

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ลักษณะของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด

คุณลักษณะของน้ำเสียจากโรงงานขนมจีนที่เข้ารับการศึกษานี้ เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงงานในการผลิตขนมจีน รวมทั้งน้ำเสียจากการล้างภาชนะอุปกรณ์ และการล้างพื้น มีปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบเฉลี่ยวันละ 1,804 ลิตร น้ำเสียมีสีขาวขุ่น มีความเป็นกรดอ่อนๆ มีปริมาณสารอินทรีย์และปริมาณสารแขวนลอยสูง ดังรายละเอียด ตามตารางที่ 6-8

ตารางที่ 6 ลักษณะของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัด

พารามิเตอร์ที่วัด	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)*
พีเอช	4.13 (0.46)
ซีรอดี (มก/ล)	9507.63 (1851.79)
สารแขวนลอย (มก/ล)	2821.12 (1490.81)
สภาพความเป็นด่าง (มก/ล)	214.72 (157.75)
ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต)	
กรดวลาไทล์ (มก/ลในรูปของกรดอะซิติก)	646.70 (460.39)
กรดวลาไทล์/สภาพความเป็นด่าง	2.16 (2.167)

* ระยะเวลาศึกษาช่วง 1-25 พฤศจิกายน 2536

น้ำเสียจากโรงงานขนมจีนมีคุณลักษณะที่สำคัญดังนี้

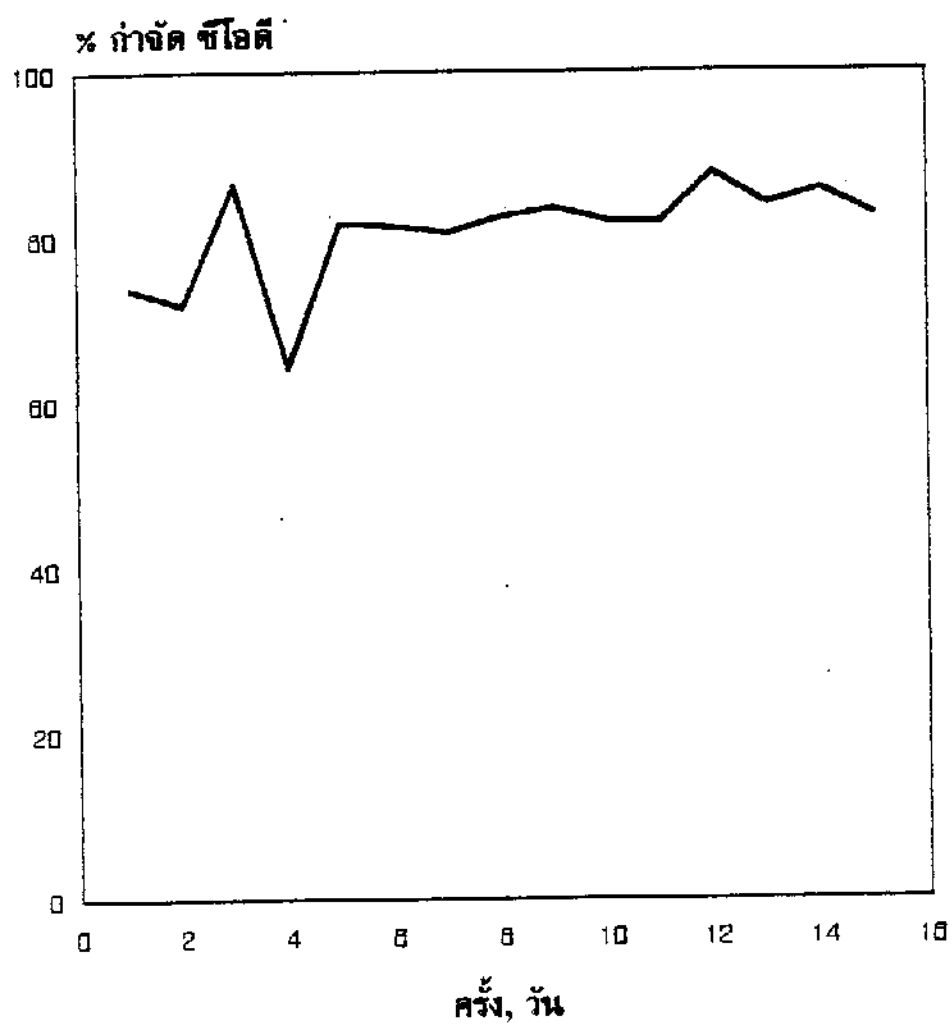
- 1) สีของน้ำเสียจากโรงงานขนมจีนมีสีขาวขุ่น
- 2) อุณหภูมิของน้ำเสียในถังตกตะกอน และถังกรอง มีอุณหภูมิ 34⁰-35⁰ซ. ซึ่งเหมาะสำหรับการทำงานของแบคทีเรีย
- 3) น้ำเสียมีพีเอชเฉลี่ย 4.13 มีสภาพความเป็นด่างเฉลี่ย 214.72 มก/ล. ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต
- 4) สารแขวนลอยของน้ำเสียมีปริมาณเฉลี่ย 2821.12 มก/ล. สารแขวนลอยในน้ำเสียส่วนใหญ่เป็นแป้งที่ละลายอยู่ในน้ำเสียและเป็นตะกอนแป้ง
- 5) น้ำเสียจากโรงงานขนมจีนมีปริมาณสารอินทรีย์อยู่เป็นปริมาณสูง โดยมีค่าชีโรดีเฉลี่ย 9507.63 มก/ล. มีปริมาณสารอินทรีย์วัดในรูปชีโรดีเฉลี่ย 5.06 กก./ม³/วัน

ตารางที่ 7 ลักษณะทางกายภาพของระบบกรองไม่ใช้ออกซิเจนที่ใช้ในการทดลอง

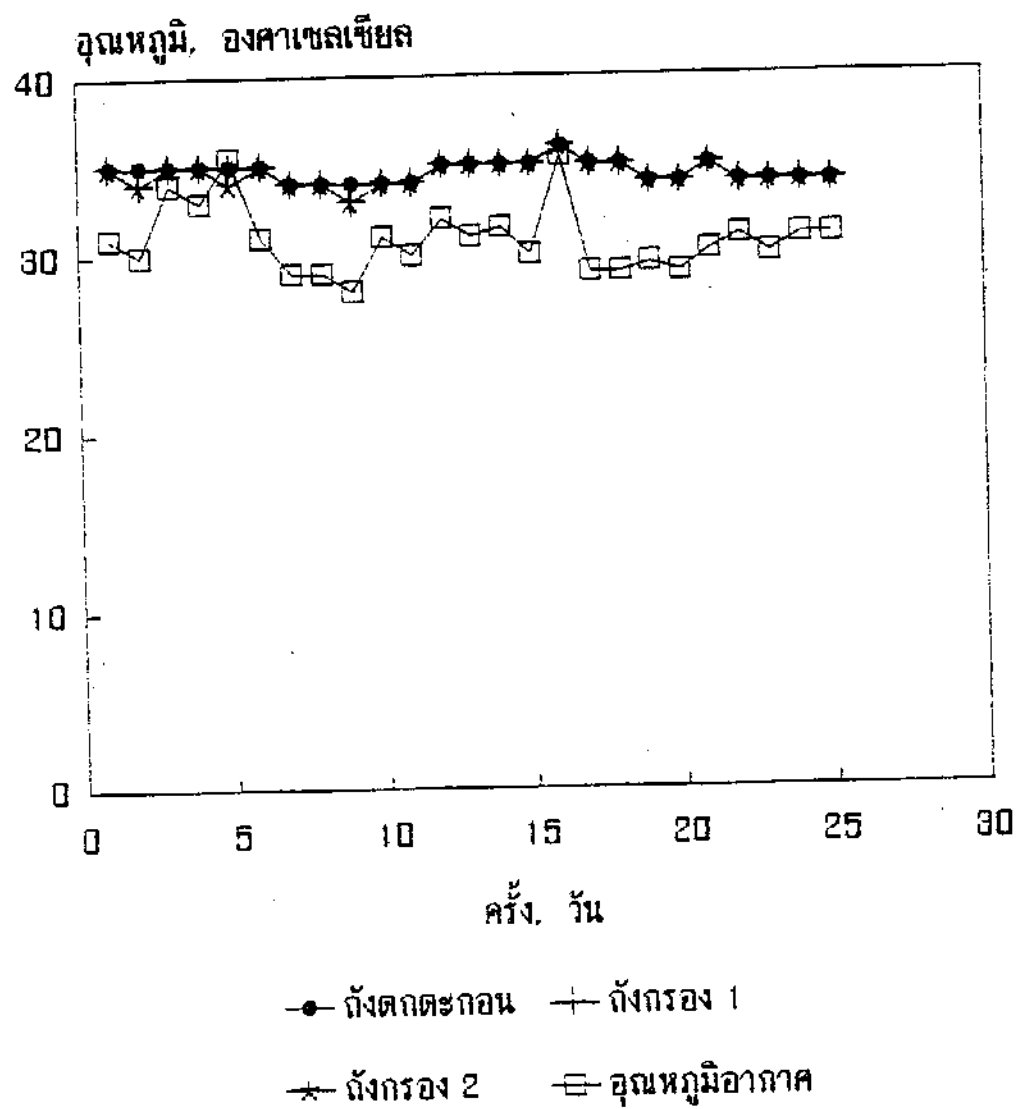
ชนิดของถัง ปริมาตรก่อนบรรจุ ปริมาตรตัวกรอง ปริมาตรช่องว่าง ความสูงของ				
	ตัวกรอง (ลิตร)	(ลิตร)	ภายในถัง (ลิตร)	ตัวกรอง (เมตร)
ถังตกตะกอน	1,970	0	1,970	-
ถังกรอง 1	1,440	723	717	1.20
ถังกรอง 2	1,410	709	701	1.20
ระบบกรอง	4,820	1,432	3,388	1.2
ไม่ใช้ออกซิเจน				

ตารางที่ 8 ปริมาณสารอินทรีย์ของน้ำเสียที่ผ่านแต่ละถังและระบบกรองน้ำใช้ออกซิเจน

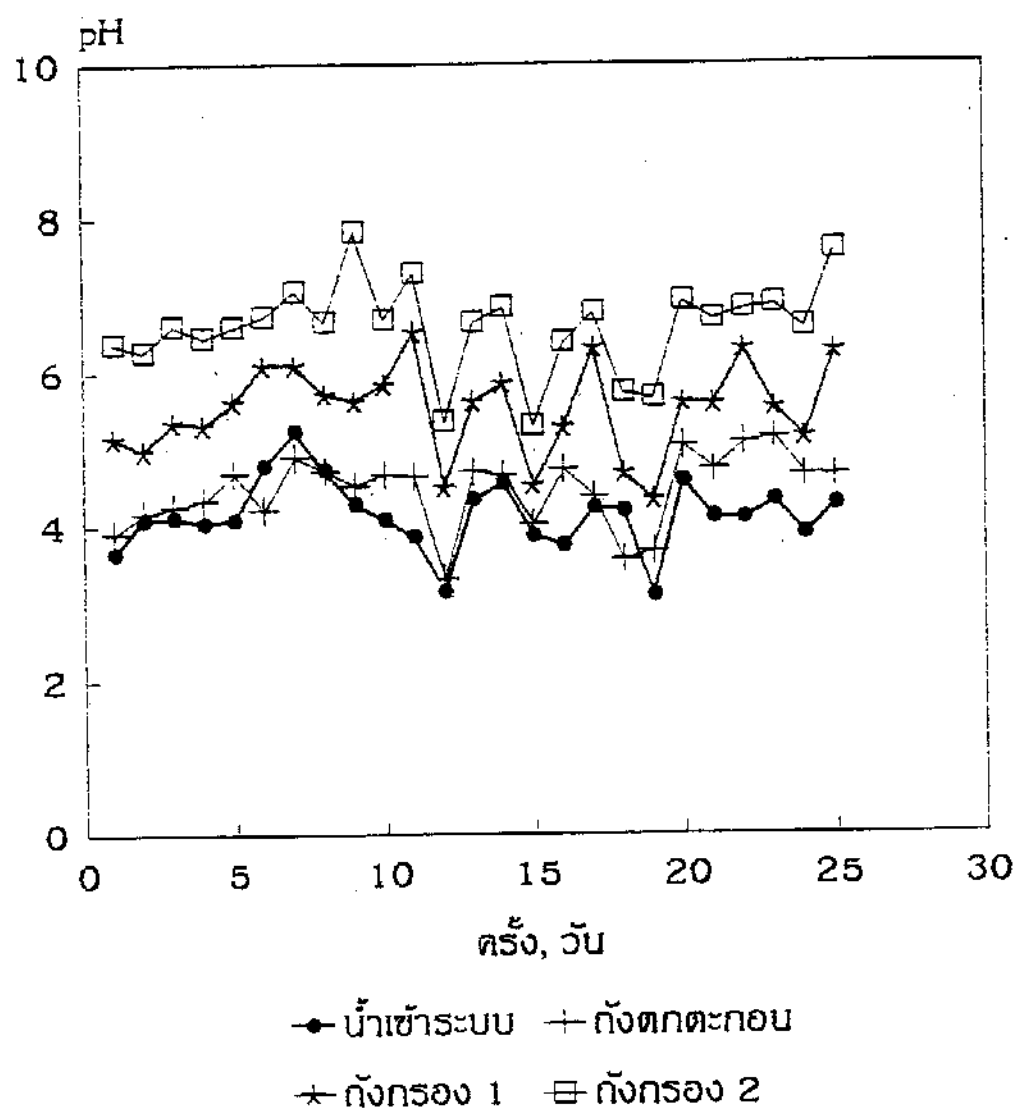
ชนิดของถัง	ปริมาตรถัง (ลิตร)	อัตราการไหล ของน้ำเสีย (ลิตร/วัน)	ค่าซีโอดี (มก/ล)	ปริมาณสารอินทรีย์ (กก.ซีโอดี/ม ³ /วัน)
ถังตกตะกอน	1,970	1,804	9,507.63	8.706
ถังกรอง 1	717	1,804	6,063.70	15.256
ถังกรอง 2	701	1,804	3,738.28	9.620
ระบบกรอง น้ำใช้ออกซิเจน	3,388	1,804	9,507.63	5.06



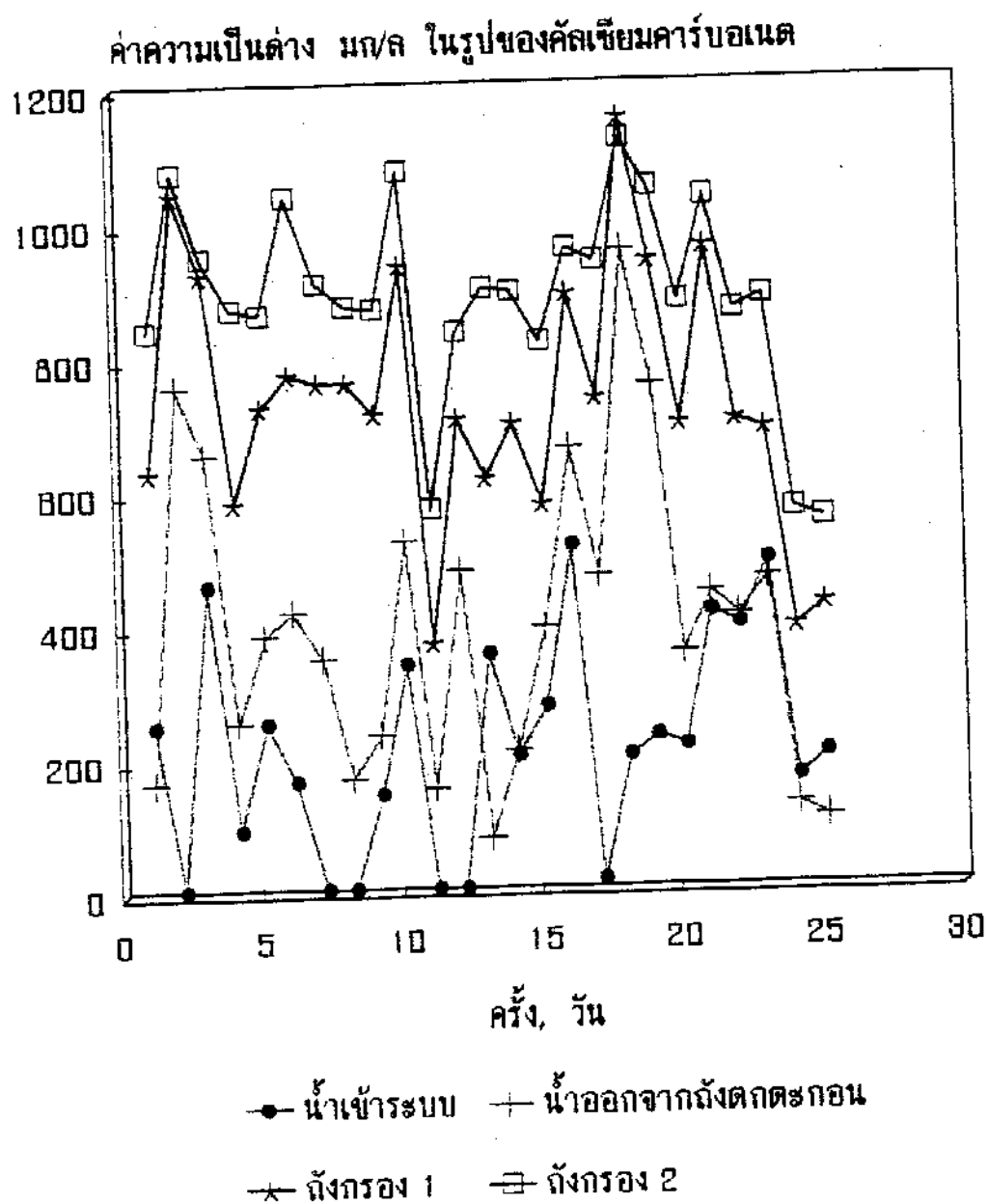
ภาพที่ 7 ประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีของระบบขณะ เริ่มต้นการทดลอง



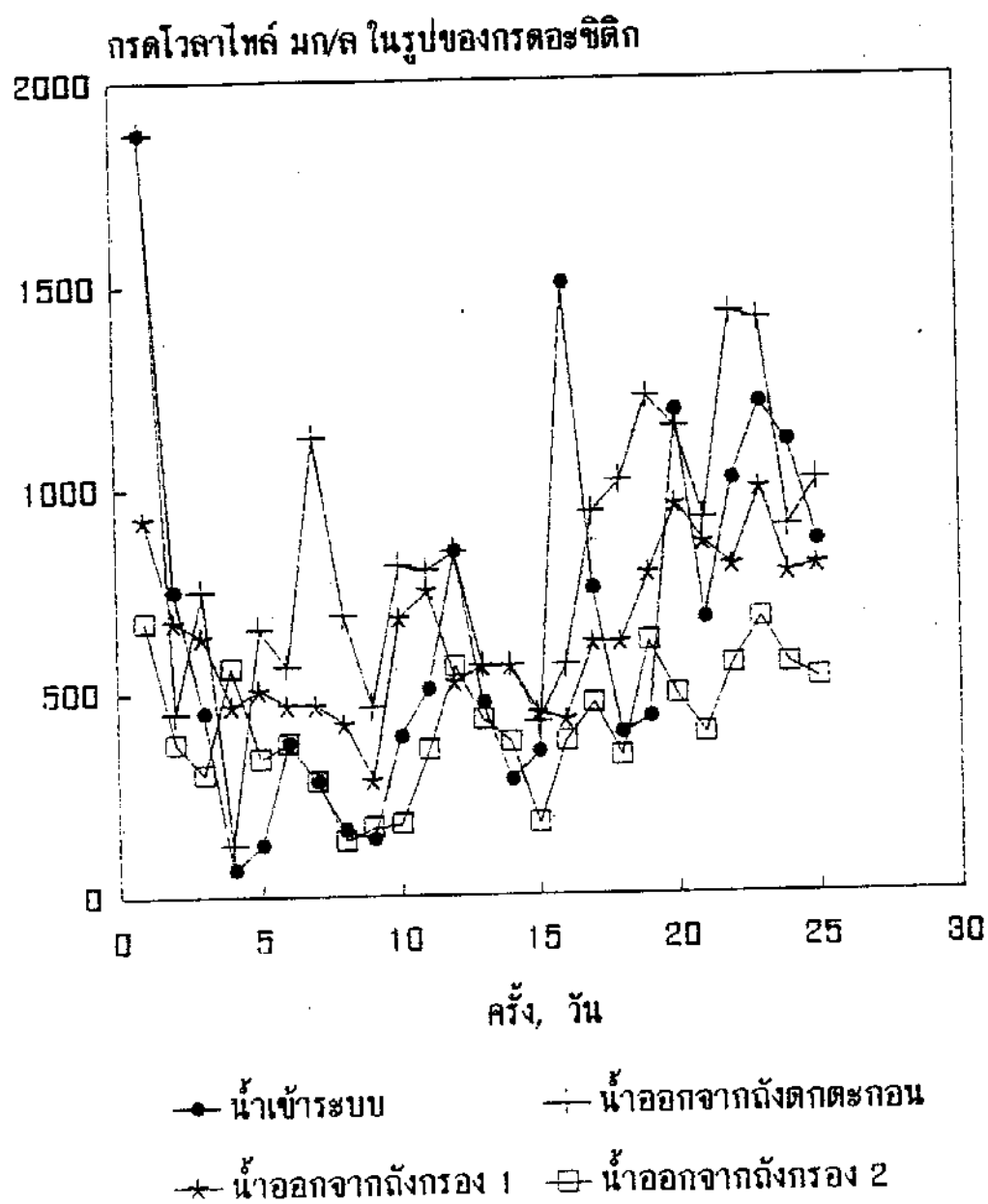
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในถึงตกตะกอน ถึงกรอง และอุณหภูมิอากาศ



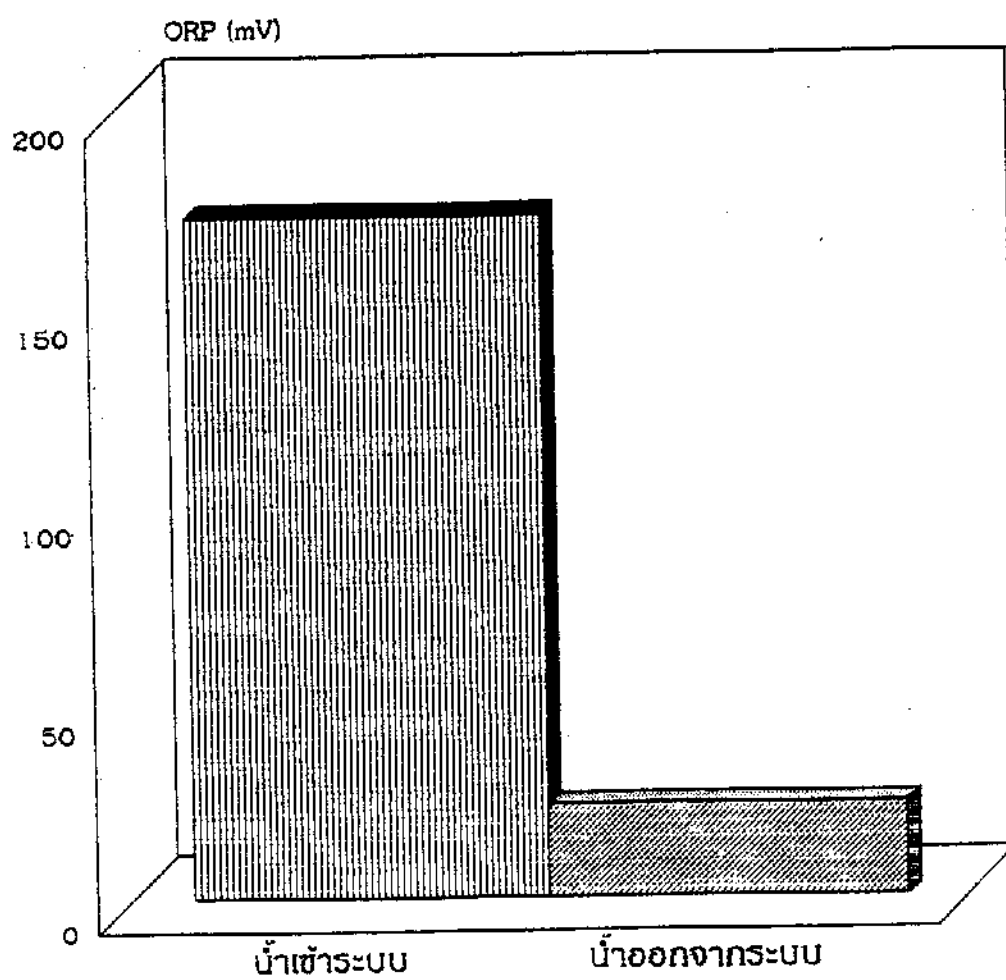
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของน้ำเสียที่เข้าและออกจากกังตกตะกอน และกังกรอง



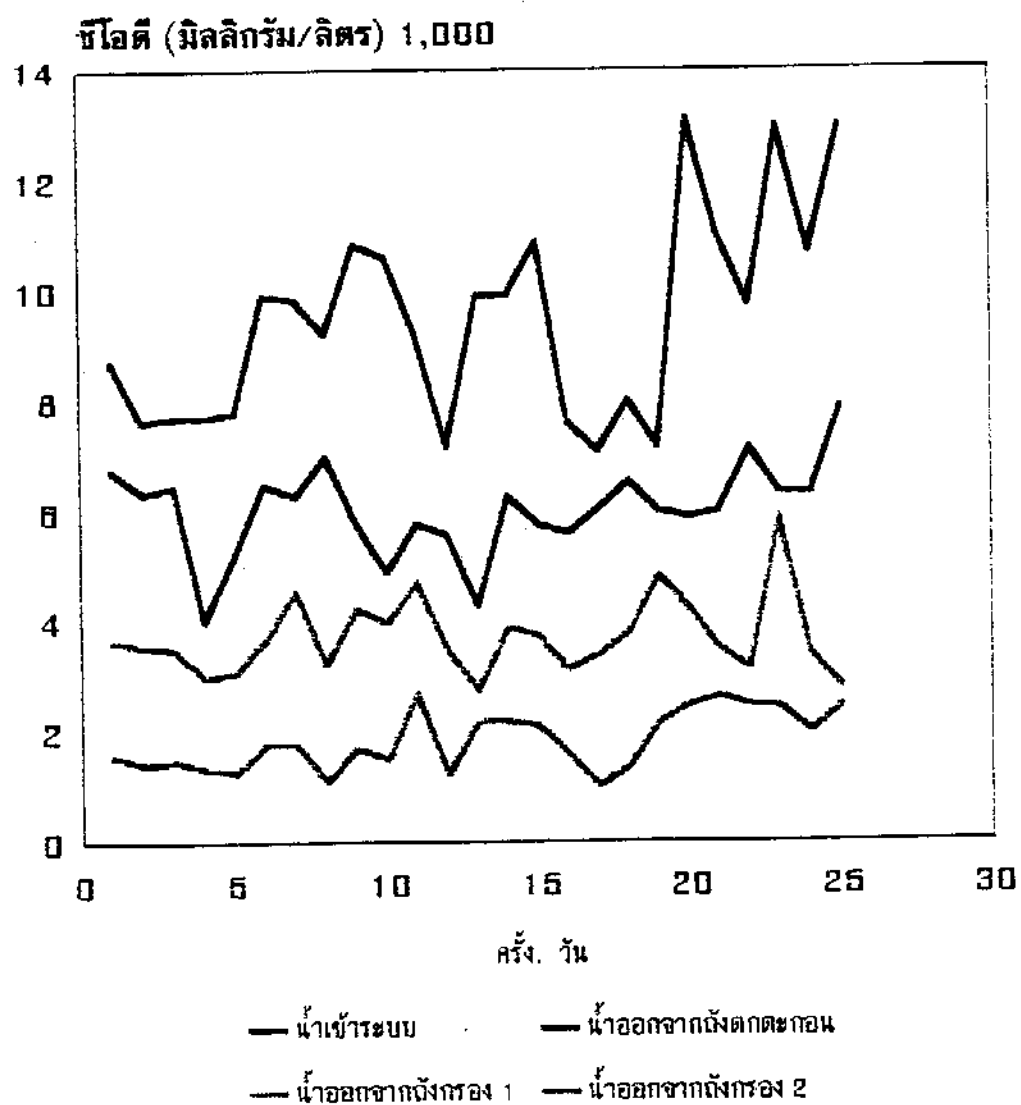
ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่างในน้ำเสียที่เข้าและออกจาก ถังตกตะกอนและถังกรอง



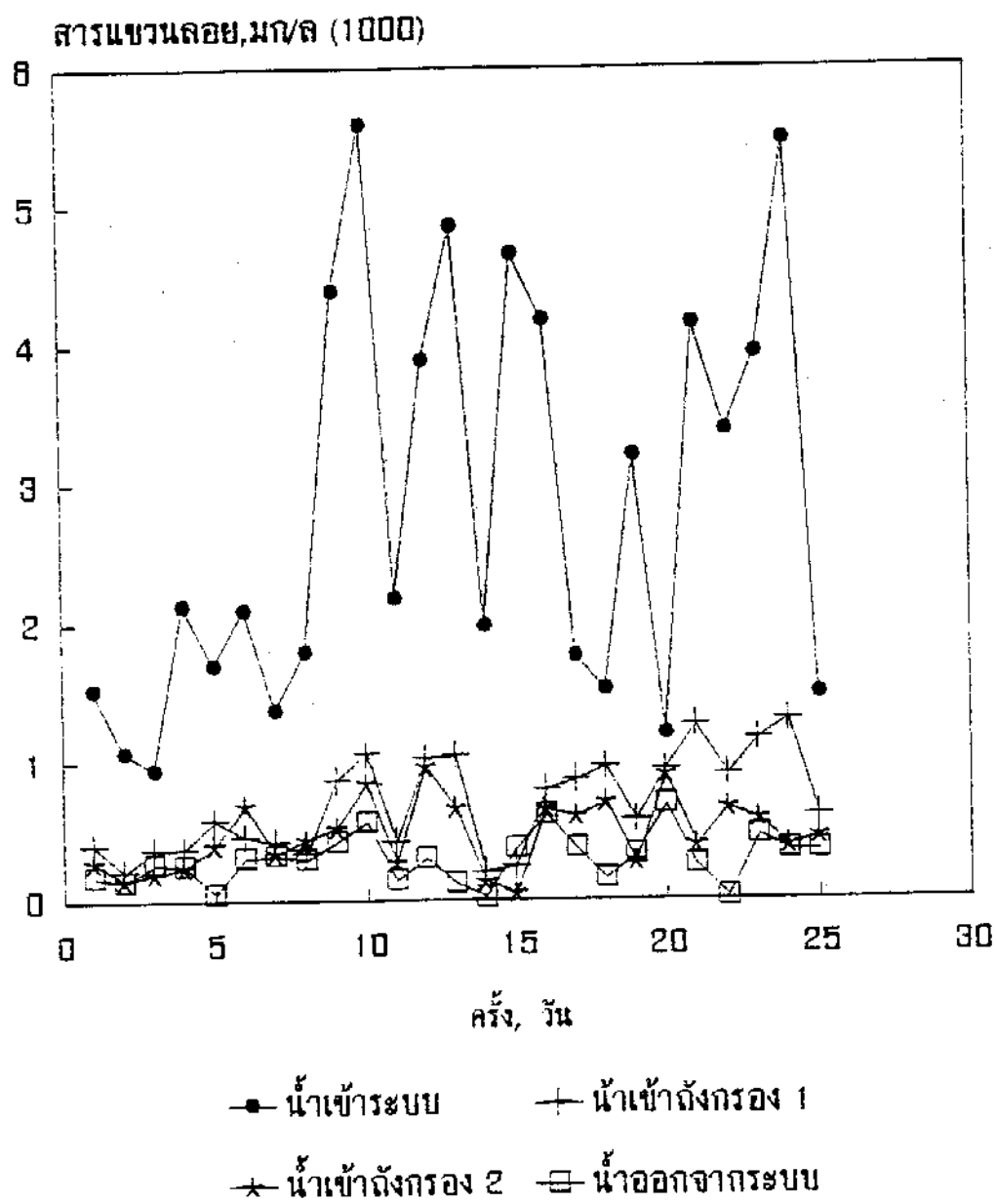
ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงของกรดไวลาไทล์ในน้ำเสียที่ออกจากถังตกตะกอนและถังกรอง



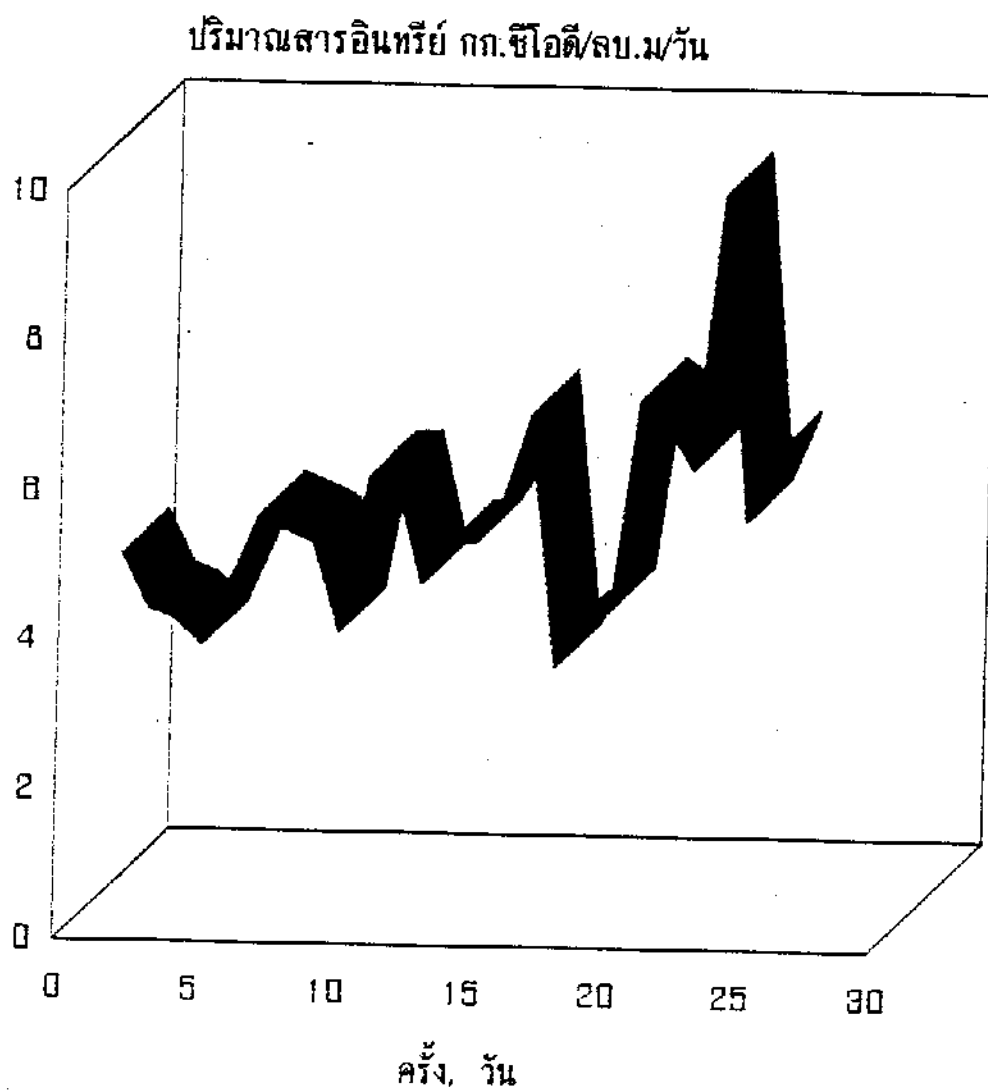
ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ย ORP ของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบ



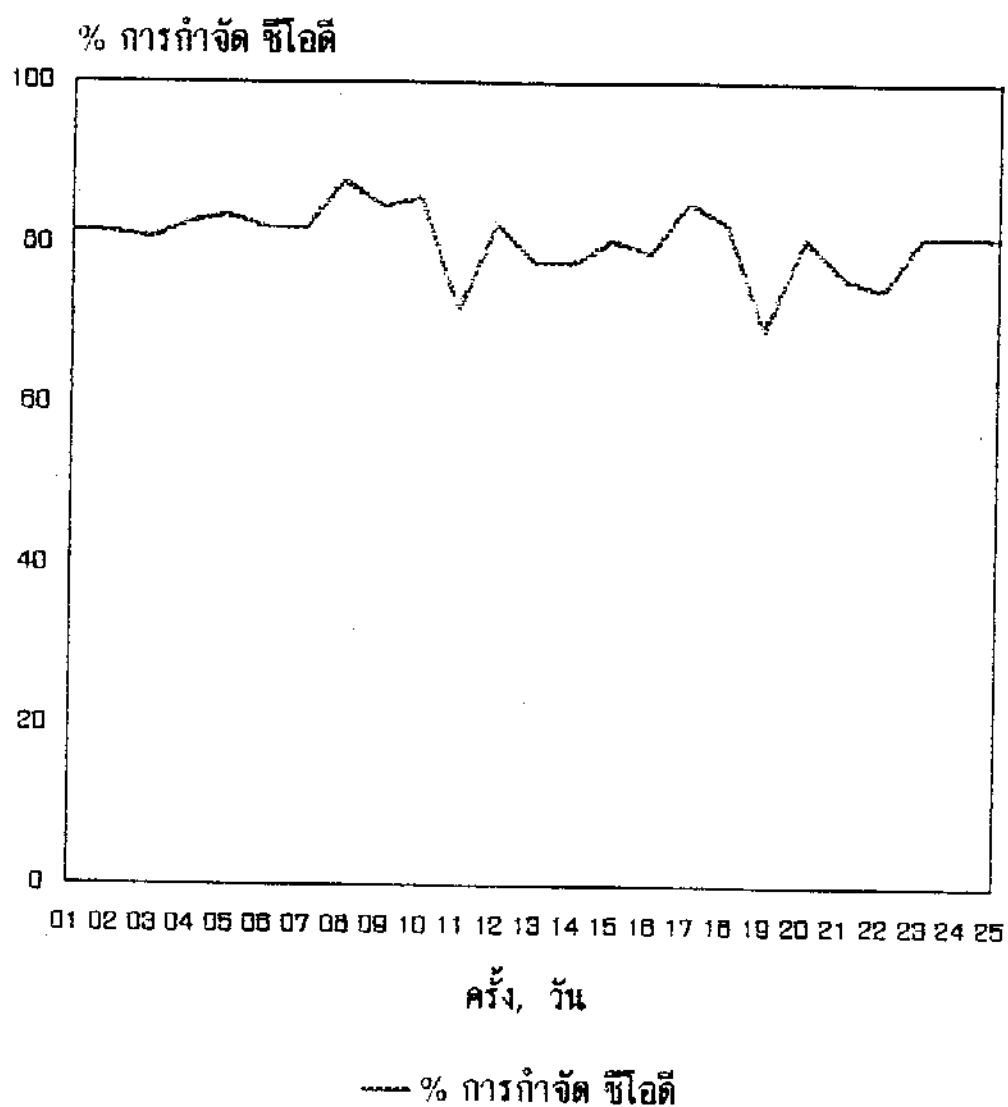
ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าซีไอดีของน้ำเสียที่เข้าและออกจากถังตกตะกอน และถังกรอง



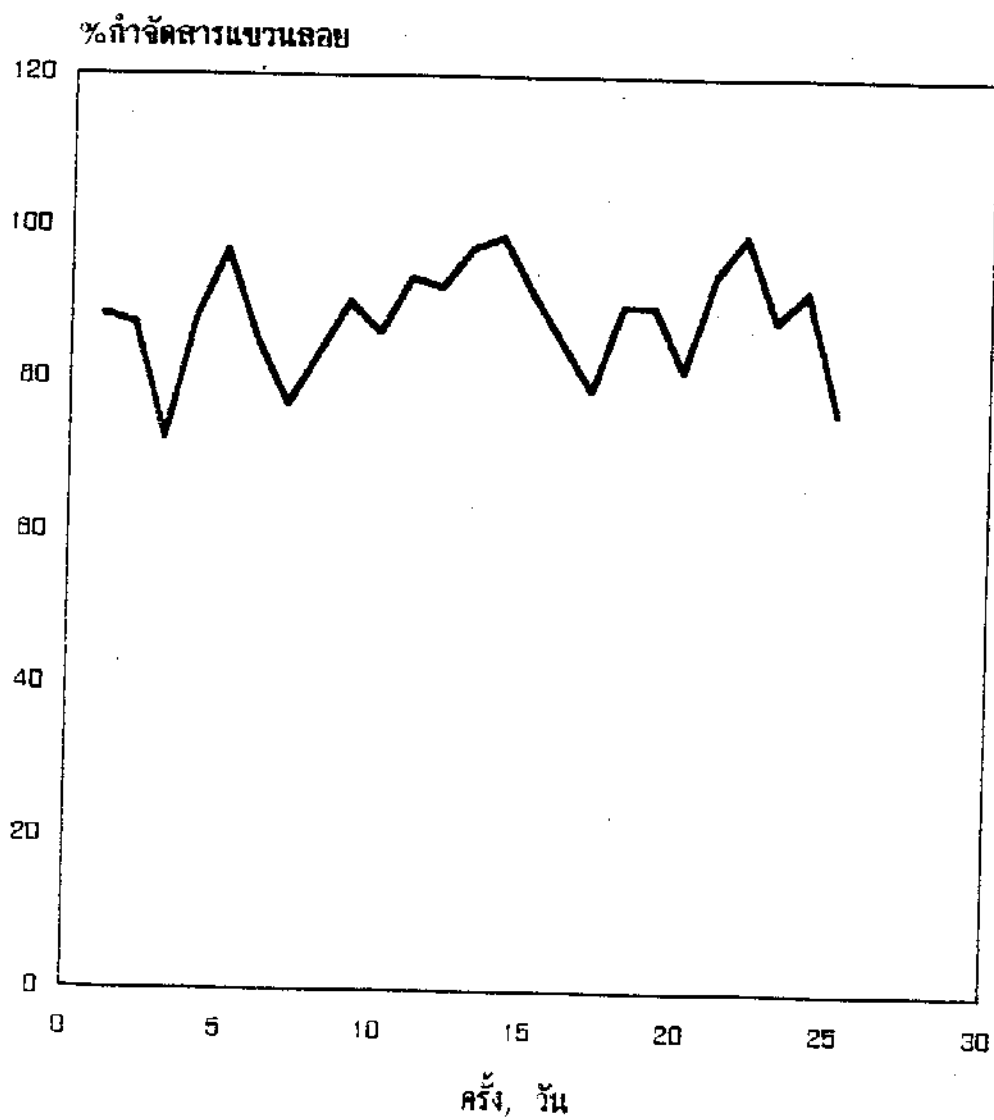
ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงของสารแขวนลอยในน้ำเสียที่เข้าและออกจาก
ถังตกตะกอนและถังกรอง



ภาพที่ 15 ปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบกรองน้ำใช้ออกซิเจน



ภาพที่ 16 ประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีของระบบกรองน้ำช้ออกซิเจน



ภาพที่ 17 ประสิทธิภาพการกำจัดสารแขวนลอยของระบบกรองไม่ใช้ออกซิเจน

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่าซีรอดีน้ำเสียก่อนการบำบัดและหลังการบำบัด
แยกตามถังในระบบบำบัด

ชนิดของถัง	ค่าเฉลี่ยของซีรอดี $\pm$ S.D (มก/ล)		ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)
	ก่อนการบำบัด	หลังการบำบัด	
ถังตกตะกอน	9507.63 $\pm$ 1851.79	6063.70 $\pm$ 840.35	36.22
ถังกรอง 1	6063.70 $\pm$ 840.35	3738.28 $\pm$ 716.28	38.35*
ถังกรอง 2	3738.28 $\pm$ 716.28	1852.73 $\pm$ 517.40	50.44*
ระบบกรอง น้ำใช้ออกซิเจน	9507.63 $\pm$ 1851.79	1852.73 $\pm$ 517.40	80.51*

* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$ โดย t-test

S.D = Standard Deviation

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบค่าสารแขวนลอยน้ำเสียก่อนการบำบัดและหลังการบำบัดแยกตามถังในระบบบำบัด

ชนิดของถัง	ค่าเฉลี่ยของสารแขวนลอย $\pm$ S.D (มก/ล) ประสิทธิภาพ		
	ก่อนการบำบัด	หลังการบำบัด	การบำบัด (%)
ถังตกตะกอน	2821.16 $\pm$ 1490.85	693.16 $\pm$ 344.65	75.43
ถังกรอง 1	693.16 $\pm$ 344.65	490.32 $\pm$ 232.17	29.26*
ถังกรอง 2	490.32 $\pm$ 232.17	291.12 $\pm$ 172.16	40.63*
ระบบกรอง น้ำ خروجิเจน	2821.16 $\pm$ 1490.85	291.12 $\pm$ 172.16	89.68*

* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ = 0.05 โดย t-test

S.D = Standard Deviation

4.2 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบการกรองน้ำ خروجิเจน

4.2.1 พิจารณาตามขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียของแต่ละถังในระบบบำบัด

1) ถังตกตะกอน เป็นหน่วยบำบัดแรกที่รับน้ำเสียจากโรงงานขนมจีน รับปริมาณสารอินทรีย์ได้ 8.706 กก.ชีโรดี/ม³/วัน จากการศึกษาประสิทธิภาพของถังตกตะกอนซึ่งมีหลักการทำงานคือการตกตะกอนและย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียที่น้ำ خروجิเจนสามารถลดชีโรดีของน้ำเสียจาก 9507.63 มก/ล เหลือ 8083.79 มก/ล มีประสิทธิภาพในการลดชีโรดีเฉลี่ยร้อยละ 36.22 และสามารถลดสารแขวนลอยจาก 2821.16 มก/ล เหลือ 693.16 มก/ล มีประสิทธิภาพในการลดสารแขวนลอยได้เฉลี่ยร้อยละ 75.43 (ตารางที่ 9 และ 10)

2) ถังกรองน้ำช้ออกซิเจน 1 เป็นหน่วยบำบัดที่ 2 รับน้ำทิ้งจาก ถังตกตะกอน รับปริมาณสารอินทรีย์ 15.25 กก.ชีโรดี/ม³/วัน วัตถุประสงค์หลักในการลดความสกปรกของน้ำเสียโดยการกรองและย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยแบคทีเรียน้ำช้ออกซิเจนที่อาศัยอยู่ในถังกรองสามารถลดชีโรดีของน้ำเสียจาก 6063.70 มก/ล เหลือ 3738.28 มก/ล มีประสิทธิภาพในการลดชีโรดีเฉลี่ยร้อยละ 38.35 และสามารถลดสารแขวนลอยจาก 693.16 มก/ล เหลือ 490.32 มก/ล. มีประสิทธิภาพในการลดสารแขวนลอยเฉลี่ยร้อยละ 29.26 (ตารางที่ 9 และ 10)

3) ถังกรองน้ำช้ออกซิเจน 2 เป็นหน่วยบำบัดที่ 3 รับน้ำทิ้งจาก ถังกรอง 1 รับปริมาณสารอินทรีย์ของน้ำเสีย 9.62 กก.ชีโรดี/ม³/วัน ช่วยลดความสกปรกของน้ำเสียต่อจากถังกรอง 1 สามารถลดชีโรดีของน้ำเสียจาก 3738.28 มก/ล เหลือ 1852.73 มก/ล มีประสิทธิภาพในการลดชีโรดีเฉลี่ยร้อยละ 50.44 และสามารถลดสารแขวนลอยจาก 490.32 มก/ล เหลือ 291.12 มก/ล มีประสิทธิภาพในการลดสารแขวนลอยเฉลี่ยร้อยละ 40.63 (ตารางที่ 9 และ 10)

4.2.2 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในการลดค่าชีโรดี เมื่อน้ำเสียผ่านระบบบำบัดพบว่า มีค่าเฉลี่ยชีโรดีเท่ากับ 1852.73 มก/ล มีประสิทธิภาพในการบำบัดชีโรดี เมื่อน้ำเสียผ่านระบบบำบัด มีค่าเท่ากับร้อยละ 80.51 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยชีโรดีของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบและเมื่อน้ำผ่านระบบบำบัด พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยชีโรดีของน้ำเสียที่เข้าสู่ถังและออกจากแต่ละถัง พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการบำบัดชีโรดีในแต่ละถังของระบบกรองน้ำช้ออกซิเจน พบว่า ถังกรอง 2 มีประสิทธิภาพการบำบัดชีโรดีดีที่สุด รองลงมาคือถังกรอง 1 และถังตกตะกอน ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดชีโรดี ถังกรอง 2 และถังกรอง 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนประสิทธิภาพการบำบัดชีโรดีของถังตกตะกอนไม่มี ความแตกต่างกัน (ตารางที่ 9)

4.2.3 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในการลดค่าสารแขวนลอย เมื่อ น้ำเสียผ่านระบบบำบัดพบว่ามีค่าเฉลี่ยสารแขวนลอยเท่ากับ 291.12 มก/ล มี ประสิทธิภาพในการบำบัดสารแขวนลอย เมื่อน้ำเสียผ่านระบบบำบัด มีค่าเท่ากับร้อยละ 89.68 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสารแขวนลอยของ น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบและเมื่อผ่านระบบบำบัดพบว่าค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสารแขวนลอยของ น้ำเสียที่เข้าสู่ถังและผ่านออกจากแต่ละถัง พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการบำบัดสารแขวนลอยใน แต่ละถังของระบบกรองน้ำใช้ออกซิเจน พบว่าถังตกตะกอนมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารแขวนลอยดีที่สุด รองลงมาคือถังกรอง 2 และถังกรอง 1 ตาม ลำดับ

4.3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของระบบกรองน้ำใช้ออกซิเจน และถังบำบัดน้ำเสีย สำเร็จรูป

การประเมินค่าใช้จ่ายของระบบกรองน้ำใช้ออกซิเจน คิดจากราคาค่า วัสดุที่จำหน่ายทั่วไปจากร้านค้าวัสดุก่อสร้างในจังหวัดขอนแก่นเมื่อเดือนมิถุนายน 2536 ส่วนราคาก่อสร้างถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป คิดจากราคาที่จำหน่ายทั่วไปตามท้อง ตลาดของแต่ละบริษัท โดยไม่รวมค่าติดตั้งและค่าขนส่ง สำหรับถังบำบัดน้ำเสีย สำเร็จรูปที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันนี้ เป็นถังบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือนที่มีผู้ผลิต อยู่ประมาณ 20 บริษัท มีกรรมวิธีการบำบัดต่างกันไป ยังไม่สามารถตัดสิน ได้ว่าอย่างไรดีกว่ากัน ยกตัวอย่างมาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับระบบบำบัดที่ใช้ใน การศึกษาครั้งนี้ 3 บริษัท (ตารางที่ 11) ศึกษาเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพใน การบำบัดน้ำเสีย สำหรับน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจากโรงงานขนม จีน ส่วนถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน ดังนั้น จึงทำการเปรียบเทียบตามปริมาณน้ำเสียและปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าและออกจาก ระบบในความเข้มข้นเท่ากับที่ใช้ในการทดลองนี้ (ภาคผนวก ข.) เท่าที่ผ่านมา ผู้ผลิตของแต่ละบริษัทได้ทำการวิจัยไปบ้างแล้วและยืนยันว่าสินค้าของตนใช้งานได้ ค่าที่บำบัดออกมาได้ตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด (รายงานบ่อบำบัดน้ำเสีย ,

2538)

สำหรับรายละเอียดของด่างบำบัดน้ำเสียที่มีจำหน่ายในประเทศไทยขณะนี้ ขอยกตัวอย่างบริษัท พี.พี.เซ็นเตอร์ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายระบบบำบัดน้ำเสียในประเทศไทยมานานกว่า 20 ปี ได้อธิบายถึงระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนว่า เป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดเกราะ และกรองไร้อากาศ โดยอาศัยแบคทีเรียชนิดไม่ต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายและลดมลสารต่าง ๆ ในน้ำเสียให้กลายเป็นน้ำสะอาดที่ได้มาตรฐานน้ำทิ้งมีขั้นตอนการทำงาน 2 ส่วน คือ

1) ส่วนแยกกากตะกอน (septic champer) ตะกอนหนักและสิ่งที่ยะบนมากับน้ำเสีย จะตกตะกอนลงสู่ด้านล่างของถังและมีการย่อยสลายในสภาพไม่ใช้ออกซิเจนไปบางส่วน

2) ส่วนกรองไร้อากาศ (anaerobic filter champer) น้ำเสียที่ผ่านเข้ามาในส่วนนี้จะถูกบำบัดโดยแบคทีเรียชนิดไม่ต้องการออกซิเจน ซึ่งถูกกักเก็บไว้ในตัวกรอง (media) บริเวณผิวและช่องว่างเป็นตัวพาปฏิกิริยาทางชีวเคมีในการย่อยสลายและลดมลสารต่าง ๆ ในน้ำเสียในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจนจนกลายเป็นน้ำสะอาดที่มีคุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้ง (ภาคผนวก ข.)

ระบบบำบัดน้ำเสียต่าง ๆ เหล่านี้มีการออกแบบให้มีขนาดต่าง ๆ กัน ตามจำนวนคนใช้งานกล่าวคือ บางรุ่นมีตั้งแต่ขนาดที่ติดตั้งตั้งแต่ 3-100 คน คุณภาพน้ำทิ้ง (BOD) ที่ผ่านระบบบำบัดประมาณ 20-50 มก/ล (มาตรฐานน้ำทิ้งของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดไม่เกิน 90.0 มก/ล)

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของระบบกรองน้ำใช้ออกซิเจนและ
ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป (ธุรกิจสีเขียว, 2536)

แหล่งผลิตระบบบำบัดน้ำเสีย	ราคาระบบบำบัด (บาท)
ระบบกรองน้ำใช้ออกซิเจนที่ใช้ในการศึกษา	8,178 *
บริษัทปริมิตอควาซิสเต็มส์ จำกัด (ถังถัง ST-6000 1ถังและถัง AF-6000 9 ถัง)	483,000**
บริษัทวอร์มอินเตอร์เนชั่นแนล (ถังถัง AS-3 1ถังและถัง AF-3 9 ถัง)	781,400**
บริษัท พีพี เซ็นเตอร์ จำกัด (ถังถัง BK6000 S 1ถังและถัง BK6000 AF 9 ถัง)	993,600**

* คิดประมาณราคาจากค่าวัสดุก่อสร้างระบบบำบัด

** คิดประมาณจากถังบำบัดสำเร็จรูปที่มีปริมาณน้ำเสียและประสิทธิภาพ
ในการบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์ที่วัดออกมาในรูปค่าซีโรดี เข้าและออก
จากระบบที่เท่ากับที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษา