2,500 - 8,5000
ของแข็ง	360 - 1,300	180 - 380	100 - 750
แขวนลอย (มก/ล)			



ภาพประกอบ 4.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงาน

4.2 การทดลองตอนที่ 2

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียโดยต่าง 3 ชนิด

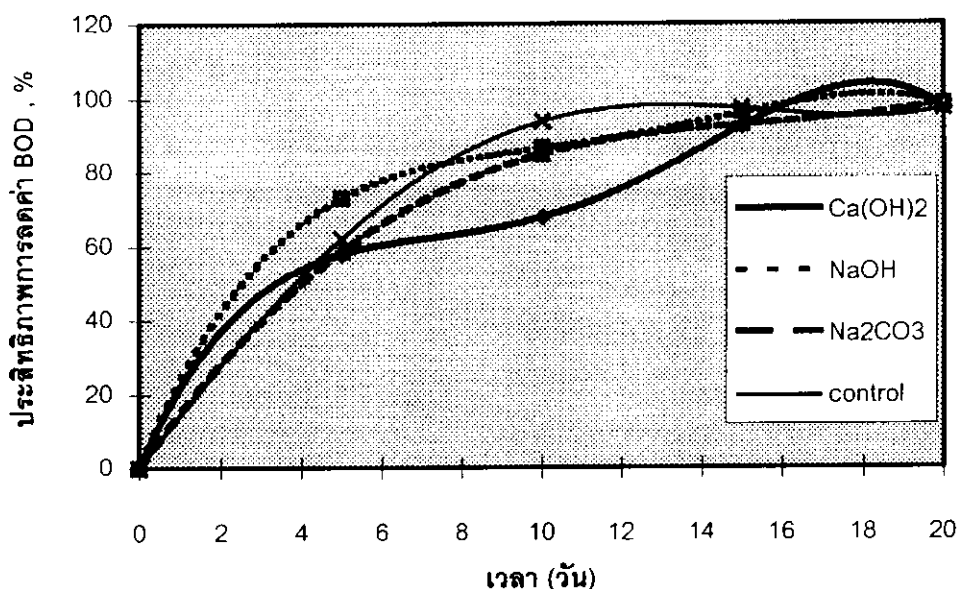
1 ประสิทธิภาพระบบการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าพีเอชไม่สูงมาก และ ความสกปรกไม่มาก ทำการทดลองโดยใช้น้ำเสียที่มี พีเอช 4.9 ค่า COD เริ่มต้น 2382 มก/ล BOD เริ่มต้น 1843 มก/ล และติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ในระยะเวลา 20วัน หลังการปรับพีเอชในช่วง 7.2-7.6 ด้วยค่าชนิดต่างๆเปรียบเทียบกับ ตัวอย่างที่ไม่มีมีการปรับ พีเอช ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

การลดค่า BOD และ COD

พบว่าน้ำเสียที่มีการปรับสภาพพีเอชและไม่ปรับสภาพพีเอช มีการลดค่าของ COD และ BOD ใกล้เคียงกัน คือมีการลด COD โดยเฉลี่ย 94.25 % และ BOD ประมาณ 97.90% ดังแสดงในตารางที่ 4.2 - 4.3 และภาพประกอบ 4.2 - 4.3 ทั้งนี้เพราะ พีเอช ระดับ 4.9 ไม่ต่ำมากเกินไป จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโต และมีการปรับสภาพอยู่ได้ จึงทำให้การไม่ปรับพีเอช มีผลไม่แตกต่างกับการที่มีการปรับพีเอช อีกเหตุผลหนึ่งคือ ในน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ ขั้นตอนการสร้างกรดซึ่งเป็นขั้นตอนการควบคุมกระบวนการมีไม่มากเกินไป ทำให้ขั้นตอนการใช้กรดแล้วเปลี่ยนเป็นของแข็งแขวนลอย

ตาราง 4.3 ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี ของน้ำเสียที่เดิมต่างแต่ละชนิด ค่า บีโอดี เริ่ม
ต้น 1843 มก/ล ทีเอส เริ่มต้น 4.9 ในเวลา 20 วัน

เวลา(วัน)	ประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี (%)			
	Ca(OH) ₂	NaOH	Na ₂ CO ₃	control
0	0	0	0	0
5	57.78	72.84	58.45	61.90
10	67.72	86.50	84.79	93.70
15	92.23	96.03	92.80	97.10
20	97.20	98.40	98.90	97.06



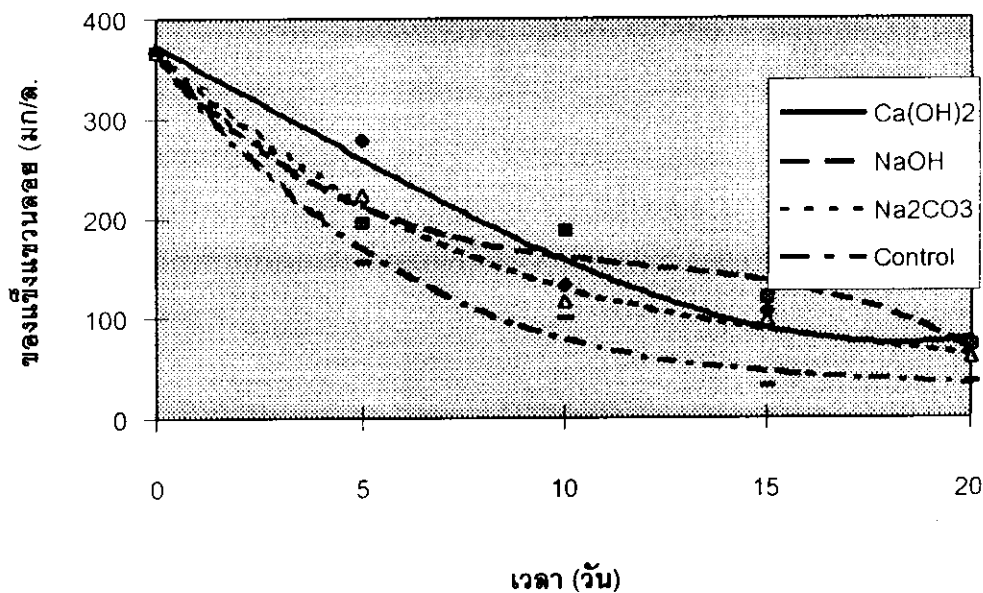
ภาพประกอบ 4.3 ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี ของน้ำเสียที่เดิมต่างแต่ละชนิด
ค่า บีโอดี เริ่มต้น 1843 มก / ล ทีเอส เริ่มต้น 4.9

น้ำเสียที่มีค่าความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 367 มก./ล. และเมื่อปรับสภาพด้วยต่างพบว่าค่า SS จะลดลงตลอดช่วงของการบำบัดดังแสดงในตารางที่ 4.4 และ ภาพประกอบที่ 4.4 แสดงว่าหลังการบำบัดอัตราการทำงานของแบคทีเรีย ช่วยลดปริมาณของของแข็งแขวนลอยในน้ำเสีย การเปลี่ยนแปลงค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียขึ้นกับปริมาณและขนาดของของแข็ง ขณะที่ระบบกำลังดำเนินอยู่นั้น แบคทีเรียจะย่อยสลาย ของแข็งละลายได้ ได้

เป็นตะกอนของสัลดจ์ที่ปริมาณมากขึ้น และการรวมตัวของสัลดจ์ทำให้ได้อนุภาคที่มีขนาดใหญ่ซึ่งจะตกจมสู่ก้นถัง ทำให้ของแข็งแขวนลอยบริเวณผิวหน้าลดลง

ตาราง 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียพีเอช เริ่มต้น 4.9 หลังการเติมค่าชนิดต่างๆ

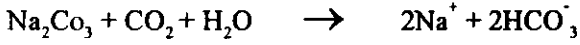
เวลา(วัน)	ของแข็งแขวนลอย (มก/ ล)			
	Ca(OH) ₂	NaOH	Na ₂ CO ₃	control
0	367.0	367.0	367.0	367.0
5	277.2	195.5	224.0	156.0
10	131.1	287.4	116.0	100.0
15	106.7	119.6	97.50	32.00
20	74.80	72.40	60.00	37.00



ภาพประกอบ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียพีเอช เริ่มต้น 4.9 หลังการเติมค่าชนิดต่างๆ

ค่าสภาพต่าง

ค่าสภาพด่างเริ่มต้นของน้ำเสียก่อนทำการเติมด่างเท่ากับ 235 มก./ล. CaCO_3 เมื่อเติมด่างค่าสภาพด่างปรับเป็น 1050-2550 มก./ล. CaCO_3 ปริมาณด่างที่ใช้ในการปรับพีเอช 1 หน่วย สำหรับน้ำเสีย 1 ลิตร มีค่าโดยเฉลี่ยดังนี้คือ 4.2 มล. ของ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 7.5 มล. ของ NaOH และ 3.9 มล. ของ Na_2CO_3 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างด่างกับ CO_2 เขียนเป็นสมการได้ดังนี้



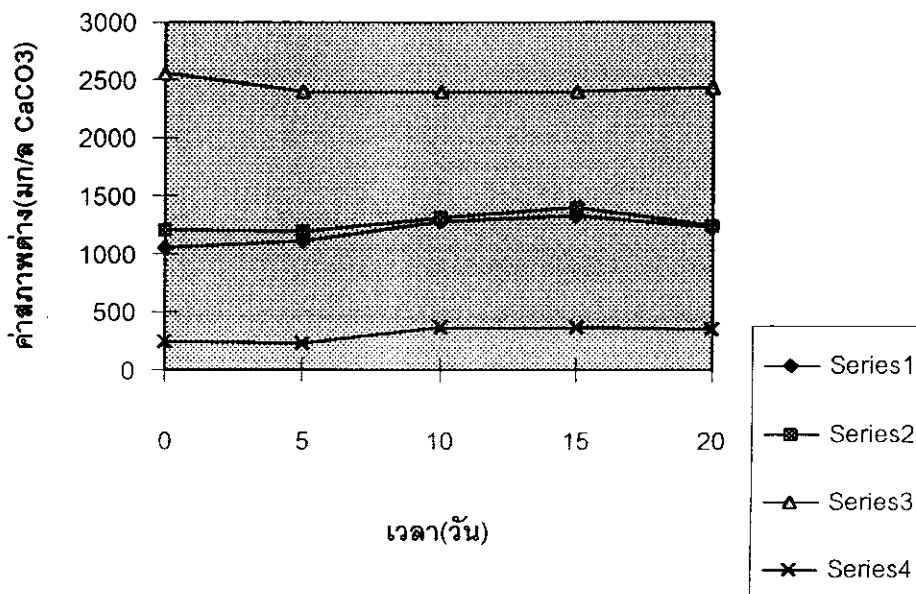
เมื่อเติมด่างทั้งสามชนิดจำนวนโมลเท่ากัน ด่าง Na_2CO_3 จะให้ HCO_3^- มากกว่า NaOH และ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ เพราะ Ca^{2+} จะทำปฏิกิริยากับ HCO_3^- ได้ตะกอน CaCO_3 ดังสมการ



หลังการเติมด่างชนิดต่าง ๆ จะพบว่าน้ำเสีย สามารถรักษาสภาพด่างได้สม่ำเสมอตลอดช่วงการบำบัดดังแสดงในภาพประกอบ 4.5 แสดงว่าปริมาณด่างที่เติมเพื่อปรับพีเอชให้ค่าสภาพด่างเพียงพอต่อความต้องการของระบบ

ตาราง 4.5 ค่าสภาพด่างของน้ำเสียพีเอช เริ่มต้น 4.9 หลังการเติมด่างแต่ละชนิด ในเวลา 20 วัน

เวลา(วัน)	ค่าสภาพด่าง (มก/ล CaCO_3)			
	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	NaOH	Na_2CO_3	control
0	1050	1200	2550	235
5	1108	1186	2398	225
10	1270	1315	2400	365
15	1322	1395	1792	360
20	1230	1235	2435	340



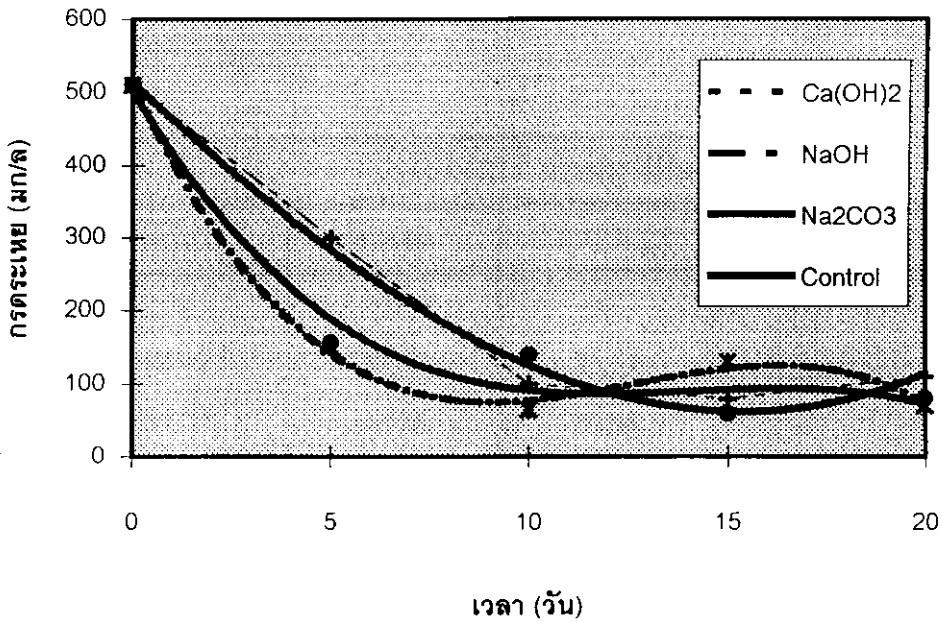
ภาพประกอบ 4.5 ค่าสภาพต่างของน้ำเสียฟิเอช เริ่มต้น 4.9 หลังการเติมต่างแต่ละชนิดในเวลา 20 วัน

ค่ากรดระเหย

ผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.6 และภาพประกอบที่ 4.6 พบว่าค่ากรดระเหย มีการลดค่าจากค่าเริ่มต้น 510 มก./ล. ตลอด 20 วัน แสดงว่า เกิดปฏิกิริยาสร้างกรดซึ่งทำให้มีการลดค่า COD ,BOD หลังจากนั้นขั้นตอนสร้างชั้นถูกนำไปใช้ ในขั้นตอนการสร้างมีเทนการที่มีปฏิกิริยาทั้ง 2 ขั้นตอนแสดงว่าน้ำเสียมีค่าฟิเอชเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทำให้ประสิทธิภาพการลดค่า COD ,BOD สูง

ตาราง 4.6 ค่ากรดระเหยของน้ำเสียที่เติมต่างแต่ละชนิด ฟิเอช เริ่มต้น 4.9 ในเวลา 20 วัน

เวลา(วัน)	ค่ากรดระเหย(มก/ล CaCO ₃)			
	Ca(OH) ₂	NaOH	Na ₂ CO ₃	control
0	510	510	510	510
5	135	150	156	300
10	100	65	140	100
15	65	130	60	80
20	45	70	80	110



ภาพประกอบ 4.6 ค่าครุระเหยของน้ำเสียที่เติมต่างแต่ละชนิด พีเอช เริ่มต้น 4.9 ในเวลา 20 วัน

- ประสิทธิภาพระบบการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกมาก และมีค่าพีเอชเริ่มต้นค่อนข้างต่ำ (พีเอช = 3.7) การทดลองชุดนี้ใช้น้ำเสียที่มีค่า COD 5731 มก/ล BOD 4603 มก/ล

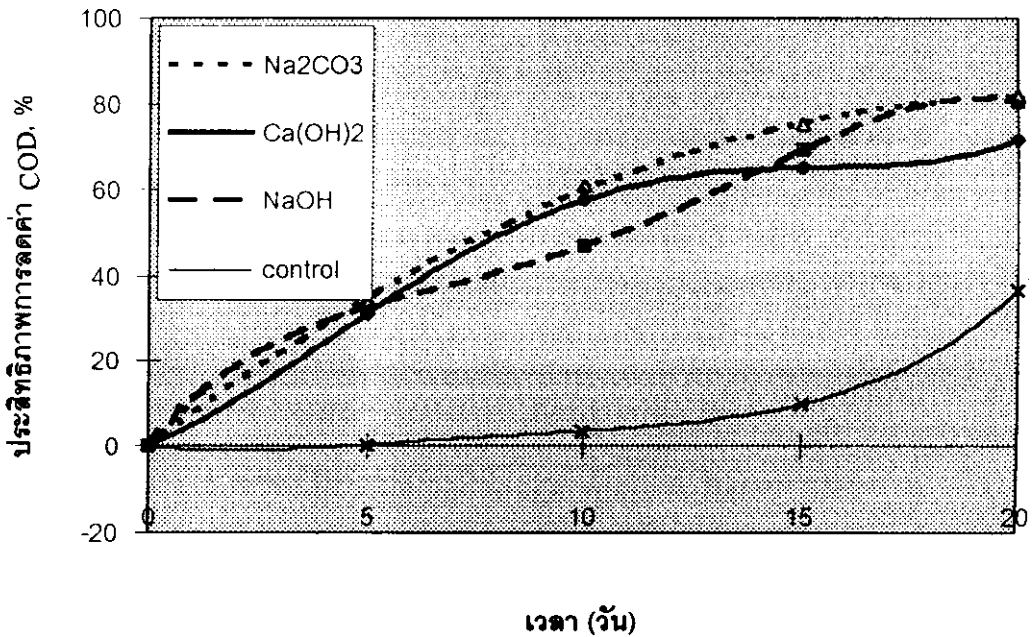
การลดค่า BOD, COD

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.8 การปรับสภาพ พีเอชทำให้ประสิทธิภาพการบำบัด (การลดค่า COD) สูงกว่าน้ำเสียที่ไม่มีการปรับพีเอชมาก โดย Na_2CO_3 ให้ประสิทธิภาพการบำบัดดีกว่า NaOH และดีกว่า $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ดังแสดงในภาพประกอบ 4.7 4.8

การที่ประสิทธิภาพ การลดค่าความสกปรกไม่ว่าในรูป COD หรือ BOD ของน้ำเสียที่มีพีเอชต่ำมีค่าน้อย เพราะที่พีเอชระดับ 3.7 นับเป็นพีเอชที่มีค่าต่ำมากซึ่งเป็นพีเอชที่จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ การปรับพีเอชให้เป็นกลางทำให้แบคทีเรียฟื้นตัว แต่ยังคงต้องใช้เวลาในการปรับตัว ดังนั้นที่ระยะเวลาการบำบัดเท่า ๆ กัน ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่มีพีเอชสูงกว่า ก็จะมีค่ามากกว่า เพราะใช้เวลาในการปรับตัวน้อยกว่า

ตาราง 4.7 ประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี ของน้ำเสีย ฟิเอช เริ่มต้น 3.7 หลังการเติมต่างชนิดต่างๆ (ซีโอดี เริ่มต้น 5731 มก/ล)

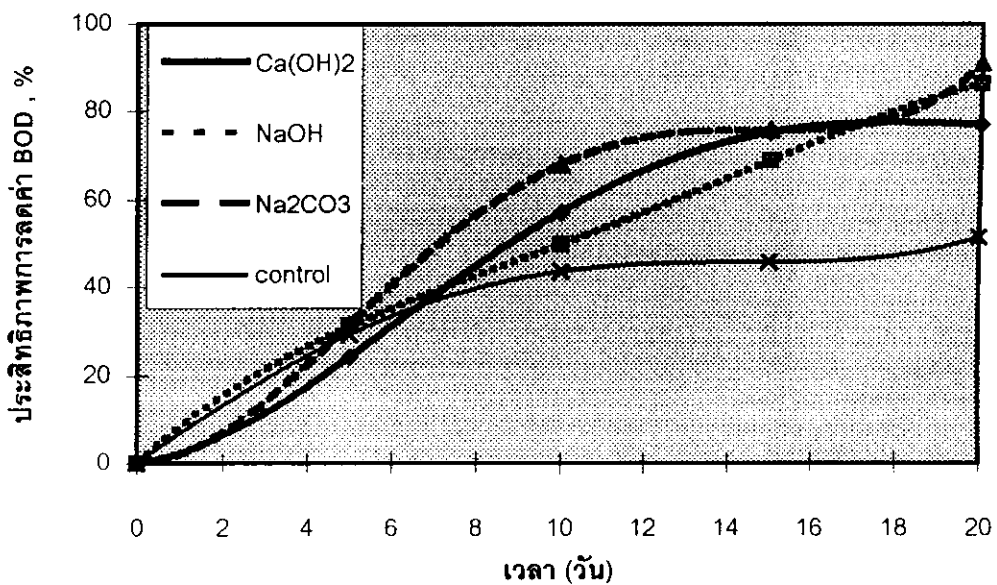
	ประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี (%)			
	Ca(OH) ₂	NaOH	Na ₂ CO ₃	control
0	0	0	0	0
5	30.88	32.51	33.73	0.24
10	57.38	46.76	60.64	3.52
15	65.02	68.98	75.08	9.74
20	71.50	80.31	82.02	36.45



ภาพประกอบ 4.7 ประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี ของน้ำเสียที่เติมต่างแต่ละชนิด ค่า ซีโอดี เริ่มต้น 5731 มก / ล ฟิเอช เริ่มต้น 3.7

ตาราง 4.8 ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี ของน้ำเสียที่เติมต่างแต่ละชนิด ค่า บีโอดี เริ่ม
ต้น 4603 มก/ล ทีเอช เริ่มต้น 3.7 ในเวลา 20วัน

เวลา(วัน)	ประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี (%)			
	Ca(OH) ₂	NaOH	Na ₂ CO ₃	control
0	0	0	0	0
5	24.14	31.10	31.50	29.22
10	57.08	49.77	68.02	43.52
15	75.28	68.95	75.86	45.69
20	77.07	86.32	90.92	51.45



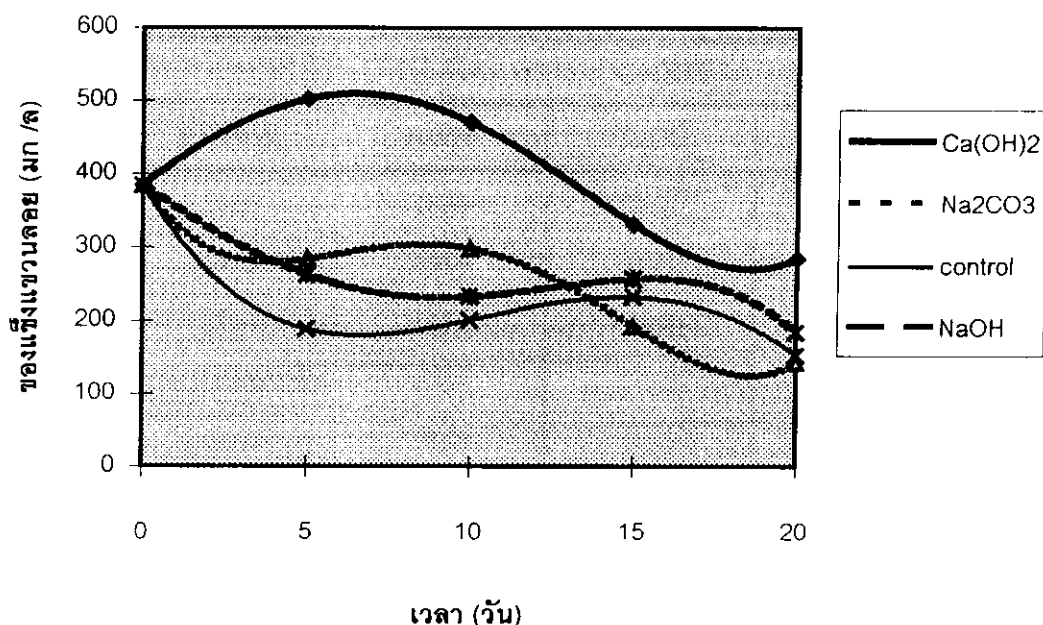
ภาพประกอบ 4.8 ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี ของน้ำเสียที่เติมต่างแต่ละชนิด
ค่า บีโอดี เริ่มต้น 4603 มก / ล ทีเอช เริ่มต้น 3.7

ค่าของแข็งแขวนลอย

ค่าของแข็งแขวนลอยภายหลังการปรับสภาพด้วยค่างของน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 384.2 มก/ล แสดงในตารางที่ 4.9 และ ภาพประกอบ 4.9 ได้ข้อสรุปดังนี้ เมื่อเติมค่าง Na_2CO_3 และ NaOH ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยลดลงในวันที่ 5 เมื่อเทียบกับค่า

ตาราง 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียฟิเอช เริ่มต้น 3.7 หลังการเติมค่างชนิดต่างๆ

เวลา(วัน)	ของแข็งแขวนลอย (มก/ ล)			
	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	NaOH	Na_2CO_3	control
0	384.2	384.2	384.2	384.2
5	502.2	262.7	284.1	188.5
10	470.4	233.5	298.3	200.9
15	330.7	257.3	192.8	232.4
20	284.5	184.4	142.9	153.1



ภาพประกอบ 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียฟิเอช เริ่มต้น 3.7 หลังการเติมค่างชนิดต่างๆ

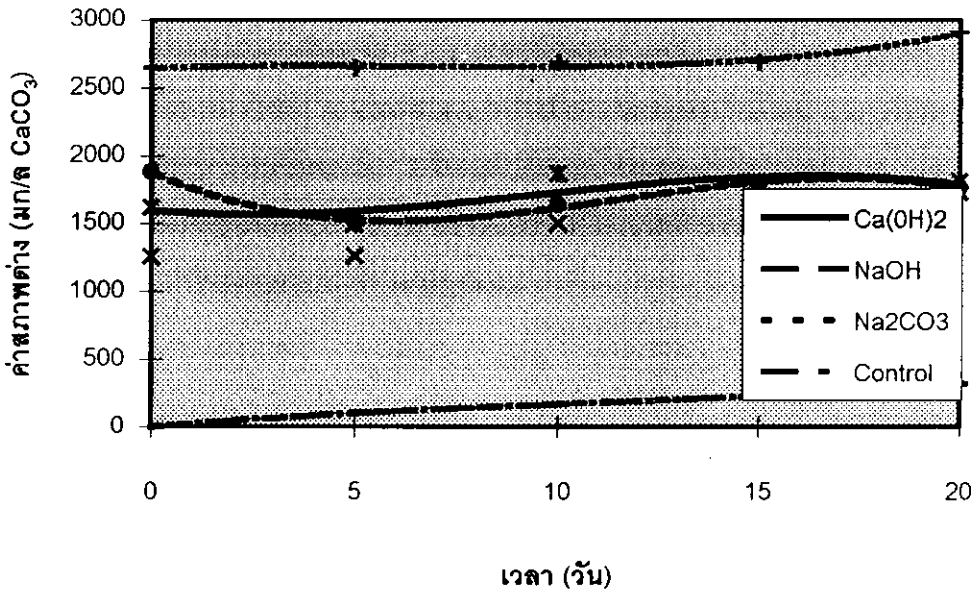
เริ่มต้น แต้น้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ จะมีค่าของแข็งแขวนลอยเพิ่มขึ้นเหมือนกับกรณีน้ำเสียพีเอชสูง ทั้งนี้เพราะ Ca^{2+} จะเกิดปฏิกิริยากับ CO_3^{2-} เป็น CaCO_3 ค่าของแข็งแขวนลอยหลังการบำบัดทางชีวภาพเป็นเวลา 20 วัน จะมีค่าสูงกว่าในกรณีน้ำเสียที่มีพีเอชสูงเพราะไม่มีการรวมตัว และการตกจมของตะกอนขนาดใหญ่ ส่วนน้ำเสียที่ไม่มีการเติมค่าจะมีปริมาณของแข็งแขวนลอยค่อนข้างคงที่

ค่าสภาพต่าง

ค่าสภาพต่างของน้ำเสียมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการปรับสภาพด้วยค่า โดยปริมาณค่าที่ใช้ในการปรับพีเอช 1 หน่วยต่อ 1 ลิตรของน้ำเสียก็ยังคงอยู่ในช่วงเดียวกับในกรณีของน้ำเสียพีเอช 4.9 และค่าสภาพต่างของน้ำเสียพีเอช 3.7 จะมีค่าสูงกว่าของน้ำเสียพีเอช 4.9 แต่ก็ยังคงสามารถรักษาสภาพต่างได้คงที่ตลอดช่วงการบำบัดคั่งแสดงในรูปที่ 4.10 แสดงว่า ปริมาณค่าที่เติมเพื่อปรับพีเอชให้ค่าสภาพต่างเพียงพอต่อการต้องการของระบบ

ตาราง 4.10 ค่าสภาพต่างของน้ำเสียที่เติมค่าแต่ละชนิด พีเอช เริ่มต้น 3.7 ในเวลา 20 วัน

เวลา(วัน)	ค่าสภาพต่าง(มก/ล CaCO_3)			
	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	NaOH	Na_2CO_3	control
0	1619	1883	2647	0
5	1495	1514	2643	104.7
10	1869	1635	2684	164.5
15	1750	1791	2687	231.9
20	1810	1760	2907	319.4



ภาพประกอบ 4.10 ค่าสภาพด่างของน้ำเสียที่เติมด่างแต่ละชนิด ทีเอช เริ่มต้น 3.7 ในเวลา 20 วัน

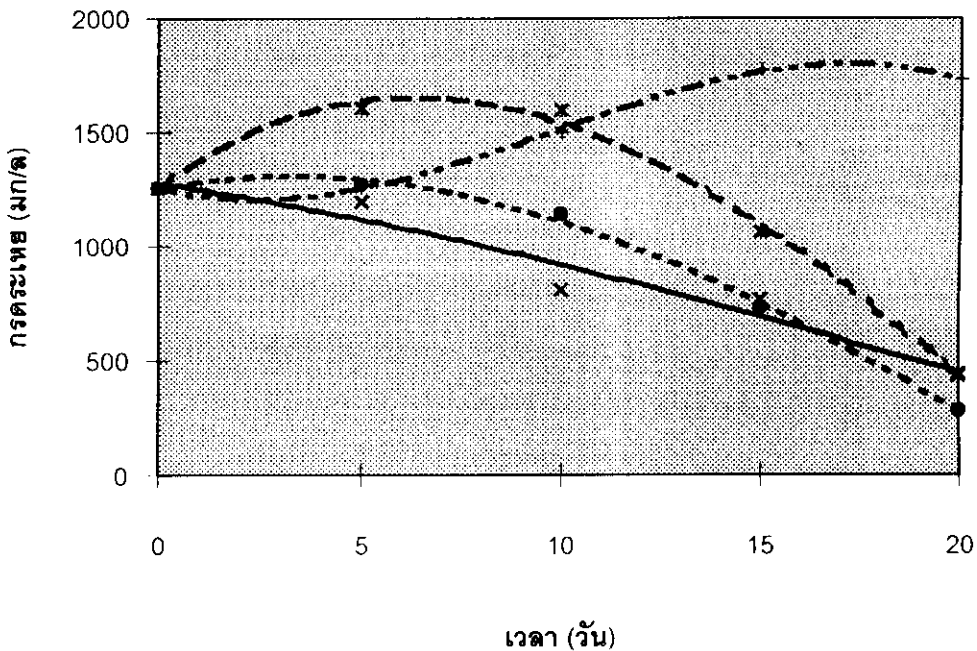
ค่ากรดระเหย

ผลการปรับสภาพพีเอชของน้ำเสียพีเอชเริ่มต้น 3.7 ด้วยค่าขงชนิดต่าง ๆ นั้นพบว่า การปรับพีเอชของน้ำเสียด้วย NaOH ค่ากรดระเหยเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 10 แล้วจึงลดลง ทั้งนี้เกิดจากปฏิกิริยาการสร้าง

ตาราง 4.11 ค่ากรดระเหยของน้ำเสียที่เติมด่างแต่ละชนิด ทีเอช เริ่มต้น 3.7 ในเวลา 20 วัน

เวลา(วัน)	ค่ากรดระเหย (mg/L CaCO ₃)			
	Ca(OH) ₂	NaOH	Na ₂ CO ₃	control
0	1255	1255	1255	1255
5	1192	1601	1271	1260
10	803.7	1593	1141	1502
15	763.9	1058	728.9	1768
20	427.9	441.2	282.5	1725

กรด และมีการสะสมของกรดทำให้การลดค่า BOD,COD ต่ำ ส่วนในกรณีที่ใช้ Na_2CO_3 และ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ นั้นค่าการกระเหยคงที่จนถึง 5 วัน แล้วจึงลดลง แสดงว่าไม่มีการสะสมของกรดระเหย เพราะกรดที่สร้างขึ้นถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการสร้างมีเทน ส่วนน้ำเสียพีเอช 3.7 ที่ไม่มีการเติมค่าปรับพีเอชมีการกระเหยเพิ่มขึ้นจนถึง 15 วัน แล้วจึงคงที่ ดังแสดงในตารางที่ 4.11 ภาพประกอบที่ 4.11 แสดงให้เห็นถึงการขาดกระบวนการสร้างมีเทน เนื่องจากพีเอชต่ำ ไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและมีผลต่อการลดค่า BOD,COD



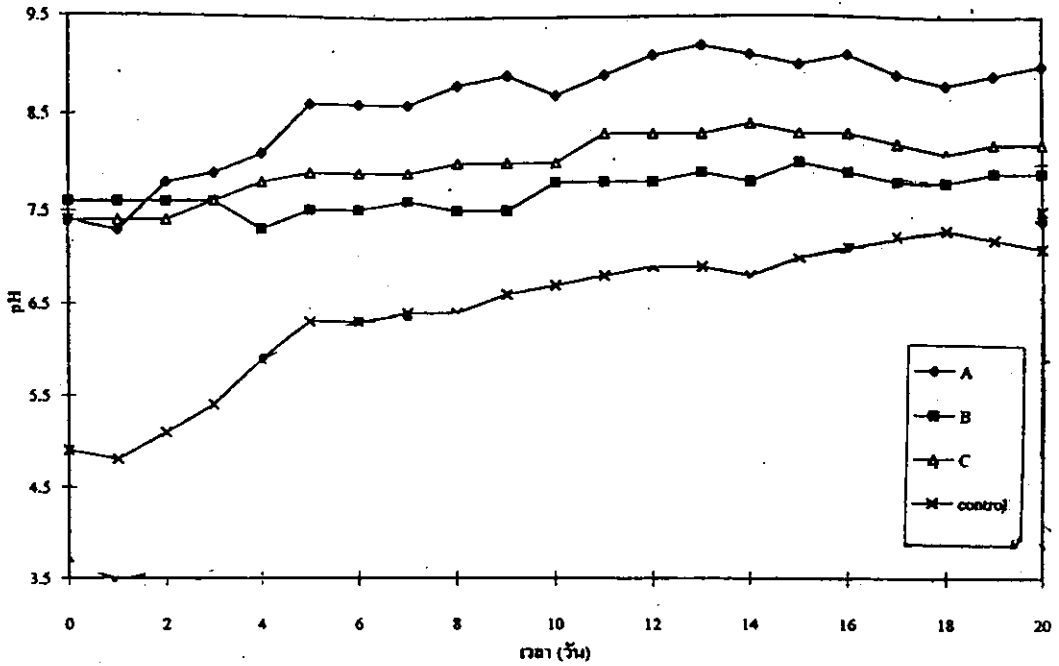
ภาพประกอบ 4.11 ค่าการกระเหยของน้ำเสียที่เติมค่าปรับพีเอช เริ่มต้น 3.7 ในเวลา 20 วัน

พีเอช

น้ำเสียที่มีพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 4.9 เมื่อใช้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับพีเอช พบว่ามีพีเอชคงที่และมีพีเอชสุดท้ายเท่ากับ 7.8 ส่วนน้ำเสียที่เติม NaOH ในการปรับพีเอชแบ่งการเปลี่ยนแปลงพีเอชออกได้ 2 ช่วงคือ ช่วงวันที่ 4-10 มีค่าเฉลี่ย 7.9 ช่วงวันที่ 11-20 มีค่าเฉลี่ย 8.3 ส่วนน้ำเสียที่ใช้ Na_2CO_3 ในการปรับพีเอชพบว่าพีเอชมีค่าเพิ่มขึ้นโดยมีพีเอชสุดท้ายเท่ากับ 8.9 ส่วนน้ำเสียที่ไม่มีการเติมค่าปรับพีเอชก็มีแนวโน้มว่ามีพีเอชเพิ่มขึ้นโดยในวันที่ 15 มีค่าพีเอชประมาณ 7 และในวันที่ 20 มีค่าพีเอชเท่ากับ 7.2 ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.12 และภาพประกอบที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่า พีเอชของน้ำเสีย(พีเอชเริ่มต้น 4.9) ที่เวลาต่างๆภายหลังการปรับพีเอชด้วยค่าชนิดต่างๆ

เวลา(วัน)	พีเอช			
	Ca (OH) ₂	Na ₂ CO ₃	NaOH	Control
0	7.4	7.6	7.4	4.9
1	7.3	7.6	7.4	4.8
2	7.8	7.6	7.4	5.1
3	7.9	7.6	7.6	5.4
4	8.1	7.3	7.8	5.9
5	8.6	7.5	7.9	6.3
6	8.6	7.5	7.9	6.3
7	8.6	7.6	7.9	6.4
8	8.8	7.5	8	6.4
9	8.9	7.5	8	6.6
10	8.7	7.8	8	6.7
11	8.9	7.8	8.3	6.8
12	9.1	7.8	8.3	6.9
13	9.2	7.9	8.3	6.9
14	9.1	7.8	8.4	6.8
15	9	8	8.3	7
16	9.1	7.9	8.3	7.1
17	8.9	7.8	8.2	7.2
18	8.8	7.8	8.1	7.3
19	8.9	7.9	8.2	7.2
20	9	7.9	8.2	7.1
21	8.8	7.9	8.2	7.2
22	8.9	7.9	8.2	7.2
23	8.9	7.9	8.2	7.2
24	9	7.9	8.2	7.2
25	9	7.9	8.2	7.2



ภาพประกอบ 4.12 ค่า พีเอชของน้ำเสีย(พีเอชเริ่มต้น 4.9) ที่เวลาต่างๆภายหลังการปรับพีเอชด้วย
 ต่างชนิดต่างๆ

A = น้ำเสียที่เติม Na_2CO_3

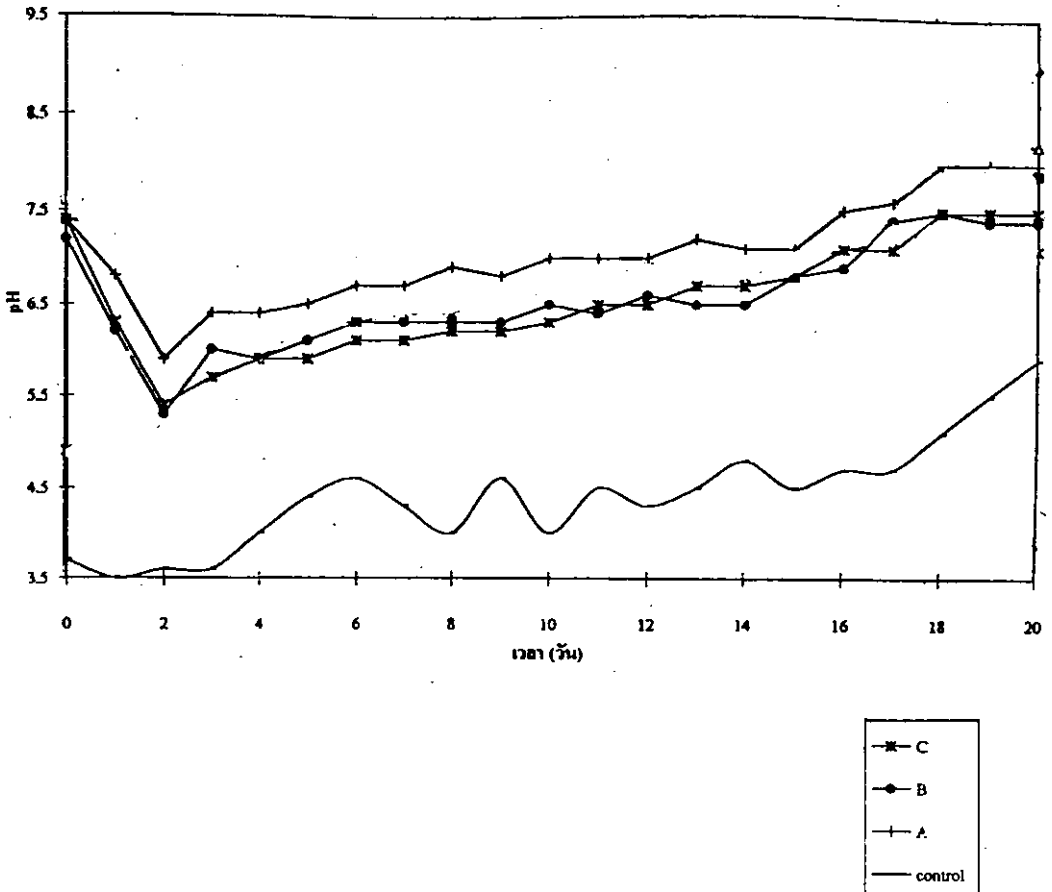
B = น้ำเสียที่เติม NaOH

C = น้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$

น้ำเสียที่มีพีเอชเริ่มต้น 3.7 หลังเติมต่างชนิดต่าง ๆ ปรับพีเอช พบว่า จะมีพีเอชลดต่ำลงอย่างชัดเจน
 แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้น โดยน้ำเสียที่เติม Na_2CO_3 รักษาระดับพีเอชได้ดีกว่าต่างอีก 2 ชนิด ดังแสดงใน
 ตาราง 4.13 และภาพประกอบ 4.13 ส่วนน้ำเสียที่ไม่มีการปรับพีเอชพบว่าระบบมีแนวโน้มที่จะมีพี
 เอชสูงขึ้นในช่วง 6-17 วัน มีค่าพีเอชเฉลี่ย 4.5 และวันที่ 20 มีพีเอชเท่ากับ 5.9

ตารางที่ 4.13 ค่า พีเอชของน้ำเสียที่มี พีเอชเริ่มต้น 3.7 ภายหลังจากการปรับพีเอชด้วยต่างชนิดต่างๆ

เวลา(วัน)	พีเอช			
	Ca (OH) ₂	Na ₂ CO ₃	NaOH	Control
0	7.4	7.4	7.4	3.7
1	6.8	6.4	6.3	3.5
2	5.9	5.2	5.4	3.6
3	6.4	5.9	5.7	3.6
4	6.4	6	5.9	4
5	6.5	6.2	5.9	4.4
6	6.7	6.3	6.1	5.6
7	6.7	6.5	6.1	4.3
8	6.9	6.5	6.2	4
9	6.8	6.7	6.2	4.6
10	7	6.6	6.3	4
11	7	6.7	6.5	4.5
12	7	6.8	6.5	4.3
13	7.2	6.7	6.7	4.5
14	7.1	6.8	6.7	4.8
15	7.1	7.2	6.8	4.5
16	7.5	7.6	7.1	4.7
17	7.6	7.3	7.1	4.7
18	8	7.4	7.5	5.1
19	8	7.4	7.5	5.5
20	8	7.4	7.5	5.9



ภาพประกอบที่ 4.13 ค่า พีเอชของน้ำเสีย(พีเอชเริ่มต้น 3.7) ที่เวลาต่างๆภายหลังการปรับพีเอชด้วย
ต่างชนิดต่างๆ

A = น้ำเสียที่เติม Na_2CO_3

B = น้ำเสียที่เติม NaOH

C = น้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$

4.3 พีเอชเริ่มต้นที่เหมาะสมในการบำบัดแบบไร้อากาศ

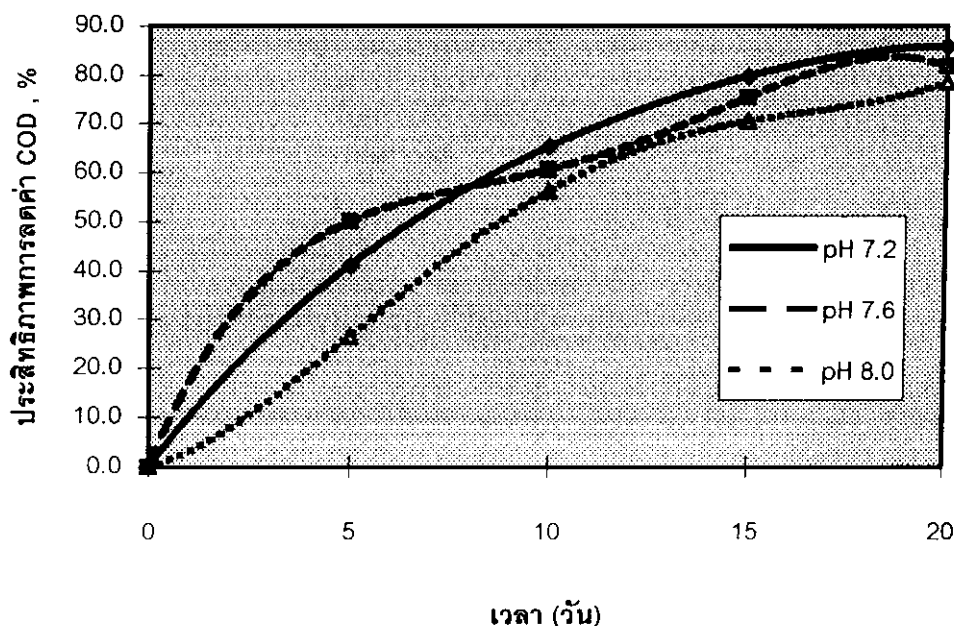
การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดแบบไร้อากาศของน้ำเสียที่เติมต่างแต่ละชนิดที่ พีเอช
7.2, 7.6 และ 8.0 ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. พีเอชเริ่มต้นที่เหมาะสมในการบำบัดแบบไร้อากาศโดยใช้ Na_2CO_3

น้ำเสียก่อนเติมด่างมีค่า COD 7052 มก/ล, BOD 4278 มก/ล, ค่าสภาพด่าง 711.7 มก/ล, กรดระเหย 1428 มก/ล, พีเอช เริ่มต้น 5.0 ที่เวลาในการบำบัด 20 วัน การลดค่า COD, BOD ของน้ำเสียทั้งสาม มีค่าใกล้เคียงกัน อัตราส่วนระหว่าง volatile acid กับ alkalinity มีค่าต่ำกว่า 0.4 น้ำเสียที่ปรับ พีเอช เริ่มต้นเท่ากับ 7.2 มีประสิทธิภาพการบำบัดคือน้ำเสีย พีเอช 7.6 และคือน้ำเสียพีเอช 8.0 ดัง แสดงในตาราง 4.14, 4.15 ภาพประกอบ 4.14, 4.15

ตาราง 4.14 ประสิทธิภาพการลดค่า ซีไอดี ของน้ำเสียที่เติม Na_2CO_3 ปรับ พีเอช

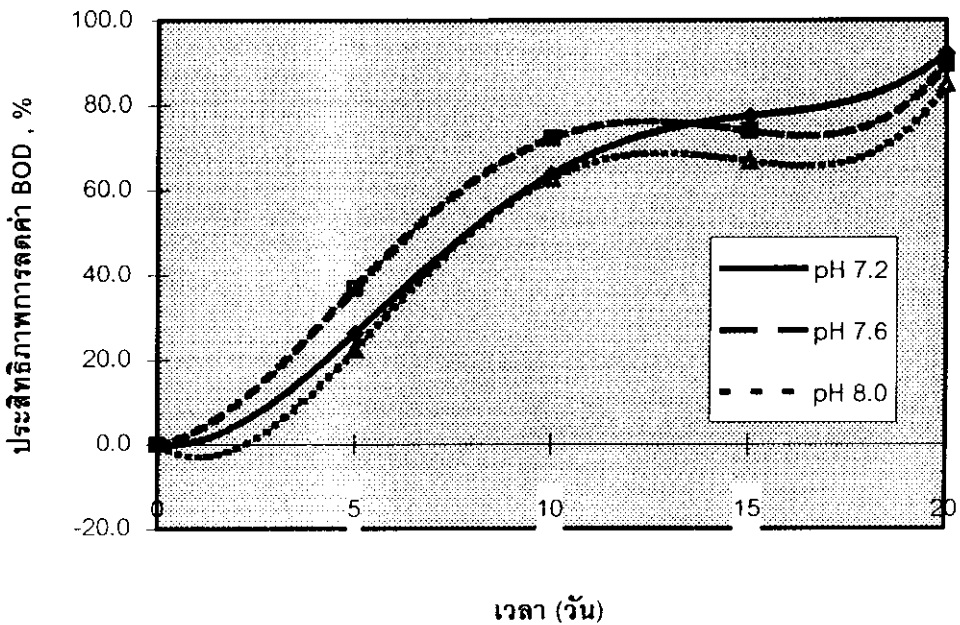
เวลา(วัน)	ประสิทธิภาพการลด ค่าซีไอดี (%)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	0.0	0.0	0.0
5	41.03	50.01	26.38
10	65.14	60.54	56.13
15	79.73	75.37	70.44
20	85.88	81.74	78.50



ภาพประกอบ 4.14 ประสิทธิภาพการลดค่า ซีไอดี ของน้ำเสียที่เติม Na_2CO_3 ปรับ พีเอช

ตาราง 4.15 ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี ของน้ำเสีย หลัง ปรับพีเอชต่างๆด้วย Na_2CO_3

เวลา(วัน)	ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี (%)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	0.0	0.0	0.0
5	26.22	36.79	22.36
10	63.73	72.30	62.82
15	77.49	73.93	66.83
20	92.20	89.63	84.83

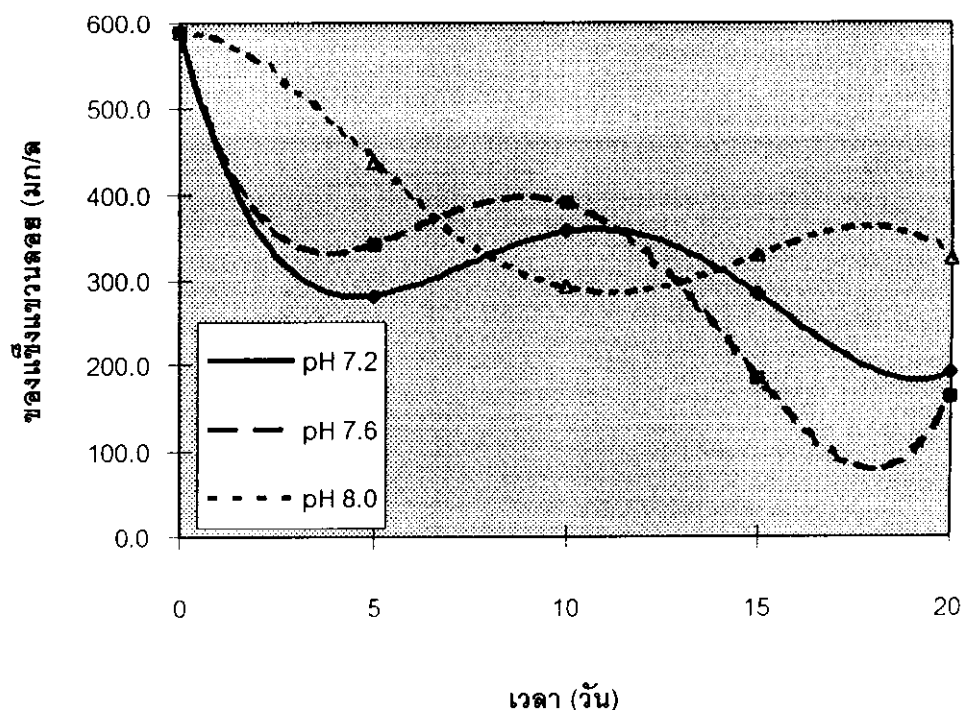


ภาพประกอบ 4.15 ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี ของน้ำเสียหลัง ปรับพีเอชต่างๆด้วย Na_2CO_3

ตาราง 4.16 ประสิทธิภาพการลดค่าของแข็งแขวนลอย ของน้ำเสียหลัง ปรับพีเอชต่างๆด้วย Na_2CO_3

เวลา(วัน)	ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี (%)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	588.0	588.0	588.0
5	280.8	340.6	437.3
10	356.2	389.5	290.7
15	281.8	182.5	328.1
20	190.8	162.8	324.0

ค่า Na_2CO_3 สามารถลดค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียได้ ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียภายหลังการบำบัดน้อยกว่าค่าเริ่มต้น น้ำเสีย พีเอช 8.0 มีค่าของแข็งแขวนลอยค่อนข้างคงที่ใน 10 วันสุดท้าย น่าจะมีผลมาจากอัตราการทำงานของแบคทีเรียทำให้ค่าของแข็งแขวนลอยสูงกว่าตัวอื่น

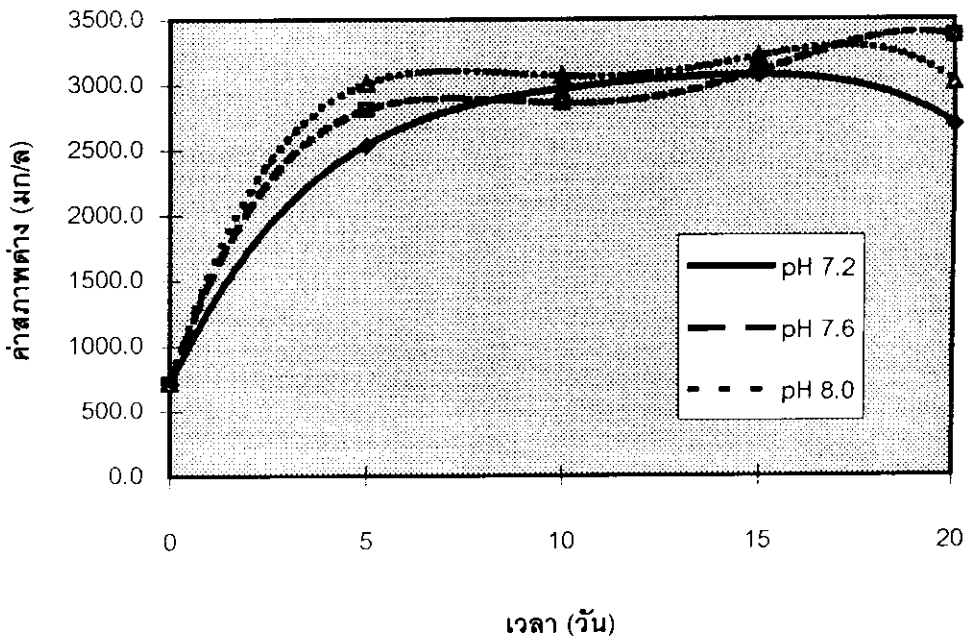


ภาพประกอบ 4.16 ประสิทธิภาพการลดค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียหลังปรับพีเอชต่างๆด้วย Na_2CO_3

ค่าสภาพค่างของน้ำเสียทุกชุดมีค่าคงที่ตลอดเวลาของการบำบัด 20 วัน แสดงว่าระบบมีความจุเท่ากัน จำนวนโมลของค่างที่ใช้แปรผันกับ พีเอช ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นน้ำเสีย พีเอช 8.0 จึงมีสภาพค่างสูงสุด แต่ประสิทธิภาพการบำบัดน้อยที่สุด แสดงว่าการมีความจุบัฟเฟอร์สูงในระบบ ทำให้การเปลี่ยนแปลง พีเอช จากกระบวนการสร้างกรดหรือมีเทนมีน้อย ความเสถียรภาพของระบบสูงแต่ พีเอช 8.0 ค่อนข้างเป็นค่างไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการใช้สารอาหารของแบคทีเรีย ทำให้มีประสิทธิภาพการบำบัดค่างวน้ำเสียที่มี พีเอช เป็นกลาง

ตาราง 4.17 ค่าสภาพค่างของน้ำเสียหลัง ปรับพีเอชต่างๆด้วย Na_2CO_3

เวลา(วัน)	ค่าสภาพค่าง (มก/ล CaCO_3)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	711.7	711.7	711.7
5	2535	2808	3008
10	2966	2858	3068
15	3072	3098	3215
20	2692	3370	3015

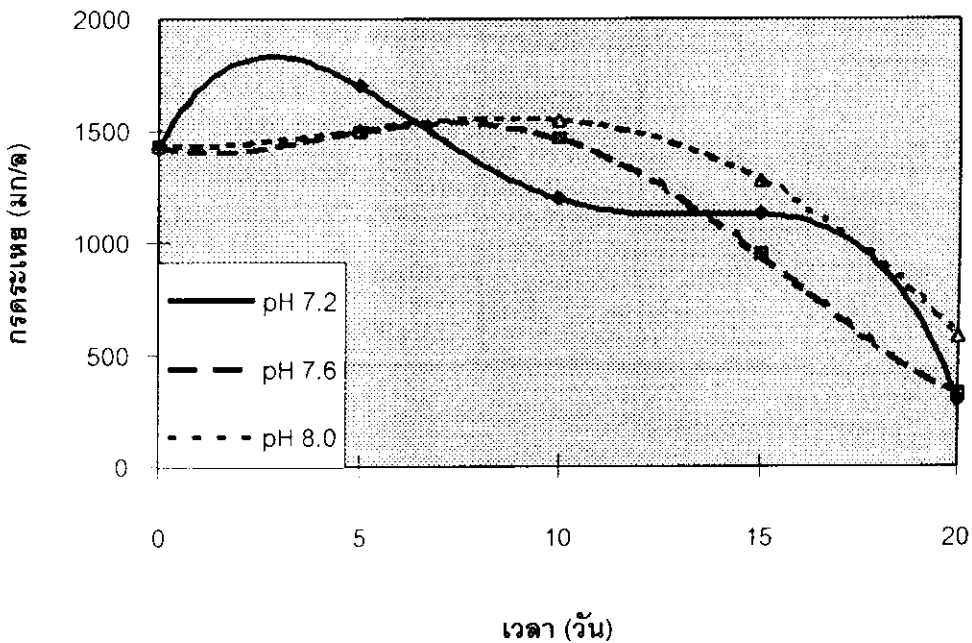


ภาพประกอบ 4.17 ค่าสภาพค่างของน้ำเสียหลัง ปรับพีเอชต่างๆด้วย Na_2CO_3

การมีบัฟเฟอร์เพียงพอต่อความต้องการของระบบทำให้ไม่พบการสะสมของปริมาณกรดระเหย สุดท้ายภายหลังการบำบัดค่ากรดระเหยลดลงจากเริ่มต้นอย่างเห็นได้ชัด น้ำเสีย พีเอช 8.0 ปริมาณกรดค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 15 แสดงว่ากรดระเหยถูกใช้ไปน้อย สอดคล้องกับประสิทธิภาพการลดค่า COD, BOD ที่มีค่าต่ำกว่าตัวอื่น

ตาราง 4.18 ค่ากรดระเหยของน้ำเสียหลัง ปรับพีเอชต่างๆด้วย Na_2CO_3

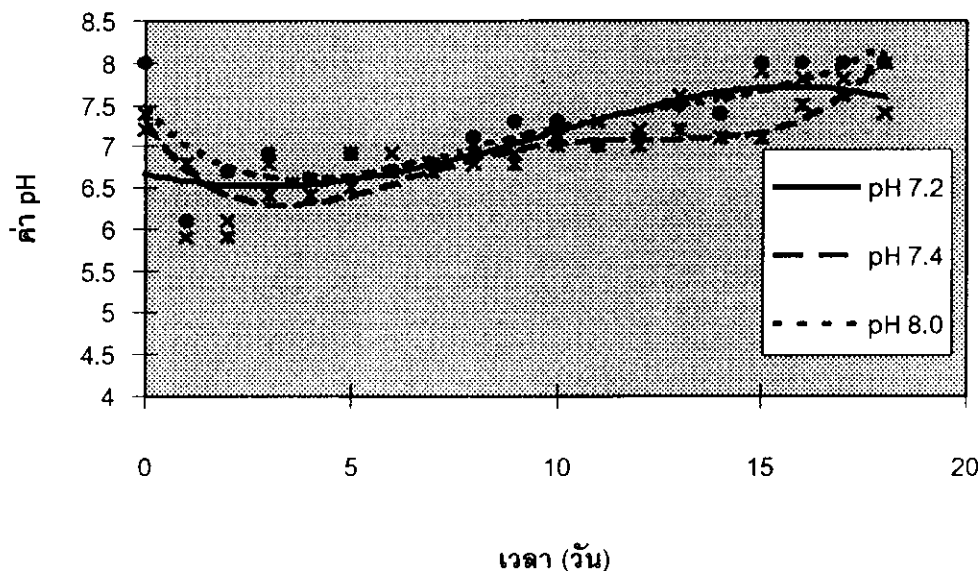
เวลา(วัน)	ค่ากรดระเหย (มก/ล CaCO_3)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	1424	1428	1428
5	1694	1492	1503
10	1192	1462	1546
15	1124	943	1280
20	294	331	581



ภาพประกอบ 4.18 ค่ากรดระเหยของน้ำเสียหลังปรับพีเอชต่างๆด้วย Na_2CO_3

ตาราง 4.19 การเปลี่ยนแปลง พีเอช ของน้ำเสียหลังปรับพีเอชต่างๆด้วย Na_2CO_3

เวลา (วัน)	พีเอช		
0.0	7.2	7.4	7.6
1.0	5.9	6.8	6.1
2.0	6.1	5.9	6.7
3.0	6.8	6.4	6.9
4.0	6.6	6.4	6.6
5.0	6.9	6.5	6.9
6.0	6.9	6.7	6.7
7.0	6.8	6.7	6.8
8.0	6.8	6.9	7.1
9.0	6.9	6.8	7.3
10.0	7.1	7.0	7.3
11.0	7.3	7.0	7.0
12.0	7.2	7.0	7.1
13.0	7.6	7.2	7.5
14.0	7.6	7.1	7.4
15.0	7.9	7.1	8.0
16.0	7.8	7.5	8.0
17.0	7.8	7.6	8.0
18.0	7.4	8.0	8.0



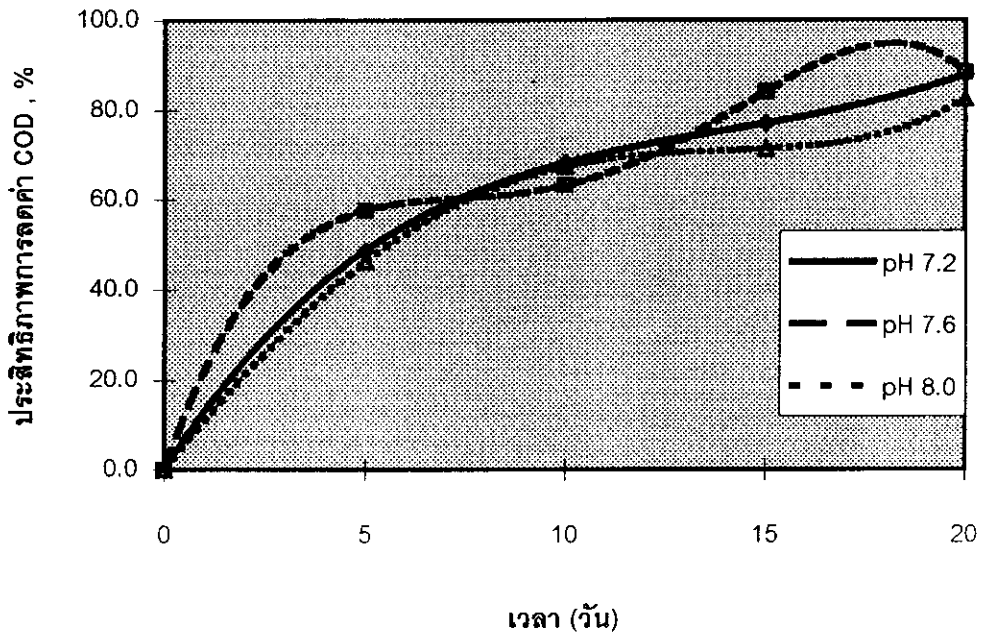
ภาพประกอบ 4.19 พีเอช ของน้ำเสียหลังปรับพีเอชต่างๆด้วย Na_2CO_3

ตาราง 4.20 ประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี ของน้ำเสียที่เติม NaOH ปรับ พีเอช

เวลา(วัน)	ประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี (%)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	0.0	0.0	0.0
5	48.70	57.64	46.20
10	68.26	63.25	67.45
15	76.98	84.08	71.39
20	87.68	88.28	82.48

2. พีเอชเริ่มต้นที่เหมาะสมในการบำบัดแบบไร้อากาศโดยใช้ NaOH

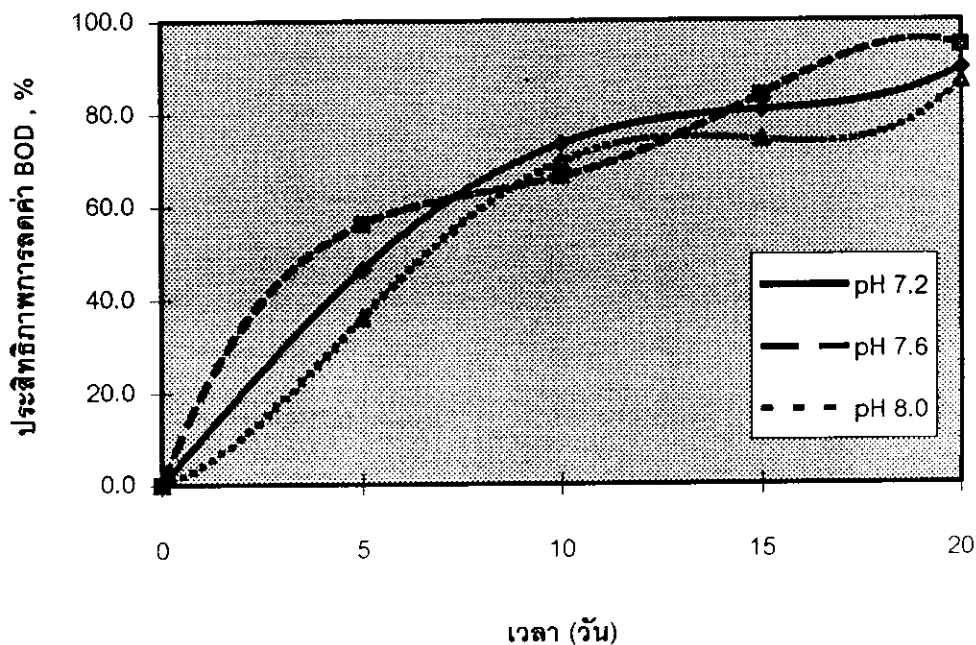
น้ำเสียก่อนเติมด่างมีค่า COD 7052 มก/ล, BOD 4278 มก/ล, ค่าสภาพด่าง 711.7 มก/ล, กรดระเหย 1428 มก./ล, พีเอช เริ่มต้น 5.0 ที่เวลาในการบำบัด 20 วัน การลดค่า COD, BOD ของน้ำเสียทั้งสามมีค่าใกล้เคียงกัน อัตราส่วนระหว่าง volatile acid กับ alkalinity มีค่าต่ำกว่า 0.4 น้ำเสียที่ปรับ พีเอช เริ่มต้นเท่ากับ 7.6 มีประสิทธิภาพการบำบัดดีกว่าน้ำเสีย พีเอช 7.2 และดีกว่าน้ำเสียพีเอช 8.0 ดังแสดงในตาราง 4.20, 4.21 ภาพประกอบ 4.20, 4.21



ภาพประกอบ 4.20 ประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดีของน้ำเสียที่เติม NaOH ปรับพีเอช

ตาราง 4.21 ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี ของน้ำเสียที่เติม NaOH ปรับ พีเอช

เวลา(วัน)	ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี (%)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	0.0	0.0	0.0
5	46.44	56.16	35.99
10	73.54	66.53	69.74
15	80.81	84.00	74.36
20	89.55	94.50	86.88

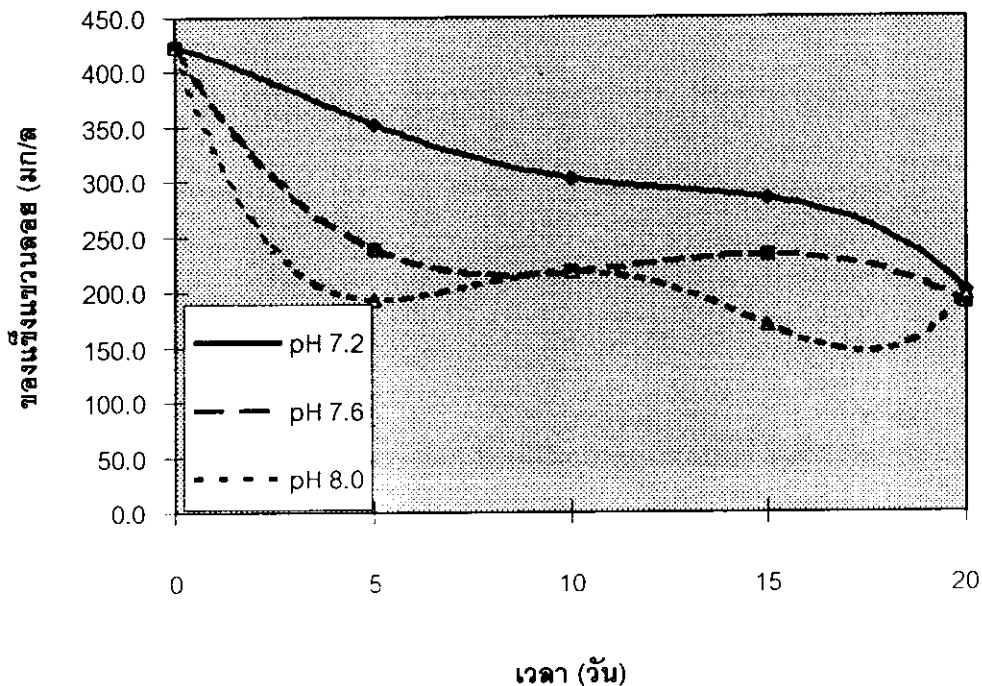


ภาพประกอบ 4.21 ประสิทธิภาพการลดค่าบีโอดีของน้ำเสียที่เติม NaOH ปรับ พีเอช

ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียที่มีการปรับพีเอชทั้งสามค่ามีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างคั่งแสดงในภาพประกอบ 4.22

ตาราง 4.22 ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียที่เติม NaOH ปรับ พีเอช

เวลา(วัน)	ค่าของแข็งแขวนลอย (มก/ล)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	422.7	422.7	422.7
5	352.4	239.3	194.2
10	303.0	218.1	218.4
15	284.0	233.4	169.4
20	201.3	189.7	197.2

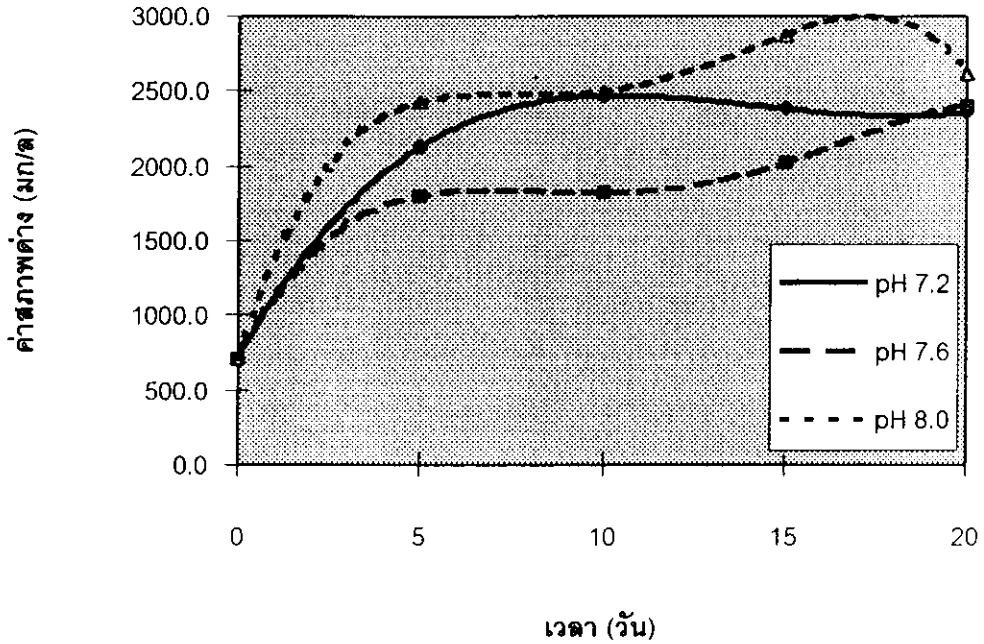


ภาพประกอบ 4.22 ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียที่เติม NaOH ปรับ พีเอช

ตาราง 4.23_ ค่าสภาพค่างของน้ำเสียที่เติม NaOH ปรับ พีเอช

เวลา(วัน)	ค่าสภาพค่าง (mg/L CaCO ₃)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	711.7	711.7	711.7
5	2126	1800	2422
10	2467	1819	2494
15	2378	2020	2872
20	2351	2400	2615

ค่าสภาพค่างของน้ำเสียที่มีการปรับค่าพีเอชทั้ง 3 ค่านั้นมีค่าคงที่ตลอด 20 วัน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.23 แสดงว่าปริมาณกรดระเหยไม่มีผลไปลดค่าสภาพค่าง

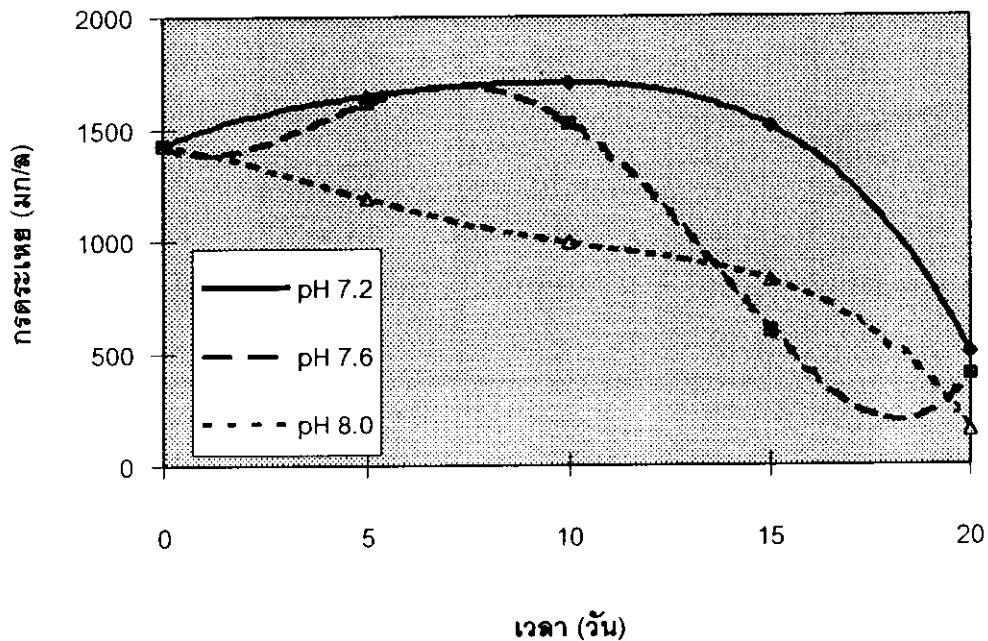


ภาพประกอบ 4.23 ค่าสภาพต่างของน้ำเสียที่เติม NaOH ปรับ พีเอช

ตาราง 4.24 ค่าการกระเหยของน้ำเสียที่เติม NaOH ปรับ พีเอช

เวลา(วัน)	ค่าการกระเหย (มก/ล CaCO ₃)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	1428	1428	1428
5	1647	1612	1188
10	1708	1528	990
15	1510	598	825
20	496.1	397.5	150.0

การเปลี่ยนแปลงปริมาณการกระเหยของน้ำเสียที่แสดงในภาพประกอบที่ 4.24 พบว่าน้ำเสียที่มีการปรับพีเอชเป็น พีเอช 7.2 มีค่าการกระเหยเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 15 แล้วลดลงปริมาณการกระเหยของน้ำเสีย พีเอช 7.6 มีค่าเพิ่มขึ้นถึงวันที่ 10 แล้วลดลง ปริมาณการกระเหยของน้ำเสีย พีเอช 8.0 มีค่าลดลงตลอดช่วง 20 วัน

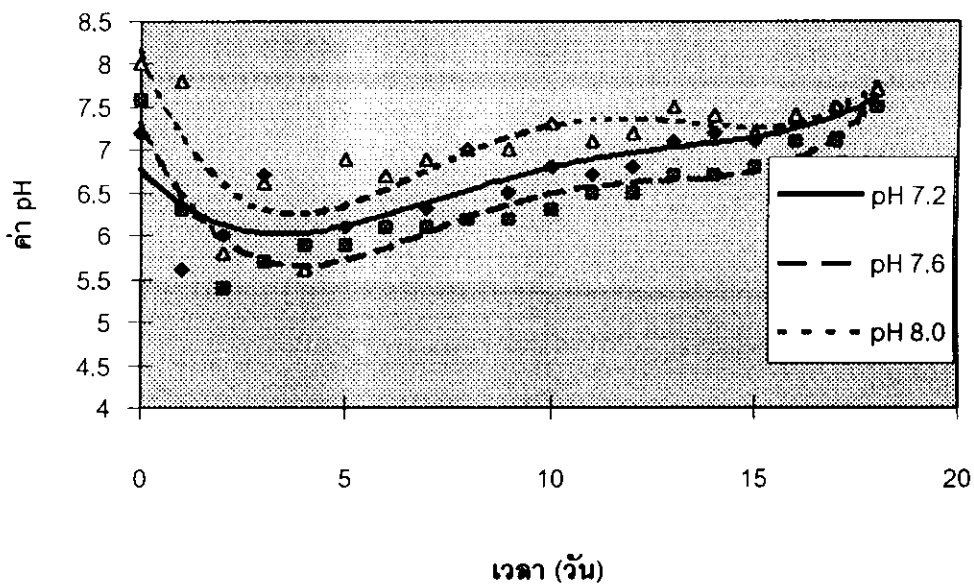


ภาพประกอบ 4.24 ค่ากรกระเหยของน้ำเสียที่เติม NaOH ปรับ พีเอช

ตาราง 4.25 การเปลี่ยนแปลง พีเอช ของน้ำเสีย หลังการปรับ พีเอช โดยใช้ NaOH

เวลา (วัน)	พีเอช		
	7.2	7.6	8.0
0.0	7.2	7.6	8.0
1.0	5.6	6.3	7.8
2.0	6.0	5.4	5.8
3.0	6.7	5.7	6.6
4.0	5.9	5.9	5.6
5.0	6.1	5.9	6.9
6.0	6.1	6.1	6.7
7.0	6.3	6.1	6.9
8.0	7.0	6.2	7.0
9.0	6.5	6.2	7.0
10.0	6.8	6.3	7.3
11.0	6.7	6.5	7.1
12.0	6.8	6.5	7.2

เวลา (วัน)	พีเอช		
	13.0	7.1	6.7
14.0	7.2	6.7	7.4
15.0	7.1	6.8	7.2
16.0	7.3	7.1	7.4
17.0	7.5	7.1	7.5
18.0	7.5	7.5	7.7



ภาพประกอบ 4.25 การเปลี่ยนแปลง พีเอช ของน้ำเสีย หลังการปรับ พีเอช โดยใช้ NaOH

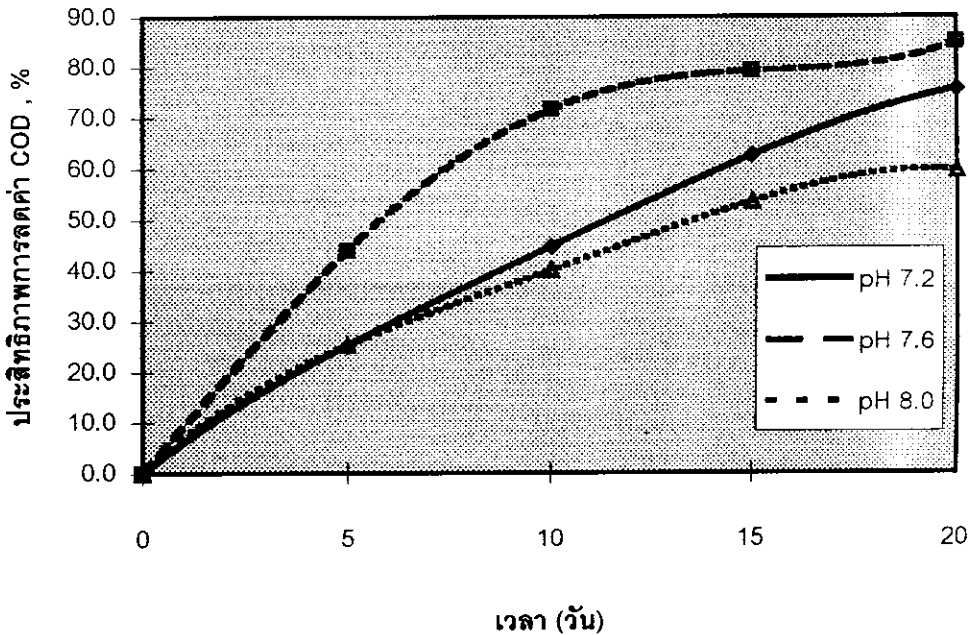
3. พีเอชเริ่มต้นที่เหมาะสมในการบำบัดแบบไร้อากาศโดยใช้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$

น้ำเสียก่อนเติมค่ามีค่า COD 6235 มก./ล, BOD 3944 มก./ล, ค่าสภาพต่าง 265.5 มก./ล CaCO_3 , กรดระเหย 1424 มก./ล CaCO_3 , พีเอชเริ่มต้น 5.0 ที่เวลาในการบำบัด 20 วันน้ำเสียที่ปรับ พีเอช เท่ากับ 7.6 ให้ประสิทธิภาพการบำบัดดีกว่าน้ำเสียพีเอช 7.2 และดีกว่าน้ำเสียพีเอช 8.0 ดังแสดง ในตาราง 4.26, 4.27 และภาพประกอบ 4.26, 4.27

อัตราส่วนของ volatile acid : alkalinity ของน้ำเสียที่มีการปรับพีเอชเป็น 7.6 เท่ากับ 0.16 ของน้ำเสียที่มีการปรับพีเอชเป็น 7.2 และ 8.0 มีค่าเท่ากับ 0.55 และ 0.76 ตามลำดับ อัตราส่วนที่มากกว่า 0.4 แสดงให้เห็นถึงความไม่สมดุลของขั้นตอนการเกิดกรดและการเกิดมีเทน ทำให้มี ประสิทธิภาพการบำบัดน้อยกว่าน้ำเสีย พีเอช 7.6

ตาราง 4.26 ประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี ของน้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับ พีเอช

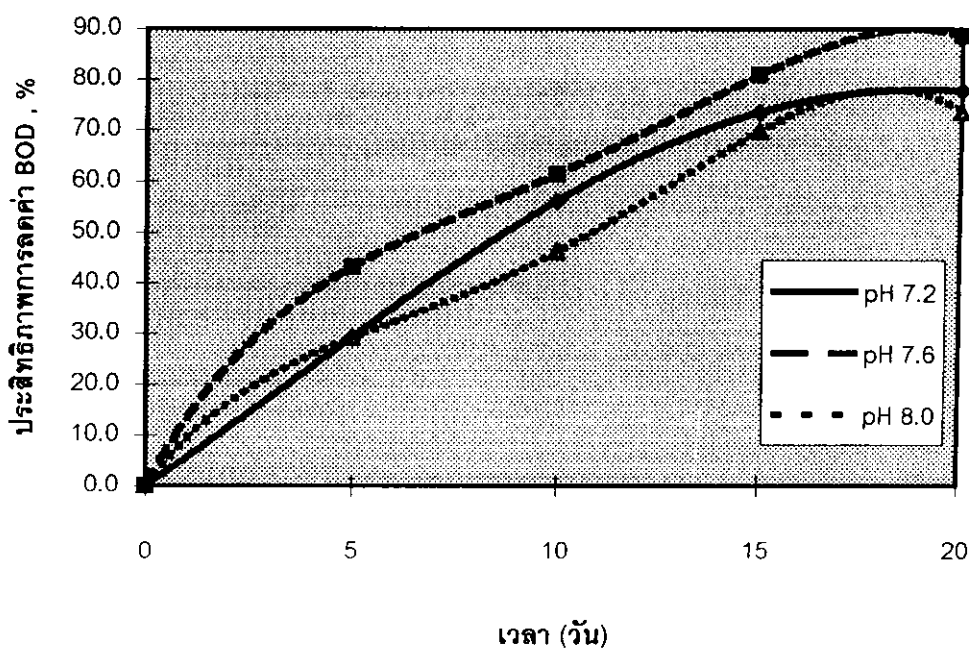
เวลา(วัน)	ประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี (%)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	0.0	0.0	0.0
5	25.28	43.98	25.32
10	44.72	71.65	40.14
15	62.55	79.28	53.58
20	75.62	84.90	59.59



ภาพประกอบ 4.26 ประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี ของน้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับ พีเอช

ตาราง 4.27 ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี ของน้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับ พีเอช

เวลา(วัน)	ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี (%)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	0.0	0.0	0.0
5	29.19	43.22	29.22
10	56.07	61.38	46.14
15	73.49	80.90	69.80
20	77.76	88.58	73.57

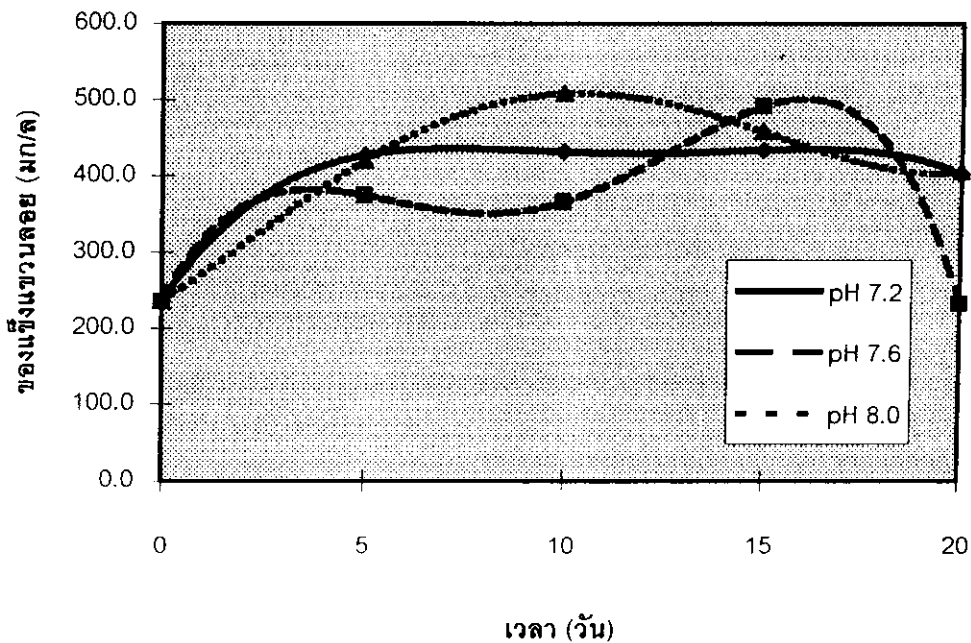


ภาพประกอบ 4.27 ประสิทธิภาพการลดค่า บีโอดี ของน้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับ พีเอช

จากภาพประกอบ 4.28 พบว่าค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสีย พีเอช 7.2 และ 8.0 ไม่แตกต่างกัน แต่น้ำเสีย พีเอช 7.6 สามารถลดค่าของแข็งแขวนลอยได้มากที่สุด

ตาราง 4.28 ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียที่เติม Ca(OH)_2 ปรับ พีเอช

เวลา(วัน)	ค่าของแข็งแขวนลอย (มก/ล)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	235.7	235.7	235.7
5	426.7	374.5	419.5
10	431.4	366.0	508.0
15	433.7	491.3	458.3
20	402.0	233.3	405.5

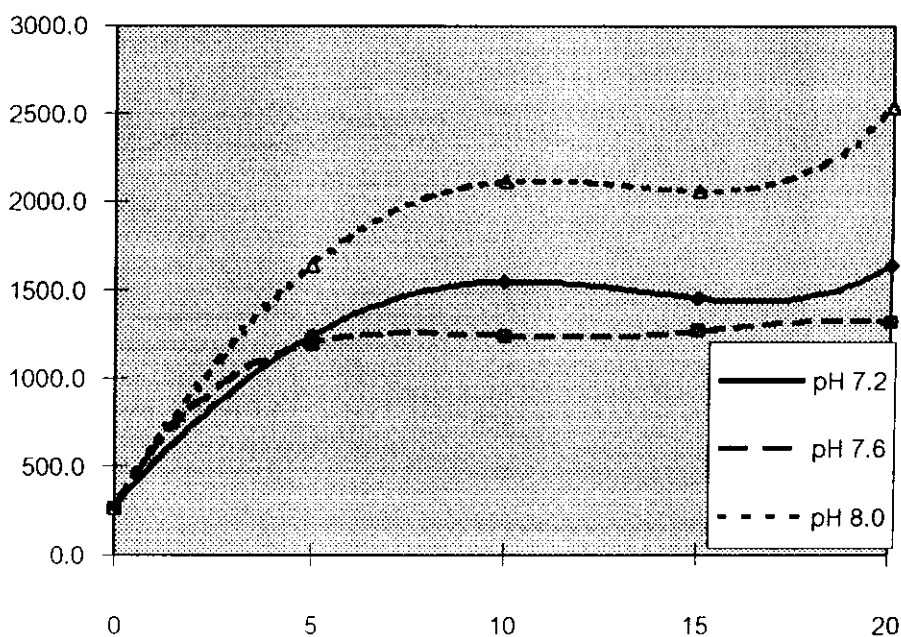


ภาพประกอบ 4.28 ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียที่เติม Ca(OH)_2 ปรับ พีเอช

ค่าสภาพด่างของน้ำเสียทั้ง 3 คอนข้างคังที่ เป็นที่สังเกตุดว่าค่ากรกระเหยของน้ำเสียพีเอช 8.0 ที่เวลา 20 วัน ยังคงมีค่าเท่ากับค่าเริ่มต้น แสดงว่าขั้นตอนการใช้กรคเกิดขึ้นน้อย ในช่วงเวลา 9-15 วัน น้ำเสียพีเอช 8.0 จะมีค่าพีเอช ลดลง

ตาราง 4.29 ค่าสภาพด่างของน้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับ พีเอช

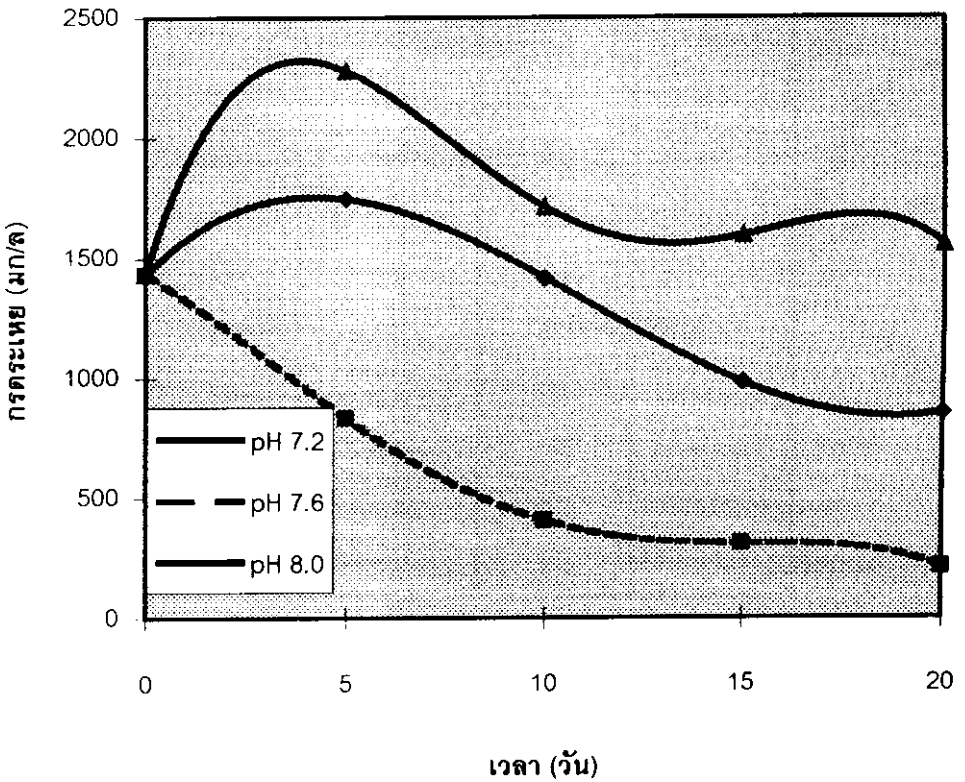
เวลา(วัน)	ค่าสภาพด่าง (มก/ล CaCO_3)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	265.5	265.5	265.5
5	1236	1198	1638
10	1549	1242	2110
15	1455	1268	2059
20	1633	1316	2538



ภาพประกอบ 4.29 ค่าสภาพด่างของน้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับ พีเอช

ตาราง 4.30 ค่าการระเหยของน้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับ พีเอช

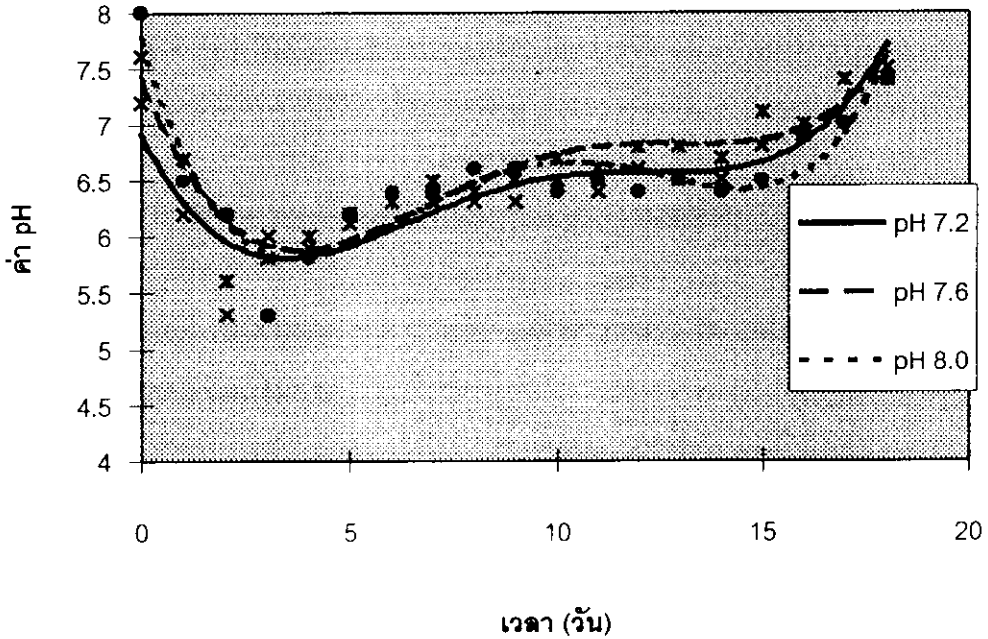
เวลา(วัน)	ค่าการระเหย (มก/ล CaCO_3)		
	พีเอช 7.2	พีเอช 7.6	พีเอช 8.0
0	1432	1432	1432
5	1745	832.5	2276
10	1416	406.2	1711
15	980.4	310.0	1594
20	853.5	210.0	1555.0



ภาพประกอบ 4.30 ค่าการระเหยของน้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับ พีเอช

ตาราง 4.31 การเปลี่ยนแปลง พีเอช ของน้ำเสีย หลังการปรับ พีเอช โดยใช้ Ca(OH)_2

เวลา (วัน)	พีเอช		
0.0	7.2	7.6	8.0
1.0	6.2	6.7	6.5
2.0	5.3	5.6	6.2
3.0	6.0	5.8	5.3
4.0	5.9	6.0	5.8
5.0	6.1	6.2	6.2
6.0	6.3	6.3	6.4
7.0	6.3	6.5	6.4
8.0	6.3	6.4	6.6
9.0	6.3	6.5	6.6
10.0	6.5	6.7	6.4
11.0	6.4	6.6	6.5
12.0	6.6	6.8	6.4
13.0	6.5	6.8	6.5
14.0	6.5	6.7	6.4
15.0	6.8	7.1	6.5
16.0	6.9	7.0	6.9
17.0	7.4	7.4	7.0
18.0	7.5	7.4	7.4



ภาพประกอบ 4.31 พีเอช ของน้ำเสียที่ใช้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับ พีเอช

4.4 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

โดยทั่วไปค่าที่ใช้ในการปรับพีเอชน้ำเสียของโรงงานใช้ปูนขาว ซึ่งมีราคาถูก (ราคา กิโลกรัมละ 2.50 บาท ในรูป commercial grade) แต่มีข้อด้อยคือให้ตะกอนปริมาณมากในกรณีที่ใช้ปรับสภาพน้ำที่มีค่าพีเอชต่ำมากๆ ทำให้เกิดปัญหาการเดินเงินของบ่อและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอกและจากผลการวิจัยพบว่าน้ำเสียที่เติม $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ให้ประสิทธิภาพการบำบัดที่ พีเอช ต่างๆ แตกต่างกันมากกว่าต่าง NaOH ในปัจจุบันปริมาณค่าที่ใช้ขึ้นกับการคาดคะเนและจากประสบการณ์ แต่ พีเอช น้ำเสียที่เข้าบ่อไร้อากาศค่อนข้างไม่คงที่ ทำให้ พีเอช ภายหลังจากเติมค่าไม่คงที่ สูงหรือต่ำขึ้นกับ พีเอช น้ำเสียที่ออกจากบ่อดังกล่าว ความไม่สม่ำเสมอของ พีเอช น้ำเสียมีผลต่อความเสถียรของระบบและต่าง $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ให้ประสิทธิภาพการบำบัดต่ำกว่าต่าง NaOH

การเลือกใช้ NaOH แทน $\text{Ca}(\text{OH})_2$ อาจเป็นทางเลือกหนึ่งของการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางชัน ได้ทำการศึกษเปรียบเทียบในเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างการใช้ปูนขาว (CaO) และโซดาไฟ (NaOH) พบว่าปูนขาวในรูป commercial grade มีเปอร์เซ็นต์ของ CaO อยู่เฉลี่ยเท่ากับ 81.47% (ตารางผนวก)

ราคาปูนขาวกิโลกรัมละ 2.50 บาท

และความต้องการ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ เฉลี่ย 4.2 มิลลิโมล/ล

คิดเป็น $\text{CaO} = 4.2 \times 56 = 235.2$ มก/ล

ได้จากปูนขาว = $235.2 \times 100/81.47 = 288.7$ มก/ล

= 288.7 กรัม/ลบ.ม.

คิดเป็นเงิน = $288.7 \times 10^{-3} \times 2.50 = 0.7$ บาท/ลบ.ม.

โซดาไฟในรูป commercial grade ราคาโลกกรัมละ 20.00 บาท ความต้องการค่า NaOH ในการปรับ พีเอช เท่ากับ 7.5 มิลลิโมล/ล

คิดเป็น $\text{NaOH} = 7.5 \times 40 = 300$ มก/ล

คิดเป็นเงิน = $300 \times 10^{-3} \times 20.00 = 6.0$ บาท/ลบ.ม.

โซดาไฟ (NaOH) มีราคาแพงกว่าปูนขาวมาก [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] การเลือกใช้ NaOH ยังไม่มีความคุ้มค่าทางปฏิบัติ

4.5 ระบบบำบัดของน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางชั้น

Frederic และ Makram กล่าวว่า สารละลายบัฟเฟอร์ที่สำคัญที่มีอยู่ในน้ำเสียที่ใช้วิธีการบำบัดทางชีวภาพประกอบด้วย ความดันย่อย(partial pressure) CO_2 , กรดระเหย (volatile acid), ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย(ammonia - nitrogen), ซัลไฟด์(sulfide) และ ฟอสเฟต (phosphate) ระบบบำบัดแบบไร้อากาศที่มีประสิทธิภาพควรมีพีเอชเป็นกลาง แต่น้ำเสียที่เข้าระบบมีพีเอชเป็นกรด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับพีเอชให้เป็นกลางเสียก่อน สมการสมดุลกรดเบสทั่วไปไม่สามารถคำนวณปริมาณค่าที่ต้องการได้ เนื่องจากน้ำเสียนั้นประกอบด้วยสารละลายที่ทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า บัฟเฟอร์ การศึกษาระบบบัฟเฟอร์ที่มีอยู่ในน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้นจึงเป็นที่มาของข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณปริมาณค่าที่ใช้ในการปรับพีเอชต่อไป ในการศึกษาาระบบบัฟเฟอร์ที่กล่าวถึงนี้เริ่มด้วยการเก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าบ่อไร้อากาศ แล้วทำการวิเคราะห์ปริมาณสารละลายที่เกี่ยวข้องกับความเป็นบัฟเฟอร์ โดยทำการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนมกราคม ถึงกันยายน พบว่า มีค่าสภาพต่างในช่วง 2.637-27.78 มิลลิโมล/ล ของ H^+ , CO_2 partial pressure 0.027-0.130 atm กรดอะซิติก 8.150-19.32 มิลลิโมล/ล แอมโมเนียไนโตรเจน 1.645-12.02 มิลลิโมล/ล ฟอสเฟต 0.592-1.841 มิลลิโมล/ล ดังแสดงในตารางที่ 4.32

ตาราง 4.32 ปริมาณสารละลายที่มีอยู่ในน้ำเสียก่อนเข้าบ่อไร้อากาศ

ความเป็นเบส (มิลลิโมล/ล H ⁺)	พีเอช	P _{CO2} (บรรยากาศ)	acetic acid (มิลลิโมล/ล)	sulfide (มิลลิโมล/ล)	NH ₃ -N (มิลลิโมล/ล)	phosphate (มิลลิโมล/ล)
3.5000	4.3	0.087	13.28	0.3725	3.412	1.0416
5.9375	4.9	0.037	8.81	0.4844	1.645	2.153
2.9000	4.3	0.072	12.41	0.7556	4.072	0.592
5.2165	4.4	0.103	15.56	1.5703	4.205	0.686
5.3167	4.5	0.083	10.48	0.9903	3.933	0.885
4.7500	4.5	0.076	8.48	1.6329	2.317	0.913
8.4500	4.8	0.069	9.94	1.3275	3.839	0.866
5.4170	4.7	0.059	9.22	1.3259	1.662	1.058
11.5170	5.2	0.040	12.05	1.259	3.968	0.879
7.3000	4.8	0.061	8.15	1.5266	3.914	0.738
8.0330	4.9	0.055	10.35	1.5209	4.360	0.774
4.8500	4.4	0.087	17.42	0.7659	5.464	1.590
13.5875	5.1	0.053	11.81	0.8962	3.420	1.454
5.2500	4.3	0.130	16.72	0.9131	6.990	0.731
16.6670	5.2	0.052	16.08	1.1516	5.238	0.630
14.2320	5.0	0.070	15.79	0.99	5.955	2.104
1.4000	4.1	0.055	14.96	0.7391	7.529	1.729
24.2500	6.0	0.012	15.15	0.4816	7.620	1.237
27.7833	5.7	0.027	19.32	0.6916	6.790	1.841
15.5875	5.1	0.061	17.9	0.6759	12.016	1.675
14.0833	4.9	0.088	15.35	0.5659	8.673	1.306
8.8750	4.8	0.069	12.22	0.8025	7.702	0.696
6.6500	4.5	0.104	16.95	0.8336	6.952	1.106
9.8330	4.7	0.092	14.52	0.5456	4.928	1.191

ความเป็นเบส (มิลลิโมล/ล H ⁺)	พีเอช	P _{CO2} (บรรยากาศ)	acetic acid (มิลลิโมล/ล)	sulfide (มิลลิโมล/ล)	NH ₃ -N (มิลลิโมล/ล)	phosphate (มิลลิโมล/ล)
2.63750	4.2	0.082	12.88	0.5494	5.188	1.348
11.3833	4.9	0.071	16.65	0.6825	4.045	1.458
4.0333	4.3	0.100	12.32	0.6444	4.116	1.009
4.7750	4.5	0.075	12.80	0.5722	3.877	1.484
5.9160	4.5	0.092	11.48	0.5303	2.542	1.313

4.6 การตรวจสอบแบบจำลองของ Frederick และ Makram (1980)

แบบจำลองสมดุลของ Frederick และ Makram (1980) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพด่างกับสารละลายบัฟเฟอร์และ พีเอช ดังแสดงในสมการ (2.26) เพื่อทำการตรวจสอบแบบจำลองได้เตรียมสารละลายจำลองขึ้น ทำการวัดค่าสภาพด่างและวัด พีเอช นำค่าที่ได้แทนในสมการ (4.1), (4.2), (4.3) และ(4.4) ตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก

$$\begin{aligned}
 [\text{Alk}] = & \frac{K_H K_{C1} P_{\text{CO}_2}}{[\text{H}^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{C2}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{C_a}{\left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_a} + 1 \right\}} + \frac{C_s}{\left\{ 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{S1}} + \frac{K_{S2}}{[\text{H}^+]} \right\}} \\
 & \left\{ 1 + 2 \frac{K_{S2}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{C_n}{1 + \frac{K_n [\text{H}^+]}{K_w}} + \frac{C_p}{\left\{ 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{P2}} + \frac{K_{P3}}{[\text{H}^+]} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_{P1} K_{P2}} \right\}} \\
 & \left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_{P2}} + 2 + 3 \frac{K_{P3}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{K_w}{[\text{H}^+]} - [\text{H}^+] \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+]}
 \end{aligned} \tag{2.26}$$

ตาราง 4.33 ค่าสภาพด่างและ พีเอช ของสารละลายแอมโมเนียที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นสารละลาย NH ₃ (โมล/ล)	ค่าสภาพด่าง (โมล/ล H ⁺)X 10 ⁻⁴	พีเอช
0.01	1.09	5.6
0.05	1.635	5.8
0.1	2.18	6.1
0.5	3.27	6.4
1.0	16.35	6.6

$$[\text{Alk}] = \frac{C_n}{1 + \frac{K_n}{K_w} [\text{H}^+]} + \frac{K_w}{[\text{H}^+]} - [\text{H}^+] \left[\frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+]_f} \right] \quad (4.1)$$

ตาราง 4.34 ค่าสภาพด่าง และพีเอช ของสารละลาย H₂CO₃ ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นสารละลาย NH ₃ (โมล/ล)	ค่าสภาพด่าง(โมล/ล H ⁺)X 10 ⁻³	พีเอช
0.0005	54.5	9.0
0.001	1.036	9.1
0.005	4.85	9.9
0.01	9.701	10.1
0.1	47.96	10.9

$$[\text{Alk}] = \frac{K_H K_{c1} P_{\text{CO}_2}}{[\text{H}^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{c2}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{K_w}{[\text{H}^+]} - [\text{H}^+] \left[\frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+]} \right] \quad (4.2)$$

ตาราง 4.35 ค่าสภาพด่างและ พีเอช ของสารละลายผสมระหว่าง H_2CO_3 , H_3PO_4 และ NH_3 ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นสารละลาย NH_3 (โมล/ล)			ค่าสภาพด่าง (โมล/ล H^+) $\times 10^{-4}$	พีเอช
H_2CO_3	H_3PO_4	NH_3		
0.0005	0.0005	0.01	3.179	7.2
0.001	0.001	0.05	5.678	7.4
0.005	0.005	0.1	24.53	7.8
0.01	0.01	0.5	49.05	7.9
0.1	0.05	1.0	231.0	8.0

$$[Alk] = \frac{K_H K_{C1} P_{CO_2}}{[H^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{C2}}{[H^+]} \right\} + \frac{C_n}{1 + \frac{K_n [H^+]}{K_W}} + \frac{C_P}{\left\{ 1 + \frac{[H^+]}{K_{P2}} + \frac{K_{P3}}{[H^+]} + \frac{[H^+]^2}{K_{P1} K_{P2}} \right\}}$$

$$\left\{ \frac{[H^+]}{K_{P2}} + 2 + 3 \frac{K_{P3}}{[H^+]} \right\} + \frac{K_W}{[H^+]} - [H^+] \frac{[H^+]}{[H^+]} \quad (4.3)$$

ตาราง 4.36 ค่าสภาพด่างและ พีเอช ของสารละลายผสมระหว่าง H_2CO_3 , H_3PO_4 , NH_3 และ CH_3COOH ที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นสารละลาย NH_3 (โมล/ล)				ค่าสภาพด่าง (โมล/ล H^+) $\times 10^{-3}$	พีเอช
H_2CO_3	H_3PO_4	NH_3	HAc		
0.0005	0.0005	0.01	0.001	0	4.5
0.001	0.001	0.05	0.005	0	3.8
0.005	0.005	0.1	0.01	3.236	6.1
0.01	0.01	0.5	0.05	3.168	6.1
0.1	0.05	1.0	0.1	14.7	6.3

$$\begin{aligned}
 [\text{Alk}] = & \frac{K_H K_{Cl} P_{CO_2}}{[H^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{C2}}{[H^+]} \right\} + \frac{C_a}{\left\{ \frac{[H^+]}{K_a} + 1 \right\}} + \frac{C_n}{1 + \frac{K_n [H^+]}{K_W}} \\
 & + \frac{C_P}{\left\{ 1 + \frac{[H^+]}{K_{P2}} + \frac{K_{P3}}{[H^+]} + \frac{[H^+]^2}{K_{P1} K_{P2}} \right\}} \left\{ \frac{[H^+]}{K_{P2}} + 2 + 3 \frac{K_{P3}}{[H^+]} \right\} + \frac{K_W}{[H^+]} - [H^+] \left[\frac{[H^+]}{[H^+]_f} \right]
 \end{aligned}
 \tag{4.4}$$

ตาราง 4.37 ค่าคงที่สมดุลที่ 25 °ซ

Reaction	K	
$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$	1.8×10^{-5}	K_a
$\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$	4.47×10^{-7}	K_{c1}
$\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{HCO}_3^-$	4.68×10^{-11}	K_{c2}
$\text{H}^+ + \text{HS}^- \rightarrow \text{H}_2\text{S}$	9.1×10^{-8}	K_{s1}
$\text{H}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{HS}^-$	1.3×10^{-13}	K_{s2}
$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3$	1.8×10^{-5}	K_n
$\text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^- \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$	7.5×10^{-3}	K_{p1}
$\text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$	6.2×10^{-8}	K_{p2}
$\text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{HPO}_4^{2-}$	4.8×10^{-13}	K_{p3}
$\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	1×10^{-14}	K_w
$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{P}_{CO_2}$	0.037	K_H

ที่มา : Sawyer & McCarty(1978)

4.7 ความเป็นไปได้ในการนำแบบจำลองสมดุลมาใช้อธิบายสภาพน้ำเสีย

Frederick และ Makram (1980) ได้แสดงว่าแบบจำลองสมดุลสำหรับสภาพค่าง (สมการ 2.26) ใช้สำหรับหาความเข้มข้นของไฮโดรเจนอ็อกซิจินหรือ ฟิเอช โดยสามารถใช้ได้ดีกับระบบบำบัดตะกอนสลักซ์แบบไร้อากาศ (anaerobic sludge stabilization) ในสภาวะปิด เพื่อศึกษาว่าแบบจำลองสมดุลนี้สามารถอธิบายความสัมพันธ์เดียวกันนี้ได้หรือไม่ในระบบน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้น โดยให้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนอ็อกซิจินหรือ ฟิเอช เป็นตัวแปรตาม (output) และตัวแปรอื่นทั้งหมดเป็นตัวแปรนำ (input) เนื่องจากน้ำเสียมีอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ 27 -29⁰ซ ดังนั้นจึงสมมติค่าคงที่สมดุล (equilibrium constant) ที่ใช้เปรียบเทียบเป็นค่าที่อุณหภูมิมาตรฐาน (25⁰ซ) ซึ่งแสดงในตาราง 4.37 พบว่าค่าคงที่สมดุลที่คำนวณได้โดยใช้สมการ (4.1)-(4.4) ไม่มีความแตกต่างจากค่าที่มาตรฐานมาก ดังแสดงในตารางที่ 4.38 แสดงว่า แบบจำลองนี้สามารถใช้ได้ดีกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางข้นซึ่งเป็นระบบเปิด และเมื่อทำการแทนค่าทั้งหมดในสมการ 2.26 และจากการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์ ได้ผลของ ฟิเอช ที่คำนวณได้แสดงในตาราง 4.38 พบว่าผลต่างระหว่าง ฟิเอช ที่วัดได้กับ ฟิเอช ที่คำนวณจากแบบจำลอง มีค่าตั้งแต่ 0.004 - 1.449 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ 0.08 -24.1% ตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก

ตาราง 4.38 ผลการคำนวณค่าคงที่สมดุล (K)

	ค่า K ที่ 25 ⁰ ซ	ค่า K จาก (4.1)	ค่า K จาก(4.2)	ค่า K จาก(4.3)	ค่า K จาก(4.4)
Ka	1.8 X 10 ⁻⁵				1.748 X 10 ⁻⁵
Kc ₁	4.47 X 10 ⁻⁷		5.837 X 10 ⁻⁸	4.469 X 10 ⁻⁷	3.791 X 10 ⁻⁷
Kc ₂	4.68 X 10 ⁻¹¹		5.309 X 10 ⁻¹²	4.622 X 10 ⁻¹¹	3.457 X 10 ⁻⁸
Kn	1.8 X 10 ⁻⁵	1.8 X 10 ⁻⁵		1.8 X 10 ⁻⁵	1.833 X 10 ⁻⁵
Kp ₁	7.5 X 10 ⁻³			7.5 X 10 ⁻³	7.5 X 10 ⁻³
Kp ₂	6.2 X 10 ⁻⁸			6.2 X 10 ⁻⁸	6.2 X 10 ⁻⁸
Kp ₃	4.8 X 10 ⁻¹³			4.8 X 10 ⁻¹³	4.8 X 10 ⁻¹³
Kw	1.0 X 10 ⁻¹⁴	7.19 X 10 ⁻¹⁵		1.99 X 10 ⁻¹⁶	7.631 X 10 ⁻¹³
K _H	0.037		4.832 X 10 ⁻¹³	0.037	0.0314

ตาราง 4.39 เปรียบเทียบระหว่างค่า พีเอชที่วัดได้ กับ พีเอชจากการคำนวณ

pH measured	pH predicted	pH measured - pH predicted	% error
4.2	3.857	0.343	8.2
4.3	4.115	0.185	4.3
4.3	4.118	0.182	4.2
4.3	4.316	-0.016	0.4
4.3	4.268	0.032	0.7
4.4	4.359	0.041	0.9
4.4	4.118	0.282	6.4
4.5	4.604	-0.104	2.3
4.5	4.653	-0.153	3.4
4.5	4.43	0.070	1.6
4.5	4.29	0.210	4.7
4.5	4.566	-0.066	1.5
4.7	4.691	0.009	0.2
4.7	4.967	-0.267	5.7
4.8	5.204	-0.404	8.4
4.8	5.287	-0.487	10.1
4.8	5.035	-0.235	4.9
4.9	4.621	0.279	5.7
4.9	5.09	-0.190	3.9
4.9	5.368	-0.468	9.6
4.9	4.904	-0.004	0.08
5.0	5.23	-0.230	4.6
5.1	5.971	-0.871	17.1
5.1	5.258	-0.158	3.1
5.2	5.53	-0.33	6.3
5.2	5.948	-0.748	14.4
5.7	7.062	-1.362	23.9
6.0	7.449	-1.449	24.1

4.8 การปรับปรุงแบบจำลองเพื่อสะดวกในการใช้งาน

4.8.1 เรื่องลำดับความสำคัญของแต่ละพจน์ในสมการ

พิจารณาค่าของแต่ละพจน์ในสมการ(2.26) โดยการแทนค่าจากข้อมูลในตาราง29 เทียบกับค่าสภาพต่าง ตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก

$$\begin{aligned}
 [\text{Alk}] = & \frac{K_H K_{C1} P_{CO_2}}{[H^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{C2}}{[H^+]} \right\} + \frac{C_a}{\left\{ \frac{[H^+]}{K_a} + 1 \right\}} + \frac{C_s}{\left\{ 1 + \frac{[H^+]}{K_{S1}} + \frac{K_{S2}}{[H^+]} \right\}} \\
 & \left\{ 1 + 2 \frac{K_{S2}}{[H^+]} \right\} + \frac{C_n}{1 + \frac{K_n [H^+]}{K_w}} + \frac{C_p}{\left\{ 1 + \frac{[H^+]}{K_{P2}} + \frac{K_{P3}}{[H^+]} + \frac{[H^+]^2}{K_{P1} K_{P2}} \right\}} \\
 & \left\{ \frac{[H^+]}{K_{P2}} + 2 + 3 \frac{K_{P3}}{[H^+]} \right\} + \frac{K_w}{[H^+]} - [H^+] \left\{ \frac{[H^+]}{[H^+]} \right\}
 \end{aligned} \tag{2.26}$$

ตาราง 4.40 ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของแต่ละพจน์ในแบบจำลอง

ตัวแปร	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
พจน์ของ CO_3^{2-}	1.145×10^{-10}	1.985×10^{-4}
พจน์ของ CH_3COOH	2.764×10^{-3}	14.4×10^{-3}
พจน์ของ H_2S	8.41×10^{-7}	4.017×10^{-5}
พจน์ของ NH_3	5.266×10^{-8}	4.231×10^{-6}
พจน์ของ PO_4^{3-}	1.169×10^{-3}	1.713×10^{-3}
พจน์ของ OH^-	1.275×10^{-10}	1.0×10^{-8}
พจน์ของ H^+	7.943×10^{-5}	1.0×10^{-6}

จากตารางเรียงลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้

1. พจน์ของ OH^- $\frac{K_w}{[\text{H}^+]}$
2. พจน์ของ NH_3 $\frac{C_n}{1 + \frac{K_n[\text{H}^+]}{K_w}}$
3. พจน์ของ H_2S $\frac{C_a}{\left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_a} + 1 \right\}} + \frac{C_s}{\left\{ 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{s1}} + \frac{K_{s2}}{[\text{H}^+]} \right\}} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{s2}}{[\text{H}^+]} \right\}$
4. พจน์ของ H^+
5. พจน์ของ CO_3^{2-} $\frac{K_H K_{C1} P_{\text{CO}_2}}{[\text{H}^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{C2}}{[\text{H}^+]} \right\}$
6. พจน์ของ PO_4^{3-} $\frac{C_P}{\left\{ 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{P2}} + \frac{K_{P3}}{[\text{H}^+]} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_{P1} K_{P2}} \right\}} \left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_{P2}} + 2 + 3 \frac{K_{P3}}{[\text{H}^+]} \right\}$
7. พจน์ของ CH_3COOH $\frac{C_a}{\left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_a} + 1 \right\}}$

4.8.2 การปรับปรุงแบบจำลองอย่างง่าย

ทำการปรับปรุงแบบจำลองสมดุลโดยการตัดพจน์ที่มีค่าน้อยออกทีละพจน์แล้วพิจารณาค่า %error และ root mean square เป็นที่น่าสังเกตว่าในพจน์ของ PO_4^{3-} แฟคเตอร์ที่มาคูณร่วมกับค่าความเข้มข้นของ PO_4^{3-} มีค่าเท่ากับ 1 ผลของการคำนวณแสดงในตาราง 4.41

$$\begin{aligned}
 [\text{Alk}] = & \frac{K_H K_{C1} P_{\text{CO}_2}}{[\text{H}^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{C2}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{C_a}{\left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_a} + 1 \right\}} + \frac{C_S}{\left\{ 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{S1}} + \frac{K_{S2}}{[\text{H}^+]} \right\}} \\
 & \left\{ 1 + 2 \frac{K_{S2}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{C_n}{1 + \frac{K_n [\text{H}^+]}{K_W}} + \frac{C_P}{\left\{ 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{P2}} + \frac{K_{P3}}{[\text{H}^+]} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_{P1} K_{P2}} \right\}} \\
 & \left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_{P2}} + 2 + 3 \frac{K_{P3}}{[\text{H}^+]} \right\} - [\text{H}^+] \tag{B}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [\text{Alk}] = & \frac{K_H K_{C1} P_{\text{CO}_2}}{[\text{H}^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{C2}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{C_a}{\left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_a} + 1 \right\}} + \frac{C_S}{\left\{ 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{S1}} + \frac{K_{S2}}{[\text{H}^+]} \right\}} \\
 & \left\{ 1 + 2 \frac{K_{S2}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{C_n}{1 + \frac{K_n [\text{H}^+]}{K_W}} + C_P - [\text{H}^+] \tag{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [\text{Alk}] = & \frac{K_H K_{C1} P_{\text{CO}_2}}{[\text{H}^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{C2}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{C_a}{\left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_a} + 1 \right\}} + \frac{C_S}{\left\{ 1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{S1}} + \frac{K_{S2}}{[\text{H}^+]} \right\}} \\
 & \left\{ 1 + 2 \frac{K_{S2}}{[\text{H}^+]} \right\} + C_P - [\text{H}^+] \tag{D}
 \end{aligned}$$

$$[\text{Alk}] = \frac{K_H K_{C1} P_{\text{CO}_2}}{[\text{H}^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{C2}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{C_a}{\left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_a} + 1 \right\}} + C_P - [\text{H}^+]$$

(E)

ตาราง 4.41 pH predicted จากการปรับปรุงแบบจำลองรวม และ % error

pH A	pH B	pH C	pH D	pH E	% error B	% error C	% error D	% error E
4.1	3.207	3.153	3.153	3.153	21.80	23.10	23.10	23.10
4.2	3.847	3.839	3.84	3.84	8.40	8.60	8.57	8.57
4.3	4.263	4.261	4.262	4.262	0.86	0.91	0.88	0.88
4.3	4.115	4.113	4.114	4.114	4.30	4.35	4.33	4.33
4.3	4.118	4.117	4.117	4.117	4.20	4.26	4.26	4.26
4.3	4.317	4.316	4.316	4.316	0.40	0.37	0.37	0.37
4.4	4.359	4.359	4.359	4.359	0.90	0.90	0.90	0.90
4.4	4.118	4.116	4.116	4.116	6.40	6.45	6.45	6.45
4.5	4.604	4.604	4.604	4.604	2.30	2.30	2.30	2.30
4.5	4.653	4.653	4.653	4.655	3.4	3.4	3.4	3.44
4.5	4.43	4.43	4.43	4.43	1.6	1.6	1.6	1.6
4.5	4.29	4.289	4.289	4.289	4.7	4.69	4.69	4.69
4.5	4.566	4.566	4.566	4.566	1.50	1.50	1.50	1.50
4.7	4.691	4.691	4.691	4.692	0.20	0.20	0.20	0.17
4.7	4.845	4.845	4.845	4.846	3.09	3.09	3.09	3.11
4.8	5.205	5.206	5.206	5.21	8.43	8.46	8.46	8.54
4.8	5.388	5.289	5.29	5.297	10.17	10.19	10.21	10.35
4.8	5.03	5.031	5.032	5.033	4.79	4.81	4.83	4.85
4.9	4.621	4.621	4.621	4.621	5.70	5.70	5.70	5.70
4.9	5.091	5.091	5.092	5.095	3.90	3.90	3.92	3.98
4.9	5.368	5.371	5.373	5.375	9.60	9.61	9.65	9.69

pH A	pH B	pH C	pH D	pH E	% error B	% error C	% error D	% error E
4.9	4.904	4.904	4.904	4.905	0.08	0.08	0.08	0.10
5.0	5.23	5.233	5.233	5.235	4.60	4.66	4.66	4.70
5.1	4.975	5.993	5.999	6.02	17.16	17.51	17.63	10.04
5.1	5.258	5.26	5.261	5.263	3.10	3.14	3.16	3.20
5.2	5.532	5.535	5.537	5.547	6.26	6.44	6.48	6.67
5.2	5.953	5.955	5.962	5.985	14.48	14.52	14.65	15.10
5.7	7.09	7.116	7.15	7.175	24.39	24.84	25.44	25.88

หมายเหตุ pH A = pH measured

pH B = pH predicted จากการตัดพจน์ OH^-

pH C = pH predicted จากการตัดพจน์ OH^- และการคูณตัวคูณร่วมของ Cp ด้วย 1

pH D = pH predicted จากการตัดพจน์ OH^- และการคูณตัวคูณร่วมของ Cp ด้วย 1

และการตัดพจน์ ของ NH_3

pH D = pH predicted จากการตัดพจน์ OH^- และการคูณตัวคูณร่วมของ Cp ด้วย 1

การตัดพจน์ ของ NH_3 และการตัดพจน์ของ H_2S

% error B,C,D,E = ค่าเบี่ยงเบนของ pH B,C,D,E จาก pH measured ความสัมพันธ์

ระหว่าง pH measured กับ pH predicted ที่สภาวะต่างๆ แสดงดังนี้

$$\text{pH A} = 1.9929\text{pH A} - 4.5323$$

$$r^2 = 0.9283$$

$$\text{pH B} = 2.0012\text{pH B} - 4.5764$$

$$r^2 = 0.9285$$

$$\text{pH C} = 2.0271\text{pH C} - 4.6943$$

$$r^2 = 0.9287$$

$$\text{pH E} = 20.412\text{pH E} - 4.7567$$

$$r^2 = 0.9282$$

แบบจำลองสมคูลที่ปรับปรุงให้อยู่ในรูปแบบอย่างง่ายเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$[\text{Alk}] = \frac{K_H K_{C1} P_{\text{CO}_2}}{[\text{H}^+]} \left\{ 1 + 2 \frac{K_{C2}}{[\text{H}^+]} \right\} + \frac{C_a}{\left\{ \frac{[\text{H}^+]}{K_a} + 1 \right\}} + C_P - [\text{H}^+] \quad (3.5)$$

3.8 การทำนายปริมาณด่างที่เติมในน้ำเสียเพื่อปรับ พีเอช

จากสมการ 4.5 ได้ว่าสารละลายบัฟเฟอร์ที่สำคัญในน้ำเสียประกอบด้วย CO_2 , PO_4^{3-} และกรดระเหย (volatile acid) ดังนั้นสมการความจุบัฟเฟอร์ (2.26) สามารถลดรูปได้ดังนี้

$$\beta = 2.303 \left\{ \begin{aligned} & [\text{H}^+] + \frac{C_a K_a [\text{H}^+]}{([\text{H}^+] + K_a)^2} + \frac{C_p K_{p1} [\text{H}^+]}{(K_{p1} + [\text{H}^+])^2} + \frac{C_p K_{p2} [\text{H}^+]}{(K_{p2} + [\text{H}^+])^2} \\ & + \frac{C_p K_{p3} [\text{H}^+]}{(K_{p3} + [\text{H}^+])^2} + \frac{C_c K_{c1} [\text{H}^+]}{(K_{c1} + [\text{H}^+])^2} + \frac{C_c K_{c2} [\text{H}^+]}{(K_{c2} + [\text{H}^+])^2} \end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

$$\text{เมื่อ } C_C = K_H P_{\text{CO}_2} \left\{ 1 + \frac{K_{C1}}{[\text{H}^+]} + \frac{K_{C1} K_{C2}}{[\text{H}^+]} \right\} \quad (4.7)$$

จากตาราง(4.32) ปริมาณสารละลายที่มีอยู่ในน้ำเสียโดยเฉลี่ยมีค่าดังนี้

CO_2 partial pressure (P_{CO_2}) = 0.071 บรรยากาศ

PO_4^{3-} (C_p) = 1.189 มิลลิโมล/ล

volatile acid (C_c) = 13.42 มิลลิโมล/ล

$[\text{H}^+]$ (pH = 4.6) = 2.512×10^{-5}

$$C_C = (0.037)(0.071) \left\{ 1 + \frac{4.47 \times 10^{-7}}{2.512 \times 10^{-5}} \right\} + \frac{(4.47 \times 10^{-7})(4.68 \times 10^{-11})}{(2.512 \times 10^{-5})^2} = 2.67 \times 10^3$$

$$\beta = 2.303 \left\{ \begin{aligned} & \left(2.512 \times 10^{-5} \right) + \frac{\left(1.32 \times 10^{-2} \right) \left(1.8 \times 10^{-5} \right) \left(2.512 \times 10^{-5} \right)}{\left[\left(1.8 \times 10^{-5} \right) + \left(2.512 \times 10^{-5} \right) \right]^2} + \\ & \frac{\left(1.189 \times 10^{-3} \right) \left(7.5 \times 10^{-3} \right) \left(2.512 \times 10^{-5} \right)}{\left[\left(7.5 \times 10^{-3} \right) + \left(2.512 \times 10^{-5} \right) \right]^2} + \\ & \frac{\left(1.189 \times 10^{-3} \right) \left(6.2 \times 10^{-8} \right) \left(2.512 \times 10^{-5} \right)}{\left[\left(6.2 \times 10^{-3} \right) + \left(2.512 \times 10^{-5} \right) \right]^2} + \\ & \frac{\left(2.674 \times 10^{-3} \right) \left(4.68 \times 10^{-11} \right) \left(2.512 \times 10^{-5} \right)}{\left[\left(4.68 \times 10^{-11} \right) + \left(2.512 \times 10^{-5} \right) \right]^2} + \\ & \frac{\left(2.674 \times 10^{-3} \right) \left(4.47 \times 10^{-7} \right) \left(2.512 \times 10^{-5} \right)}{\left[\left(4.47 \times 10^{-7} \right) + \left(2.512 \times 10^{-5} \right) \right]^2} \end{aligned} \right\}$$

จากสมการ (2.21) สามารถหาปริมาณต่าง (C_B) ที่ต้องการได้

$$\beta = \frac{dC_B}{dpH}$$

$$dC_B = \beta dpH$$

$$C_B = \beta (pH_2 - pH_1)$$

เมื่อ pH 1 = พีเอช เริ่มต้น

pH 2 = พีเอช ที่ต้องการ

$$C_B = (7.57 \times 10^{-3}) (7.2 - 4.6)$$

$$= 0.019 \text{ กรัมสมมูลย์ต่อลิตร}$$

ปริมาณค่าที่ต้องการในการปรับน้ำเสีย 1 ลิตรจาก พีเอช 4.6 ให้มี พีเอช 7.2 เท่ากับ 0.019 กรัมสมมูลย์

4.9 การทดลองตอนที่ 3 การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางชั้น

(น้ำเสียจาก โรงงานน้ำยางชั้น บ.เฟลเท็กซ์ จำกัด)

การทดลองของตอนที่ 3 ซึ่งใช้น้ำเสียจากโรงงานน้ำยางชั้น บ.เฟลเท็กซ์ จำกัด ได้ศึกษาน้ำเสียจาก 3 ส่วนคือ น้ำเสียจากโรงงานน้ำยางชั้นซึ่งส่วนใหญ่ได้จากการล้างเครื่อง น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมและน้ำเสียจากบ่อดักขาง ซึ่งแสดงลักษณะสมบัติในตารางที่ 4.42 จะพบว่าน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมซึ่งเป็นน้ำที่เหลือหลังจากแยกขางจากหางน้ำยางด้วยน้ำกรด(H_2SO_4)แล้วจะมีค่าความสกปรกในรูป บีโอดี และซีโอดี สูงสุด รองลงมาคือน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางชั้นซึ่งได้จากการล้างเครื่องและ น้ำเสียจากบ่อดักขางจะมีค่าความสกปรกต่ำสุดเพราะได้มีการจับขางจากการผสมของน้ำเสียสองส่วนดังกล่าวทำให้สามารถลดค่าปริมาณสารอินทรีย์ลงได้ โดยลดค่าได้ประมาณ 30 - 40 % ซึ่งจากการเก็บข้อมูลก็จะได้ค่าประมาณในช่วงนี้ แสดงว่าบ่อดักขางมีประสิทธิภาพในการดักจับขางได้ดี

ปริมาณของของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียจากการล้างเครื่องมีค่ามากกว่าน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมและจากบ่อดักขางเพราะ ในน้ำเสียจากการล้างเครื่องจะมีส่วนของเนื้อขางที่แขวนลอยอยู่มากจะสังเกตเห็นว่าน้ำเสียนี้อาจจะมีสีขาว ส่วนน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมและบ่อดักขางได้มีการจับขางด้วยกรดแล้วส่วนหนึ่งทำให้ค่าของแข็งแขวนลอยลดลง ในส่วนของการผลิตยางสกิม กรดที่เติมลงไปทำให้ความเข้มข้นของของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นกว่าน้ำเสียส่วนอื่น ๆ

น้ำเสียของโรงงานบ.เฟลเท็กซ์ จำกัด ที่ได้จากกระบวนการผลิตยางสกิม และบ่อดักขางจะมีค่า บีโอดี และ ซีโอดี สูงกว่าของบ.ไทยอ้อยขางพารา อาจเป็นเพราะในกระบวนการสกิมการจับขางไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรทำให้มีการหลงเหลือขางในน้ำเสียที่ทิ้งจากกระบวนการสกิมทั้งนี้เนื่องจากในขั้นตอนการรักษาน้ำยาง มีการเติม NH_4OH มากเกินไปทำให้มีปริมาณ NH_4 เหลือในน้ำเสียมาก

การปรับ pH ของน้ำจากบ่อดักขางให้เป็น pH 7.6 โดยการใช้ด่างชนิดต่าง ๆ พบว่าในการปรับ pH โดย Na_2CO_3 จะใช้ด่างปริมาณน้อยที่สุด

ตาราง 4.42 ลักษณะสมบัติน้ำเสียโรงงานบ.เฟลเท็กซ์ จำกัด

พารามิเตอร์	น้ำเสียจากโรงงานน้ำยาง ชั้น(การล้างเครื่อง)	น้ำเสียจากกระบวนการ ผลิตยางสกิม	น้ำเสียจากบ่อดักยาง
อุณหภูมิ (°ซ)	27 - 29	27 - 29	27-29
ความเป็นกรด - ด่าง	8.21- 9.17	1.76- 4.92	2.81-5.12
ซีโอดี (มก/ล)	7,200 - 13,200	12,000 - 35,200	1,584-7,350
บีโอดี (มก/ล)	5,040 - 9,300	8,400 - 14,800	480-5,200
ของแข็งแขวนลอย (มก/ล)	972 - 4,296	558 - 1,260	140-752
ของแข็งทั้งหมด (มก/ล)	4205-2806	15210-19400	1501-3025
ไนโตรเจน (มก/ล)	514-784	30-58	403-602
ฟอสฟอรัส (มก/ล)	25-37	18-28	46-61

4.9.1 ปริมาณสารอาหารที่จำเป็นสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

เมื่อทำการตรวจสอบปริมาณสารอาหารที่จำเป็นสำหรับระบบบำบัดทางชีวภาพ พบว่า อัตราส่วน บีโอดี : ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส ของน้ำเสียจากทั้ง 3 แหล่ง คือน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม, น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นและน้ำเสียจากบ่อดักยางมีค่าเท่ากับ 100 : 0.5 : 0.24, 100 : 12.4 : 0.6 และ 100 : 17.7 : 2.45 ดังแสดงในตารางที่ 4.43 ซึ่งค่า บีโอดี : ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัสที่เหมาะสม สำหรับระบบแบบไร้อากาศ = 100 : 1.1 : 0.2 (เพ็ชรพร, 2538) ดังนั้นปริมาณสารอาหารที่จำเป็นสำหรับแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์จึงมีปริมาณเพียงพอในน้ำเสียของโรงงานน้ำยางชั้น ทำให้ไม่จำเป็นต้องมีการเติมสารอาหารเหล่านี้.

ตาราง 4.43 อัตราส่วนบีโอดี:ไนโตรเจน:ฟอสฟอรัส

ชนิดของน้ำทิ้ง	บีโอดี:ไนโตรเจน:ฟอสฟอรัส
น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางสกิม	100:0.5:0.24
น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น	100:12.4:0.6
น้ำทิ้งจากบ่อดักยาง	100:17.7:2.45

ตาราง 4.44 การทดสอบผลิตยางสกิม

H ₂ SO ₄ (มก/100มลน้ำเสีย)	พีเอช (1วัน)	Temp.(°C)	พีเอช (3วัน.)
0.1	0.975	35	0.990
0.2	0.929	35	0.915
0.3	0.857	35	0.809
0.4	0.828	35	0.728
0.5	0.796	35	0.867
1	1.153	35	1.585
2	0.925	35	1.301
3	0.894	36	1.229

H ₂ SO ₄ (มก/100มลน้ำเสีย)	พีเอช (1วัน)	Temp.(°C)	พีเอช (3วัน.)
4	0.805	37	1.138
5	0.731	38	1.065
6	0.673	40	0.966
7	0.604	40	0.877
8	0.501	41	0.829
9	0.403	43	0.730
10	0.338	44	0.568

4.9.2 การใช้กรดH₂SO₄ ในการจับตัวของยาง

ค่า พีเอช ของหางน้ำยางภายหลังการเติมกรด H₂SO₄ ปริมาณต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.44 มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการจับยางที่ตกค้างในน้ำเสีย(เหมือนกับในกระบวนการผลิตยางสกิม)พบว่า การเติมกรดมากขึ้นทำให้พีเอชลดลงและอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นเพราะเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน และเมื่อทิ้งไว้ 30 วันพีเอชของน้ำจะสูงขึ้นเพียงเล็กน้อย แสดงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงพีเอช เพราะที่สภาวะที่มีพีเอชต่ำมากดังกล่าวไม่เอื้อต่อการย่อยสลายทางชีวภาพ ดังนั้นในการผสมน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางขึ้นกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมต้องมีสัดส่วนการผสมที่เหมาะสมจึงจะทำให้ไม่มีปัญหาในขั้นตอนการบำบัดทางชีวภาพ

ตาราง 4.45 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยของน้ำจากบ่อดักยาง ที่มีของแข็งแขวนลอย เริ่มต้น 140 มก/ล และน้ำจากกระบวนการผลิตยางสกิม ที่มีของแข็งแขวนลอย เริ่มต้น 750 มก/ล หลังจากปรับ พีเอช เป็น 7.6 ด้วยค่าความเข้มข้น 0.1 M

น้ำเสีย	ชนิดต่าง	ปริมาณต่าง มล/ 100 มล	กรณี ที่ ไม่ ปรับพีเอช	ของแข็งแขวนลอย (มก/ล)					ลักษณะน้ำ
				0(ชม.)	2(ชม.)	4(ชม.)	6(ชม.)	12(ชม.)	
น้ำจาก RT พีเอชเริ่มต้น 6.43	Ca(OH) ₂ ใส	2.9	140	175	189	170	170	157	น้ำใสตะกอนสีเนื้อ ตกช้าภายใน 5 นาทีแรกตก 50%
	NaOH	1.5	140	126	184	177	149	162	น้ำสีเหลืองอ่อน ตะกอนไม่มี
	Ca(OH) ₂ ขุ่น	0.7	140	184	163	162	178	175	
	Na ₂ CO ₃	0.6	140	124	125	125	141	153	
น้ำจาก กระบวนการ การสกิม พีเอชเริ่ม ต้น 4.6	Ca(OH) ₂ ขุ่น	22	750	2117	1724	1362	1491	1491	น้ำสีน้ำตาลแดง ตะกอนสีเทา ประมาณ 20-25%
	NaOH	53	750	1009	1123	1071	1052	1052	ตะกอนตกหลังปรับสภาพ 5 นาที ตะกอนประมาณ 8-10%

4.9.3 การปรับพีเอชของน้ำเสียที่ออกจากบ่อดักยาง

การศึกษาการปรับพีเอชของน้ำเสียจากบ่อดักยางและน้ำเสียจากกระบวนการสกิมโดยใช้ต่าง 3 ชนิดคือ Ca(OH)₂ , Na₂CO₃ และ NaOH โดยในกรณีของ Ca(OH)₂ ซึ่งละลายน้ำได้น้อยซึ่งทำการศึกษาทั้งในกรณีที่เป็นสารละลายขุ่นและเฉพาะส่วนของสารละลายใสด้านบน

จากตารางที่ 4.45 พบว่า การปรับพีเอชของน้ำจากบ่อดักยางจากพีเอชเริ่มต้นประมาณ 6.43 เป็น 7.6 โดยใช้สารละลาย Ca(OH)₂ ใส นั้นจะสิ้นเปลืองกว่ากรณีของ Ca(OH)₂ ขุ่นถึงประมาณ 4 เท่า โดยที่มีปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นน้อยกว่าประมาณ 2 เท่า ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจากการปรับพีเอชของ

ค้างทั้ง 3 ชนิดอยู่ในช่วงประมาณ 10 - 25% อิงกับปริมาณตะกอนเริ่มต้น โดยมีตะกอนที่เกิดจากการใช้ Na_2CO_3 น้อยที่สุดคือ 9.28%

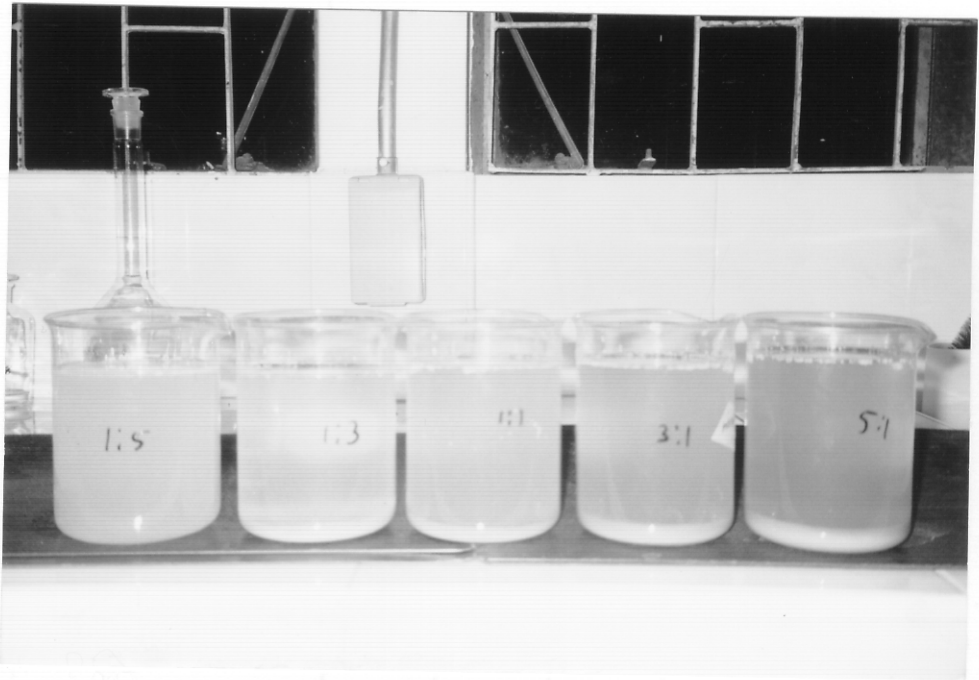
ส่วนในกระบวนการสกิมซึ่งน้ำเสียมีพีเอชค่อนข้างต่ำการปรับพีเอชต้องใช้ต่างมากกว่าขั้นตอนแรก ถึงประมาณ 30 เท่าและให้ปริมาณตะกอนมากกว่ากรณีน้ำจากบ่อดักขยะประมาณ 10 เท่า

การใช้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ สำหรับการปรับพีเอชจะใช้ปริมาณน้อยกว่า NaOH ทั้งนี้เพราะปูนขาว ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) มีกรัมสมมูลย์เป็น 2 เท่าของ NaOH



ภาพประกอบ 4.32 ลักษณะการเกิดตะกอนจากการปรับพีเอชของน้ำเสียส่วนผสมระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม: น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น (1:5,1:3,1:1,3:1และ5:1 ตามลำดับจากซ้ายไปขวา) โดยใช้ต่าง $\text{Ca}(\text{OH})_2$

จะเห็นว่าปริมาณตะกอนที่เกิดจากการปรับสภาพความเป็นกรดของน้ำขึ้นกับค่าพีเอช ถ้าเป็นการปรับสภาพของน้ำที่มีพีเอชต่ำเช่นน้ำเสียจากกระบวนการสกิมจะให้ตะกอนมาก แต่จะให้ตะกอนน้อยในการปรับสภาพของน้ำเสียจากบ่อดักยางดังแสดงในภาพประกอบ 4.32 และ 4.33 ซึ่งปรับพีเอชด้วย $\text{Ca}(\text{OH})_2$ และ NaOH ตามลำดับดังนั้นจึงควรมีการจัดการให้น้ำเสียก่อนปรับสภาพมีค่าพีเอชที่ไม่ต่ำมากเกินไป นอกจากจะเป็นการลดปริมาณตะกอนแล้วยังเป็นการลดปริมาณต่างที่ใช้ด้วย ซึ่งอาจทำได้โดยให้มีการผสมกันของน้ำเสียที่มีพีเอชสูงและต่ำก่อนเข้าบ่อดักยางแล้วจึงมีการปรับสภาพ



ภาพประกอบ 4.33 ลักษณะการเกิดตะกอนจากการปรับพีเอชของน้ำเสียส่วนผสมระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม: น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น (1:5, 1:3, 1:1, 3:1 และ 5:1 ตามลำดับจากซ้ายไปขวา) โดยใช้ค่า NaOH

ตาราง 4.46 ลักษณะสมบัติน้ำเสียจากกระบวนการต่างๆในโรงงานน้ำยางชั้น

น้ำเสีย	ซีโอดี(มก/ล)	ของแข็งแขวนลอย(มก/ล)	พีเอช	บีโอดี(มก/ล)
กระบวนการผลิตยางสกี	14400	900	1.76	10080
กระบวนการผลิตน้ำยางข้น	7520	915	8.21	5264
บ่อดักยาง(สกี: โปวัล 1:5)	3680	204	2.32	2650

ตาราง 4.47 การปรับพีเอช น้ำเสียจากบ่อดักยาง (พีเอช 4.1 - 4.7) เป็น พีเอช 7.6 ด้วยค่าชนิดต่างๆ

ชนิดค่า	ตัวแปร	เวลา (วัน)					
		1	2	3	4	6	7
Ca(OH) ₂	พีเอช	7.31	7.12	7.01	6.99	7.09	7.2
	ซีโอดี(มก/ล)	935	520	460	440	440	430
	ค่าสภาพด่าง	50	50	55	50	25	25
	ค่ากรดระเหย	25	25	35	25	25	50
	ของแข็งแขวนลอย(มก/ล)	260	255	250	245	256	250
NaOH	พีเอช	7.21	7.22	7.02	7.05	7.49	7.5
	ซีโอดี(มก/ล)	910	495	431	420	440	428
	ค่าสภาพด่าง	50	50	50	50	25	25
	ค่ากรดระเหย	25	25	35	25	50	50
	ของแข็งแขวนลอย(มก/ล)	245	238	230	235	236	236

ตาราง 4.48 การปรับ พีเอช น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิม(พีเอชเริ่มต้น 4)เป็น พีเอช 7.6

ชนิดค่า	ตัวแปร	เวลา (วัน)					
		1	2	3	4	6	7
Ca(OH) ₂ ใส	พีเอช	7.4	7.2	6.6	4.9	4.9	5.0
	ซีไอดี(มก/ล)			17925	13640	12320	12060
	ค่าสภาพต่าง	1125	1100	1200	1000	1000	1250
	ค่ากรดระเหย	1125	1150	1312	2812	3187	2625
	ของแข็งแขวนลอย(มก/ล)	1086	1036	1046	1038	1045	1083
Ca(OH) ₂ ชุ่ม	พีเอช	7.4	6.9	5.5	5.5	5.1	5.3
	ซีไอดี(มก/ล)			29040	27280	24140	20240
	ค่าสภาพต่าง	2750	2530	2125	2375	2125	2250
	ค่ากรดระเหย	3178	2860	2362	4312	1632	1685
	ของแข็งแขวนลอย(มก/ล)	1694	1680	1695	1680	1695	1680
NaOH	พีเอช	7.3	7.1	7.1	5.3	5.0	5.1
	ซีไอดี(มก/ล)			22352	15400	15840	13960
	ค่าสภาพต่าง	2000	1980	2000	1895	1750	2125
	ค่ากรดระเหย	2250	2300	2137	3750	4875	4200

ของแข็งแขวนลอย(มก/ล)	884	892	900	910	890	912
----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

เมื่อทดลองปรับสภาพพีเอชของน้ำเสียจากบ่อดักขาง และน้ำเสียจากกระบวนการผลิตขางสกิมให้มีพีเอชเป็น 7.6 ด้วยปูนขาวและโซดาไฟดังแสดงในตารางที่ 4.47,4.48 พบว่าค่าพีเอชค่อนข้างคงที่โดยมีการลดค่าเพียงเล็กน้อยในช่วงวันที่ 2-4 ส่วนการปรับพีเอชทำให้ค่าซีโอดีลดลงจากค่าเริ่มต้น 1584 มก./ล. เป็น 935 มก./ล. คิดเป็น 40% และจากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดีพบว่าลดลงประมาณ 45 - 50% ในวันที่ 5 ทั้งสองกรณี ส่วนค่าสภาพค่างและค่ากรดระเหยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทั้งนี้อาจจะสรุปได้ว่าเป็นผลเนื่องจากน้ำเสียจากบ่อดักขางมีปริมาณสารอินทรีย์ที่จะถูกย่อยสลายได้น้อยซึ่งส่งผลค่าความคงตัวของค่าพีเอชด้วย หรือระบบมีสภาวะบัฟเฟอร์นั่นเอง

เมื่อเปรียบเทียบกับ การปรับพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตขางสกิม พบว่าพีเอชจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไปโดยที่ระยะเวลา 5 วันพีเอชอยู่ระหว่าง 4.9 - 5.1 การที่มีการลดลงของพีเอชก็สอดคล้องกับปริมาณกรดระเหยที่มีมากขึ้นและมากกว่าในกรณีของน้ำเสียจากบ่อดักขาง ทั้งนี้เพราะมีการย่อยสลายสารอินทรีย์มากกว่า ค่าสัดส่วนกรดระเหยต่อค่าสภาพค่างส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงอาจต้องทำการทดลองที่เวลามากกว่านี้เพื่อที่จะให้ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวที่มีการนำเอากรดที่เกิดขึ้นไปใช้การผลิตก๊าซมีเทน ทำให้มีการปรับสัดส่วนปริมาณกรดระเหยต่อสภาพค่างให้น้อยลง อนึ่งการที่อัตราส่วนปริมาณกรดระเหยต่อสภาพค่างมีค่ามากกว่า 0.4 แสดงให้เห็นถึงความไม่สมดุลของขั้นตอนการเกิดกรดและก๊าซมีเทน ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดไม่ดี จะเห็นว่า % การกำจัดซีโอดี ต่ำกว่าในกรณีของน้ำเสียจากบ่อดักขาง ถ้าจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดีของการใช้ปูนขาวและโซดาไฟ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในกรณีที่ใช้ปูนขาวที่เป็นสารละลายขุ่นค่าซีโอดีมีค่าสูงกว่าในกรณีของการใช้น้ำปูนขาวใส ก็คงเป็นอิทธิพลของของแข็งแขวนลอยที่เกิดขึ้นหลังจากการปรับพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการสกิมมีค่ามากกว่าของน้ำเสียจากบ่อดักขางเพราะมีปริมาณขางในน้ำมากกว่า นอกจากนั้นค่าสภาพค่างก็สูงด้วยเพราะในการปรับพีเอชต้องใช้ปริมาณค่างมากกว่า ส่วนกรดระเหยก็มีค่ามากเช่นกัน เพราะขั้นตอนแรกของระบบบำบัดแบบไร้อากาศ คือการเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นกรดระเหยซึ่งแปรผันกับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ และเนื่องจากการทดลองยังไม่นานพอที่ระบบจะเข้าสู่สภาวะคงตัว คือยังไม่มีกรเปลี่ยนแปลงเป็นก๊าซมีเทนซึ่งเป็นขั้นตอนที่ 2 ดังนั้นการใช้ปริมาณกรดระเหยมีน้อยจึงทำให้ค่ากรดระเหยมีค่าสูงในช่วง 7 วันแรกของการทดลอง สรุปแล้วการปรับพีเอชของน้ำเสียจากกระบวนการสกิมต้องใช้ระยะเวลาการบำบัดนานกว่าน้ำเสียจากบ่อดักขางระบบจึงจะเข้าสู่สภาวะคงตัว คือสามารถมีความจุบัฟเฟอร์มากพอที่จะทำให้รักษาค่าพีเอชให้คง

ที่ได้ นั่นคือน้ำเสียที่พีเอชเริ่มต้นสูง และมีค่าปริมาณสารอินทรีย์ไม่สูงมาก ระบบสามารถคงสภาพบำบัดฟลูอิดได้เร็วมากหลังจากการปรับพีเอช แต่น้ำเสียที่มีความเข้มข้นสารอินทรีย์สูง หลังจากการปรับพีเอชระบบจะต้องใช้เวลาในการปรับสภาพบำบัดฟลูอิด ยิ่งถ้าค่าพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียดำ ๆ ก็ยังต้องใช้เวลาในการปรับเข้าสู่สภาวะคงตัว ดังนั้นในการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานน้ำยางชั้นจึงควรให้ความสำคัญของขั้นตอนการบำบัดขั้นต้นซึ่งเป็นกระบวนการคักขางในบ่อดักขางเพราะนอกจากจะทำให้สามารถลดความสกปรกในรูปของบีโอดี แล้วยังสามารถเพิ่มพีเอชขึ้นได้ระดับหนึ่ง

ตาราง4.49 แสดงการเปลี่ยนแปลง พีเอช ของน้ำเสียผสมระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกิมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นที่สัดส่วนต่างๆ

อัตราส่วน	พีเอช เริ่มต้น	วันที่				
		1	2	5	7	9
skim: bowl 1:2	3.5	2.85	3.28	3.87	3.61	5.18
	4.50	4.26	5.73	4.48	4.39	4.42
	5.00	4.72	4.72	5.26	5.61	5.59
	6.00	5.94	5.87	5.81	5.94	5.49
	7.60	6.73	6.44	5.88	5.9	6.43
1:3	3.50	2.97	4.08	3.44	3.67	4.39
	4.50	4.89	5.72	4.98	5.14	5.4
	5.00	5.27	5.74	4.99	5.58	5.64
	6.00	6.16	5.95	5.28	5.63	5.94
	7.60	6.6	6.46	5.87	6.03	6.38

อัตราส่วน skim:bowl	พีเอช เริ่มต้น	วันที่				
		1	2	5	7	9
1:4	3.50	2.98	3.68	3.51	3.64	3.88
	4.50	5.1	5.39	5.01	6	6.14
	5.00	5.48	4.56	4.94	5.02	6.04
	6.00	6.28	5.04	7.04	7.26	7.63
	7.60	6.68	6.26	6.49	6.42	6.69

ตาราง 4.50 แสดงค่าของแข็งทั้งหมด

อัตราส่วนน้ำ Skim : bowl	ของแข็งทั้งหมด (TS)			ค่า TS ที่ลดลง %
	ก่อนการลอยตัว(หลังการผสม)		หลังการลอยตัว	
	วิเคราะห์ได้ (มก/ล)	คำนวณ (มก/ล)	(มก/ล)	
1:0	17276	-	-	-
0:1	5620	-	-	-
1:1	11134	11448	10546	5.28
2:1	13886	13390	12164	9.12
4:1	15036	14945	14388	4.3
9:1	16406	16110	15902	3.07

1:3	8726	8534	8285	11.09
1:4	7649	7951	7688	
1:5	7336	7562	8912	
1:9	6458	6785	10204	

ตารางที่ 4.50 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลง ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำเสียหลังจากมีการผสมน้ำเสียจากกระบวนการสกิม และน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางชั้น ที่สัดส่วนต่าง ๆ โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหลังการผสมทันที และหลังจากลอยตัว (หลังการผสมประมาณ 1 ชม.) พบว่าสัดส่วนน้ำสกิมต่อ น้ำล้างโบว์ลสูง เช่น 2 : 1, 4 : 1 และ 9 : 1 ความเข้มข้นของแข็งทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้จะมากกว่าที่คำนวณเพราะจะมีการจับตัวของยางในบ่อตกยาง และยังไม่มีการลอยตัว และการจับตัวก็จะเกิดขึ้นเร็วทำให้มีส่วนของยางกระจายน้อยลงทำให้วิเคราะห์ค่า TS ได้มากกว่าค่าเฉลี่ยและยางที่มีการจับตัวนี้เป็นอนุภาคใหญ่ จะลอยแยกตัวจากชั้นน้ำใสได้เร็วจะสังเกตเห็นความเข้มข้น TS ของชั้นน้ำใสมีน้อยกว่าทั้งค่าที่คำนวณได้ และค่าที่วิเคราะห์ได้ส่วนที่สัดส่วนของน้ำสกิมต่อน้ำล้างโบว์ล ต่ำ ๆ เช่น 1 : 4, 1 : 5 และ 1 : 9 จะได้ค่าที่วิเคราะห์ได้ต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้ ทั้งนี้เพราะที่สัดส่วนน้ำล้างโบว์ลมาก จะทำให้เกิดการจับตัวได้น้อย หรือมีการจับตัวได้มีค่าน้อยขนาดเล็กลง จะสังเกตเห็นน้ำยางจะยังคงมีสีขาว แสดงถึงปริมาณน้ำยางยังมีส่วนของชั้นน้ำมาก เมื่อทำการวิเคราะห์ค่า TS หลังการลอยตัวก็ได้ค่ามากสรุปสัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำสกิมกับน้ำล้างโบว์ลควรอยู่ในช่วง 2 : 1 – 1 : 3 โดยการลอยตัวจะเกิดขึ้นทันทีหลังการกวนผสมทำให้สามารถลดคของแข็งได้ 3.07 – 11.09%

ตาราง 4.51 แสดงการลอยตัวของยาง และการเปลี่ยนแปลง พีเอช ของส่วนผสมระหว่างน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตยางสกิมและน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น

ค่าเริ่มต้น				พีเอช		
Skim / bowl	ซีโอดี	ของแข็งแขวนลอย (มก/ล)	พีเอช	t=2วัน	t=5วัน	t=20วัน
1:0	14400	876	1.72	1.76	1.75	1.78
0:1	7520	1040	7.67	7.16	6.96	6.15
1:1	8266	528	1.89	1.97	1.87	1.92
3:1	12680	1008	1.78	1.84	1.79	7.76
5:1	16000	1055	1.78	1.78	1.80	1.82
1:3	4000	336	2.16	2.25	2.06	2.15
1:5	3680	204	2.40	2.41	2.35	2.32

หลังการผสมระหว่างน้ำเสียจากกระบวนการสกิมและน้ำเสียจากการล้างโบว์ล ด้วยสัดส่วน ต่าง ๆ น้ำเสียจากกระบวนการสกิม ซึ่งมีความเป็นกรดมีเอช 1.72 เมื่อทิ้งไว้ตลอดเวลา 20 วัน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพีเอชแสดงว่าในสภาวะที่มีพีเอชต่ำระดับนี้แบคทีเรียไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ทำให้ไม่มีการย่อยสลาย ส่วนในกรณีของน้ำจากการล้างโบว์ลซึ่งมีพีเอชประมาณ 7.67 นั้นเมื่อทิ้งไว้หลาย ๆ วัน พีเอชลดลงเพราะมีการย่อยสลายโดย ในการย่อยสลายขั้นต้นของระบบย่อยสลายแบบไร้อากาศนั้นจะให้กรดอินทรีย์ ซึ่งทำให้พีเอชของระบบลดลง

ตารางที่ 4.52 4.53 เป็นการปรับพีเอชของน้ำเสียด้วย NaOH และปูนขาวตามลำดับ โดยให้พีเอชสุดท้ายเท่ากับ 7.2 พบว่าที่สัดส่วนที่มีปริมาณน้ำสกิมมาก จะมีการลดลงของพีเอชประมาณถึงวันที่ 10 แล้วจึงค่อย ๆ มีการปรับพีเอชเพิ่มขึ้น พีเอชมากกว่า 7 ที่เวลา 20 วัน ส่วนที่มีปริมาณน้ำสกิมมีสัดส่วนไม่มาก เมื่อเทียบกับน้ำล้างโบว์ลเช่น 1 : 1, 1 : 3 และ 1 : 5 พบว่าการปรับลดพีเอชจะเกิดขึ้นในช่วง 5 วันแรก หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ปรับขึ้น ซึ่งผลนี้ก็เกิดขึ้นเช่นเดียวกับในกรณีที่ใช้ปูนขาวปรับพีเอช

ส่วนประสิทธิภาพการลดค่า ซีโอดี พบว่าการใช้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ปรับพีเอชจะมีการลดซีโอดีได้มากกว่ากรณีการใช้ NaOH เล็กน้อย ในช่วง 5 - 10 วันหลังการปรับพีเอช โดยจะเห็นชัดเจนถึงความแตก

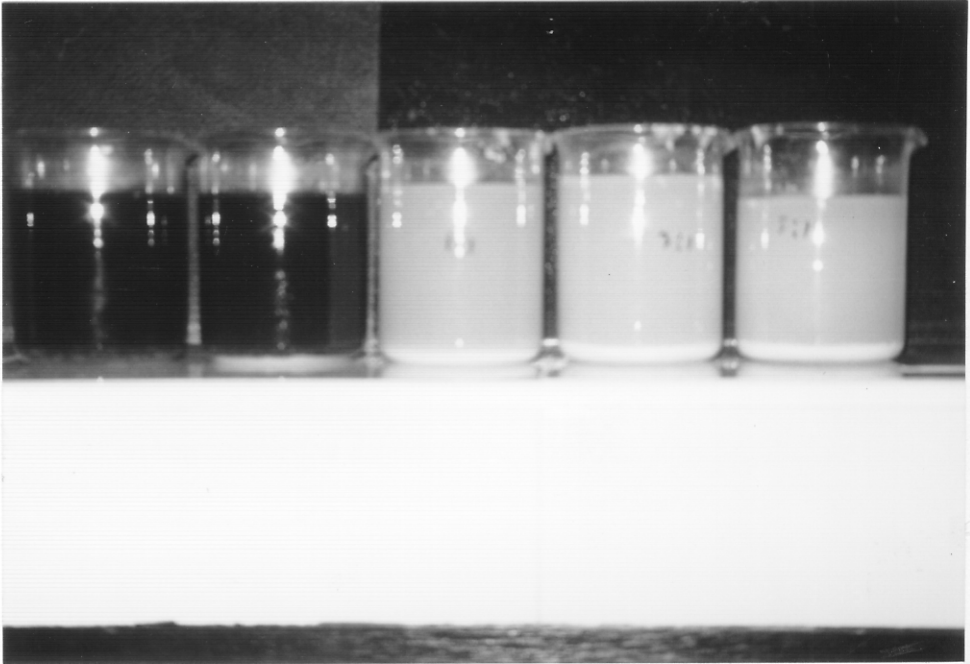
ต่างในช่วง 5 วันแรก ทั้งนี้อาจสังเกตได้จากค่าพีเอชของน้ำเสียในกรณีใช้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ นั้นมีการปรับลดลงน้อยกว่าในกรณีการใช้ NaOH ในช่วง 6 วันแรกและที่เวลามากกว่า 10 วัน ซึ่งอาจสังเกตุดจากการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเช่นสี จะเห็นว่าการใช้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ทำให้ anaerobic bacteria ปรับตัวได้ง่ายกว่า ในกรณีที่ใช้ NaOH นั่นคือ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ช่วยทำให้การปรับตัวของกระบวนการดีกว่า กรณีที่ใช้ NaOH สังเกตุดจากการเปลี่ยนสีเป็นสีดำของน้ำซึ่งจะเกิดได้เร็วและง่ายกว่า ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4.34 และ 4.35 ตามลำดับ แนวโน้มของการปรับลดค่า ซีโอดี โดยการใส่ค่าทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน แต่การใช้ NaOH ปรับ pH สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนผสมต่างๆกันจะมีความแตกต่างกันชัดเจนกว่าในกรณีใช้ $\text{Ca}(\text{OH})_2$

ตาราง 4.52 แสดงคุณภาพน้ำ(พีเอชเริ่มต้น= 4)หลังปรับ พีเอช 7.2 ด้วย NaOH

อัตราส่วน	ซีโอดี (mg / l)			พีเอช					
	19-Aug	5 วัน	10 วัน	5 วัน	6 วัน	7 วัน	9 วัน	10 วัน	20 วัน
1:1	6880	7360	9520	4.75	4.78	4.79	5.01	5.20	7.67
3:1		13440	10080	4.90	4.90	4.89	4.97	5.04	7.30
5:1	10666	13280	9760	5.02	4.86	4.83	4.86	5.00	7.00
1:3		3040	1680	5.40	5.35	5.66	6.72	7.30	7.76
1:5	2720	4000	880	5.88	6.41	7.02	7.45	7.48	7.51

ตาราง 4.53 แสดงคุณภาพน้ำ(พีเอชเริ่มต้น= 4)หลังปรับ พีเอช 7.2 ด้วย $\text{Ca}(\text{OH})_2$

อัตราส่วน	ซีโอดี (มก/ล)					พีเอช			
	19-Aug	คำนวณ	2 วัน	5 วัน	10 วัน	5 วัน	6 วัน	7 วัน	10 วัน
1:1	7360	10960	7840	5440	4800	5.31	4.89	5.00	5.12
3:1	9333	12680	12800	9760	9440	5.47	4.98	4.89	4.96
5:1	12000	13253	11733	10080	9440	6.41	5.05	4.88	4.79
1:3	3440	9240		3200	1440	6.19	6.49	6.75	6.97
1:5	2480	8666		1600	960	6.31	6.78	7.13	7.18



รูปที่ 4.34 การเปลี่ยนแปลงของระบบบำบัดแบบไร้อากาศ หลังการใช้ต่าง Ca(OH)_2 ปรับสภาพน้ำเสียที่มีส่วนผสม น้ำเสียจากกระบวนการสกิม: น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น 1:5, 1:3, 1:1, 3:1 และ 5:1 ตามลำดับ



รูปที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงของระบบบำบัดแบบไร้อากาศ หลังการใช้ต่าง NaOH ปรับสภาพน้ำเสียที่มีส่วนผสม น้ำเสียจากกระบวนการสกิม: น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น 1:5, 1:3, 1:1, 3:1 และ 5:1 ตามลำดับ

ตาราง 4.54 แสดงคุณภาพน้ำ(พีเอชเริ่มต้น= 4)หลังปรับค่า พีเอช เป็น 7.6 ด้วย NaOH

อัตราส่วน	1 วัน		20 วัน	
	พีเอช	ซีโอดี (มก/ล)	พีเอช	ซีโอดี (มก/ล)
Skim: bowl				
1:1	6.61	4320	7.28	
3:1	13760	6.73	1760	6.78
5:1	15040	7.40	1760	7.53
1:3	4320	6.75	1440	7.76
1:5	3200	6.90	1120	7.53

ตาราง 4.55 แสดงคุณภาพน้ำ(พีเอชเริ่มต้น= 4)หลังปรับค่า พีเอช เป็น 7.6 ด้วย ปูนขาว

อัตราส่วน	1 วัน		20 วัน	
	ซีโอดี (มก/ล)	พีเอช	ซีโอดี (มก/ล)	พีเอช
Skim: bowl				
1:1	8800	6.91	4800	6.74
3:1	13760	7.49	3600	6.38
5:1	15040	7.52	3440	7.11
1:3	4320	7.15	1120	7.67
1:5	3200	7.20	800	7.58

ส่วนการปรับพีเอชของน้ำเสียให้พีเอชสุดท้ายเท่ากับ 7.6 ด้วย NaOH และปูนขาวตามลำดับ ซึ่งแสดงผลในตารางที่ 4.54,4.55 นั้น พบว่าที่เวลาผ่านไป 20 วันประสิทธิภาพของ NaOH สูงกว่าการปรับพีเอชด้วย ปูนขาวโดยจะเห็นได้ชัดในกรณีที่มีสัดส่วนของยาสกิมมากเช่นที่ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตสกิม: น้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้น เท่ากับ 1:1,3:1 และ 5:1 ทั้งนี้เพราะพีเอชสุดท้ายมีค่าที่ลดลง(6.74, 6.38 และ 7.11 ตามลำดับ) ในกรณีที่ใช้ปูนขาวเป็นตัวปรับพีเอช

ลักษณะสมบัติน้ำเสีย (เฟลเท็กซ์ 16 กย.)

น้ำจากกระบวนการต่างๆ	พีเอช	ซีโอดี(มก/ล)	บีโอดี(มก/ล)	SS(มก/ล)
น้ำล้าง bowl	9.17	38624	36000	4296
น้ำจากกระบวนการ skim	4.92	24684	14800	1260
น้ำหลัง rubber trap	5.17	2801	2520	196

ตารางที่ 4.56 การเปลี่ยนแปลง พีเอชของน้ำส่วนผสมที่สกัดส่วน น้ำจากกระบวนการผลิตยางสกิม: น้ำจากกระบวนการผลิตน้ำยางชั้นที่สกัดส่วน ต่างๆ

สกัดส่วนโดยปริมาตร	พีเอช					หมายเหตุ
	t= 1 วัน	t= 2 วัน	t=3 วัน	t=4 วัน	t=7 วัน	
skim : bowl						ความหนาตะกอน
1:1	5.617	5.593	5.724	5.369	4.049	0.5
2:1	5.235	5.193	4.927	4.656	4.284	0.5
3:1	5.217	5.062	4.838	4.503	4.200	0.5
4:1	5.085	4.994	4.816	4.538	4.182	0.5
5:1	5.036	4.931	4.805	4.544	4.125	0.5
6:1	5.033	4.891	4.795	4.524	4.090	0.5
7:1	5.020	4.861	4.774	4.519	4.060	0.5
8:1	5.007	4.820	4.757	4.516	4.056	0.5
9: 1	4.971	4.792	4.752	4.503	4.049	0.5
10:1	4.923	4.759	4.747	4.498	4.035	0.5
1:2	6.384	6.406	6.259	6.124	4.185	1.5
1;3	7.016	7.121	6.997	6.922	5.547	1.3
1:4	7.478	7.623	7.428	6.930	6.334	1.5
1:5	8.237	8.212	7.895	7.460	6.599	
1:6	8.497	8.466	8.086	7.524	6.489	
1:7	8.689	8.663	8.247	8.258	6.635	1.5
1:8	8.748	8.758	8.326	8.351	6.703	1.5
1:9	8.725	8.750	7.748	7.498	7.020	1.3
1:10	6.214	6.335	6.274	6.197	4.569	1

ตาราง 4.57 แสดง % ซีโอดีที่กำจัดได้

สัดส่วนโดยปริมาตร skim / bowl	วันที่ 1		วันที่ 2		วันที่ 3		วันที่ 4		วันที่ 7	
	ซีโอดี (มก/ล)	% CODr	ซีโอดี (มก/ล)	% CODr	ซีโอดี (มก/ล)	% CODr	ซีโอดี (มก/ล)	% CODr	ซีโอดี (มก/ล)	% CODr
1:1	31654		23174	26.78	17136	45.86	17299	45.34	13599	57.03
2:1	29331								13130	55.23
3:1	28169		20563	27.00	16973	39.75	14361	49.19	14068	50.05
4:1	27472								14694	46.51
5:1	27007		18115	32.92	17952	33.53			18133	32.85
6:1	26675								15632	41.39
7:1	26426		19747	25.27	17462	33.92			16882	36.10
8:1	26232								14994	42.83
9:1	26078		20073	23.03	18441	29.38			16569	36.36
10:1	25951								17820	31.33
1:2	33977		18278	46.20	14688	56.77	29376	13.54	10160	70.09
1:3	35139								8988	74.42
1:4	35836				26656	25.61			9770	72.73
1:5	36300								13678	62.32
1:6	36632				27744	24.26	30600	16.47	22275	39.19
1:7	36881								30091	18.41
1:8	37075				28288	23.70			23838	35.70
1:9	37230								19540	47.52
1:10	37356		10771	71.17	14144	62.21	23664	36.65	2735	92.70

ตารางที่ 4.56 เมื่อผสมน้ำจากกระบวนการสกิมกับน้ำล้างโบว์ลที่สัดส่วนต่าง ๆ พบว่าพีเอชของส่วนผสมมีค่าต่ำเพราะน้ำจากกระบวนการสกิมมีค่าพีเอชต่ำมาก โดยพีเอชของน้ำจากการล้างโบว์ลมีผลต่อพีเอชค่อนข้างน้อยซึ่งสังเกตได้จากส่วนผสมในอัตราส่วน 1 : 3 และ 1 : 5 ทั้งนี้เพราะมีส่วนของขางที่ตกตะกอนแยกออกมาจากส่วนผสมจะจาก ตาราง 4.57 จะเห็นว่าค่า ซีโอดี ที่ได้จากการวิเคราะห์จะมีค่าต่ำมากและมีความแตกต่างกับค่า ที่ได้จากการคำนวณ เช่นเดียวกับค่า SS นอกจากนี้จะเห็นว่าในการผสมจะทำให้ค่าซีโอดีลดลงเพราะมีการแยกตัวของขาง นอกจากส่วนผสม 3 : 1 และ 5 : 1 ที่ซีโอดีเพิ่มขึ้นอาจเป็นไปได้ว่าในสัดส่วนของน้ำเสียจากกระบวนการสกิมซึ่งมากระดับนี้ทำให้การละลายขางมากขึ้น จึงทำให้วิเคราะห์ได้ค่าสูงกว่าค่าจากการคำนวณ โดยสรุปแล้วการผสมทำให้ลดค่า ซีโอดี ยกเว้น 3:1 , 5:1 ที่เพิ่ม ซีโอดี ถ้าพิจารณาประสิทธิภาพพบว่า มีหลายสัดส่วนที่มีประสิทธิภาพดี แต่ที่เหมาะสมควรเป็นช่วง 1:2 ถึง 1:5 เพราะหลังการผสมพีเอชไม่ต่ำเกินไป ทำให้ไม่ยุ่งยากในการที่จะทำการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดทางชีวภาพในขั้นตอนต่อไป