



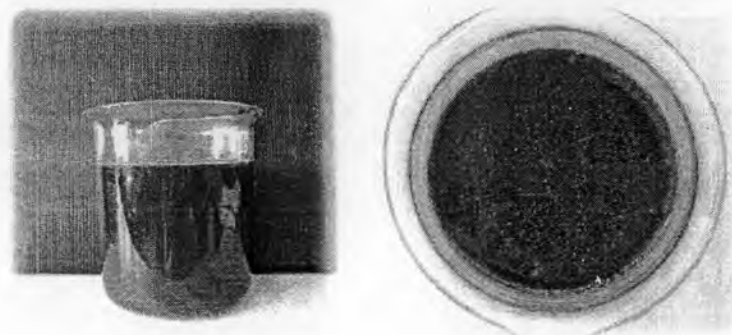
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ลักษณะสมบัติของน้ำกากส่าที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นน้ำกากส่าที่ออกจากกระบวนการผลิตสุรา จังหวัดสมุทรสาคร ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียมา 2 ครั้ง น้ำเสียที่นำมา มีลักษณะทั่วไปคือ มีสีน้ำตาลถึงดำ เข้ม มีกลิ่นเหม็น และมีสารแขวนลอยอนุภาคเล็กปริมาณมาก โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ พบว่า น้ำเสียมีพีเอชในช่วง 4.24–4.67 ซีโอดีกรองและซีโอดีทั้งหมดมีค่าประมาณ 77,750–79,408 และ 95,630–98,656 มก./ล. ตามลำดับ ปริมาณของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยได้ เท่ากับ 9,280–11,325 และ 7,330–8,560 มก./ล. ตามลำดับ ไนโตรเจน 2,920–3,140 มก./ล. ฟอสฟอรัส 110–155 มก./ล. ซึ่งลักษณะสมบัติน้ำเสียสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1 โดยตัวอย่างน้ำเสียที่เก็บมาทั้ง 2 ครั้ง มีลักษณะโดยรวมใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.1 ลักษณะสมบัติน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

พารามิเตอร์	ช่วงค่า
พีเอช	4.24–4.67
ซีโอดี (มก./ล.)	95,630–98,656
ซีโอดีกรอง (มก./ล.)	77,750–79,408
ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	9,280–11,325
ของแข็งแขวนลอยระเหยได้ (มก./ล.)	7,330–8,560
ไนโตรเจน (มก./ล.)	2,920–3,140
ฟอสฟอรัส (มก./ล.)	110–155



ภาพที่ 4.1 ลักษณะน้ำกากส่าที่ใช้ในการทดลอง

4.2 การศึกษาผลของอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง

งานวิจัยนี้ทำการทดลองเพื่อหาอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งที่เหมาะสมต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยป้อนน้ำกากส่าที่เจือจางให้มีความเข้มข้นซีโอดีคงที่เท่ากับ 25,000 มก./ล. เวลาพักพักชลศาสตร์ คงที่เท่ากับ 4 วันตลอดการทดลอง ภาชนะบรรจุทุกสารอินทรีย์ 6.25 กก.ซีโอดี/ลบ.ม.–วัน ทำการเดินระบบโดยแปรผันอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเข้าระบบ (R) ต่างๆ ได้แก่ 1, 2, 4 และ 6 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ ชุดควบคุมคือ ชุดที่ไม่มีอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง (R=0) การเดินระบบในสถานะที่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง ระยะเวลาการเดินระบบดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ระยะเวลาการเดินระบบในสถานะที่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง

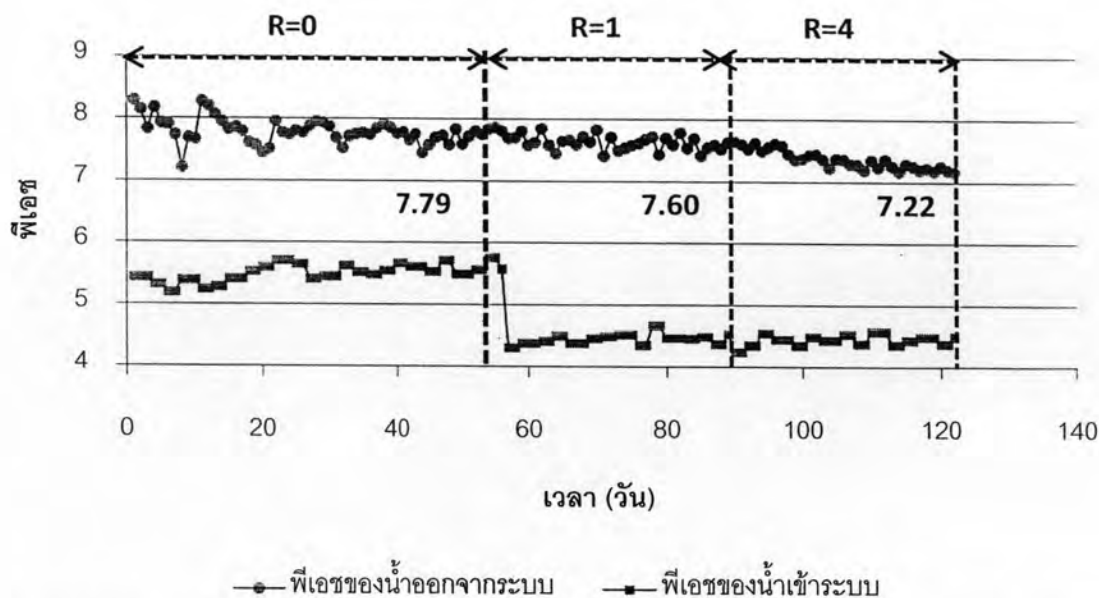
ระบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจน	เวลาการทดลอง	
	การทดลอง	เวลา (วัน)
ABR 1	R=0	56
	R=1	33
	R=4	33
ABR 2	R=0	56
	R=2	33
	R=6	33

ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเดินระบบ ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและการผลิตก๊าซชีวภาพมีดังนี้

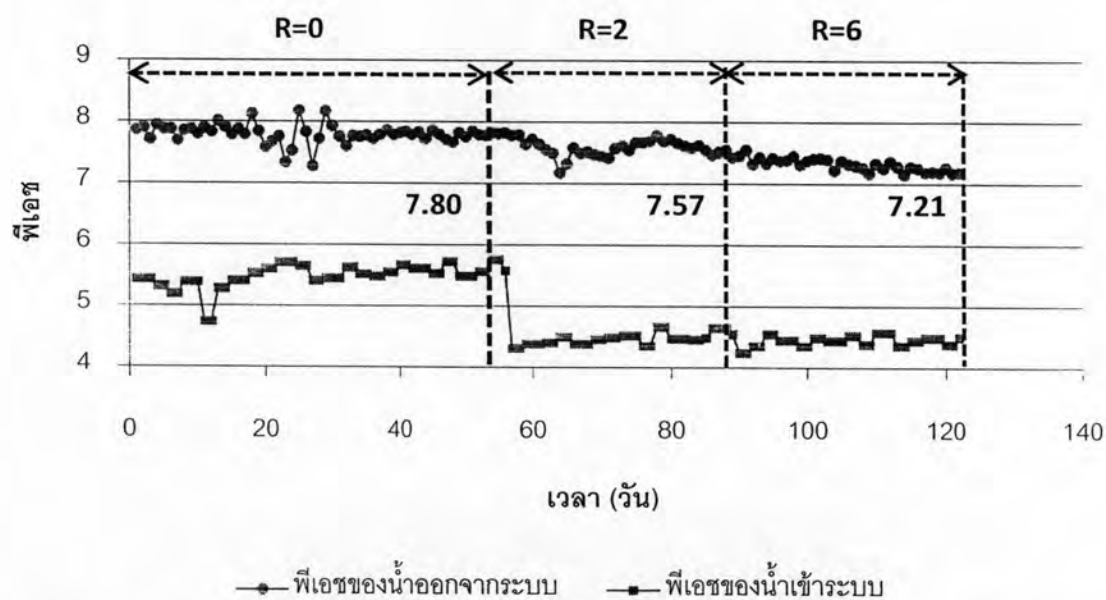
4.2.1 พีเอช

ABR1 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ พีเอชของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 5.45, 4.45 และ 4.44 ตามลำดับ และพีเอชของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 7.79, 7.60 และ 7.22 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.2

ABR2 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ พีเอชของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 5.45, 4.45 และ 4.44 ตามลำดับ และพีเอชของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 7.80, 7.57 และ 7.21 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.2 พีเอชน้ำเสียเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่า



ภาพที่ 4.3 พีเอชน้ำเสียเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่า

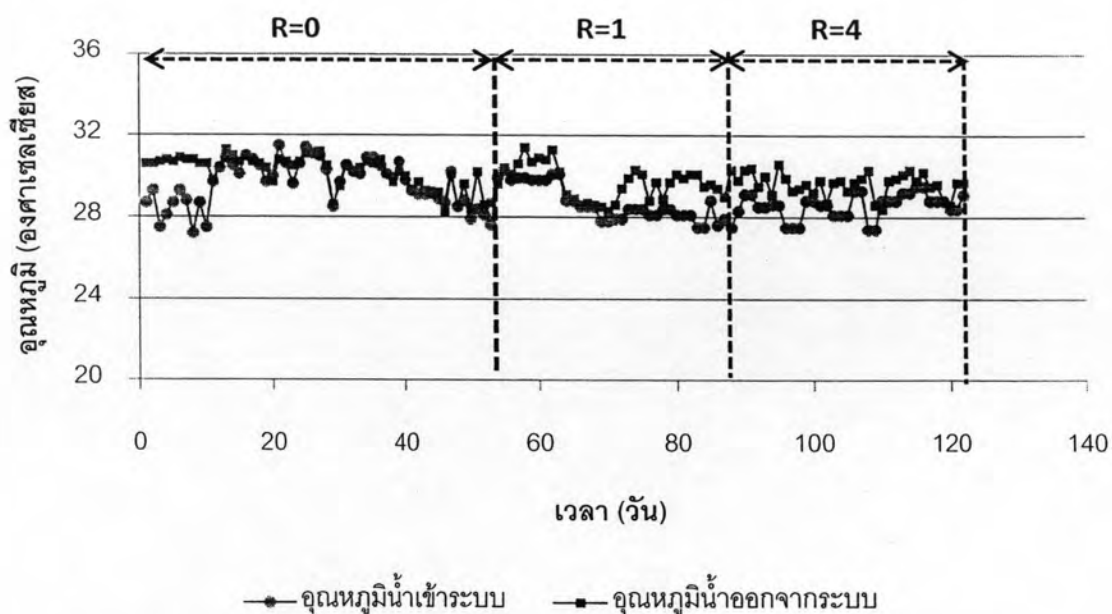
จากภาพที่ 4.2 และ 4.3 จะเห็นได้ว่าพีเอชของน้ำเสียเข้าระบบในชุดการทดลองที่ไม่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง ($R=0$) มีค่าสูงกว่าน้ำเสียเข้าระบบในชุดการทดลองอื่นๆ เนื่องจากการเติม โซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อปรับพีเอช และเมื่อทำการเดินระบบโดยมีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง (ไม่มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต) พีเอชของน้ำเสียเข้าระบบในทุกอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งมีค่าค่อนข้างคงที่ประมาณ 4.44 ซึ่งอยู่ในช่วงเป็นกรด ส่วนพีเอชของน้ำออกจากระบบมีแนวโน้มพีเอชลดลงเมื่อทำการหมุนเวียนน้ำทิ้งในอัตราที่สูงขึ้นและที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง 6 เท่า ค่าพีเอชของน้ำทิ้งยังคง

สูงกว่า 7 ถือว่าพีเอชยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของแบคทีเรีย โดยเฉพาะแบคทีเรียที่สร้างมีเทนซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงพีเอชเป็นกลางประมาณ 6.8-7.2 (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) แสดงว่าการหมุนเวียนน้ำทิ้งทำให้สามารถเดินระบบได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องเติมสารเคมีเพื่อปรับสภาพน้ำเสียเข้าระบบ

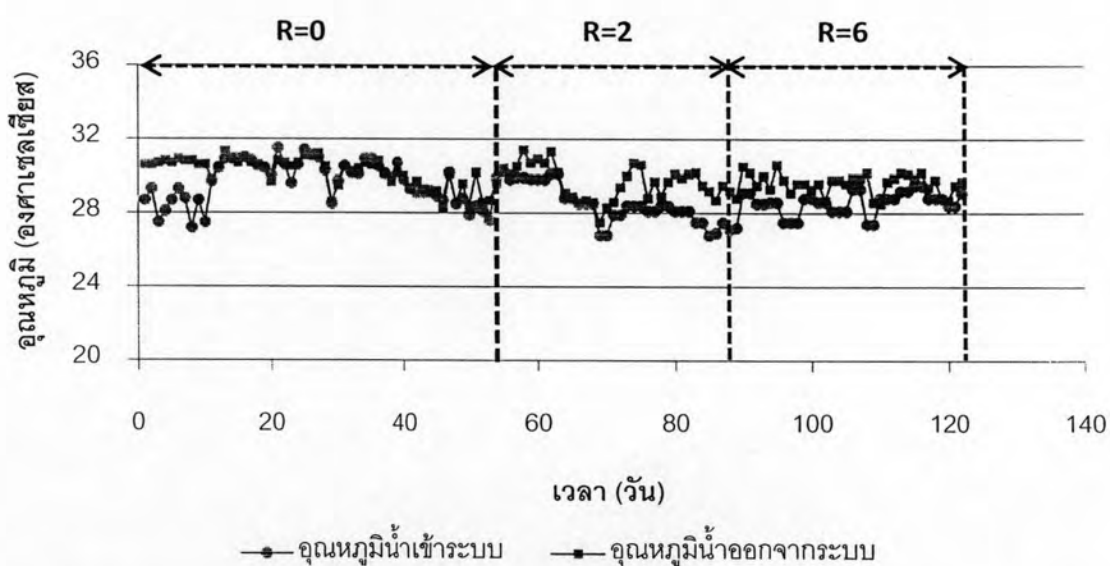
4.2.2 อุณหภูมิและความต่างศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชัน

อุณหภูมิของน้ำเสียเข้าระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วง 27.5–29.8 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิช่วงดังกล่าวอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการบำบัดแบบไร้ออกซิเจนซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิมิโซฟิลิก คือช่วงที่มีอุณหภูมิประมาณ 25–40 องศาเซลเซียส (เกรียงศักดิ์ อุคมสินโรจน์, 2543) ส่วนอุณหภูมิในน้ำออกมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิห้องในขณะที่ทำการเดินระบบซึ่งอยู่ในช่วงฤดูหนาวจึงมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 27.3–29.3 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของแบคทีเรียไร้ออกซิเจน จะเห็นได้ว่าการหมุนเวียนน้ำทิ้งไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิของน้ำเสียเข้าระบบและน้ำออกจากระบบจนมีผลต่อการทำงานของแบคทีเรีย การผลิตก๊าซชีวภาพและประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี โดยอุณหภูมิของน้ำเข้าระบบและออกจากระบบตลอดการทดลอง ดังภาพที่ 4.4 และ 4.5

ส่วนค่าความต่างศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชันในน้ำออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง เท่ากับ 0 (ชุดควบคุม), 1, 2, 4 และ 6 เท่า มีค่าเฉลี่ย -346.7, -332.6, -337.3, -327.4 และ -327.6 ตามลำดับ โดยค่าความต่างศักย์ออกซิเดชัน-รีดักชันที่คิดลบระหว่าง 312.8–362.1 สามารถบ่งบอกระบบมีสภาวะไร้อากาศ (มันสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542)



ภาพที่ 4.4 อุณหภูมิน้ำเสียเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่า

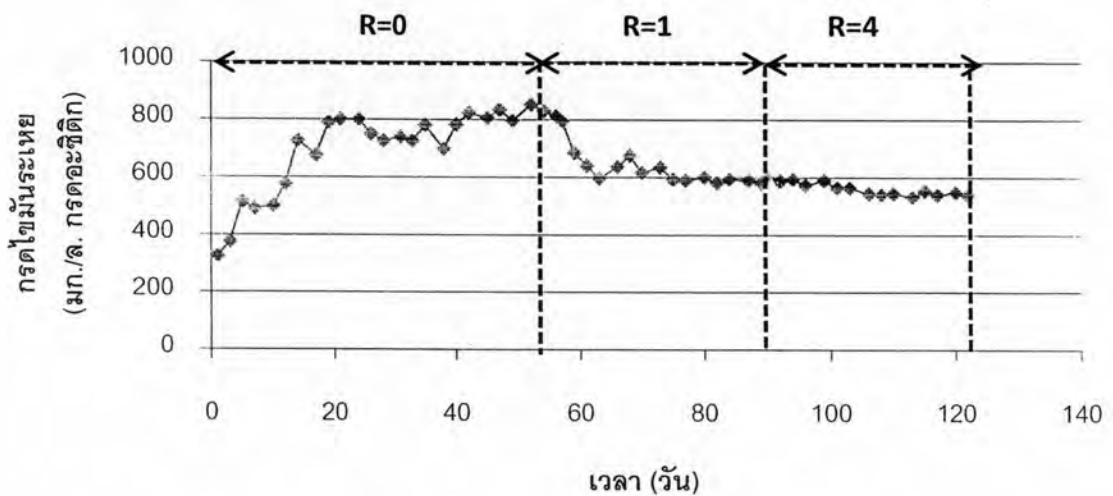


ภาพที่ 4.5 อุณหภูมิน้ำเสียเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่า

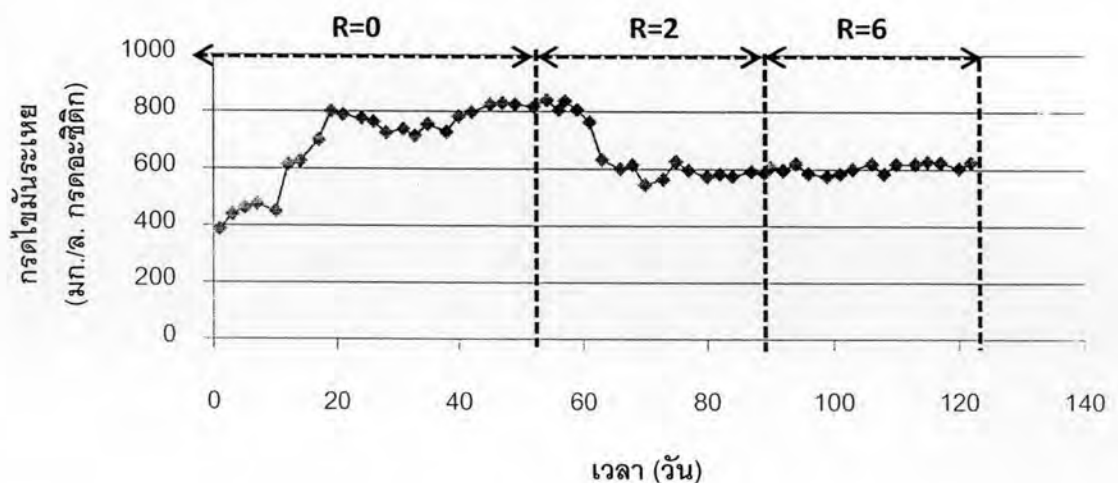
4.2.3 กรดไขมันระเหย

ABR1 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่าของ อัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ กรดไขมันระเหยของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 4,534, 4,174 และ 5,005 มก./ล. กรดอะซิติก ตามลำดับ และกรดไขมันระเหยของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 801, 588 และ 580 มก./ล. กรดอะซิติก ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.6

ABR2 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่าของ อัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ กรดไขมันระเหยของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 4,534, 4,174 และ 5,005 มก./ล. กรดอะซิติก ตามลำดับ และกรดไขมันระเหยของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 801, 580 และ 619 มก./ล. กรดอะซิติก ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.6 กรดไขมันระเหยของน้ำทิ้งออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่า

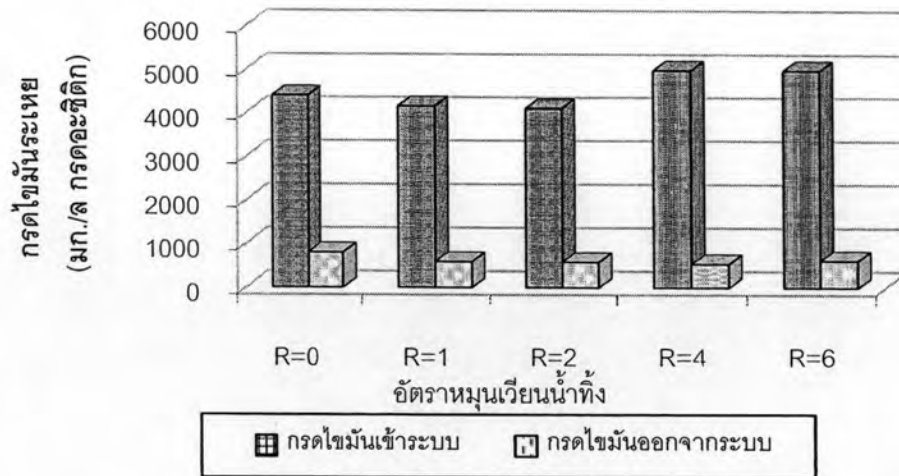


ภาพที่ 4.7 กรดไขมันระเหยของน้ำทิ้งออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่า

จากภาพที่ 4.6 และ 4.7 จะเห็นได้ว่า เมื่ออัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งสูงขึ้น กรดไขมันระเหยในน้ำทิ้งมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการหมุนเวียนน้ำทิ้งที่สูงขึ้นจะเพิ่มอัตราการกวนผสมระหว่างน้ำเสียกับตะกอนจุลชีพ จุลชีพจึงสามารถนำกรดไขมันระเหยไปใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพได้มากขึ้น (Barber และ Stuckey, 1999) แต่ที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 6 เท่า พบว่า กรดไขมันระเหยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง 4 เท่า 78 มก./ล. กรดอะซิติก แสดงให้เห็นว่าระบบเริ่มมีการสะสมของกรดไขมันระเหยเนื่องจากการหมุนเวียนน้ำทิ้งจะเป็นการหมุนเวียนกรดไขมันระเหยที่ข้อยสลายไปไม่ถึงปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายเข้าสู่ระบบอีกครั้งหนึ่งและเป็นการเพิ่มภาระสารอินทรีย์ที่เข้าระบบ (ชวลิต รัตนธรรมสกุล และสุชัญญา ทองเครือ, 2549) จึงทำให้จุลชีพในระบบไม่สามารถย่อยสลายกรดไขมันระเหยเปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพได้ทัน สรุปและเปรียบเทียบกรดไขมันระเหยเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ ดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 สรุปกรดไขมันระเหยเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง (R)	กรดไขมันเข้าระบบ (มก./ล. กรดอะซิติก)	กรดไขมันออกจาก ระบบ (มก./ล. กรดอะซิติก)	ร้อยละการลดลง
R=0	4,534	801	82.33
R=1	4,174	588	85.91
R=2	4,174	580	86.10
R=4	5,005	541	89.19
R=6	5,005	619	87.63

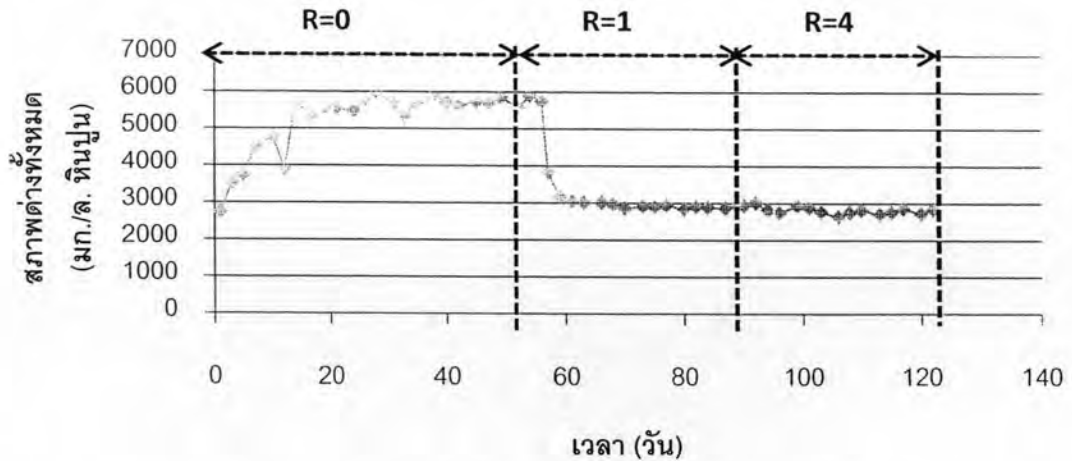


ภาพที่ 4.8 เปรียบเทียบครดไขมันระเหยของน้ำเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

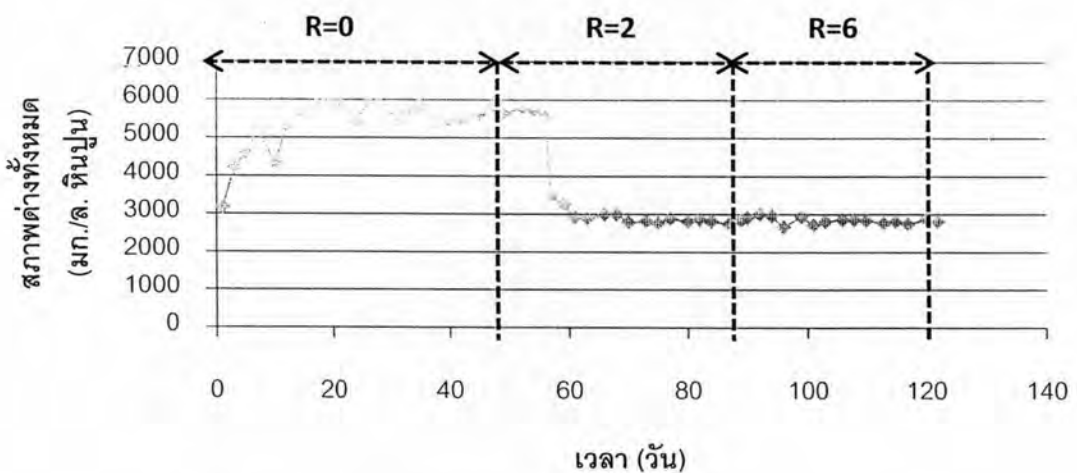
4.2.4 สภาพความเป็นด่างทั้งหมด

ABR1 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ สภาพความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 978, 907 และ 1,029 มก./ล. หินปูน ตามลำดับ และสภาพความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 5,706, 2,878 และ 2,769 มก./ล. หินปูน ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.9

ABR2 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ สภาพความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 978, 907 และ 1,029 มก./ล. หินปูน ตามลำดับ และสภาพความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 5,655, 2,800 และ 2,785 มก./ล. หินปูน ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.9 สภาพความเป็นค่าทั้งหมดของน้ำออกจากระบบ
ที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่า



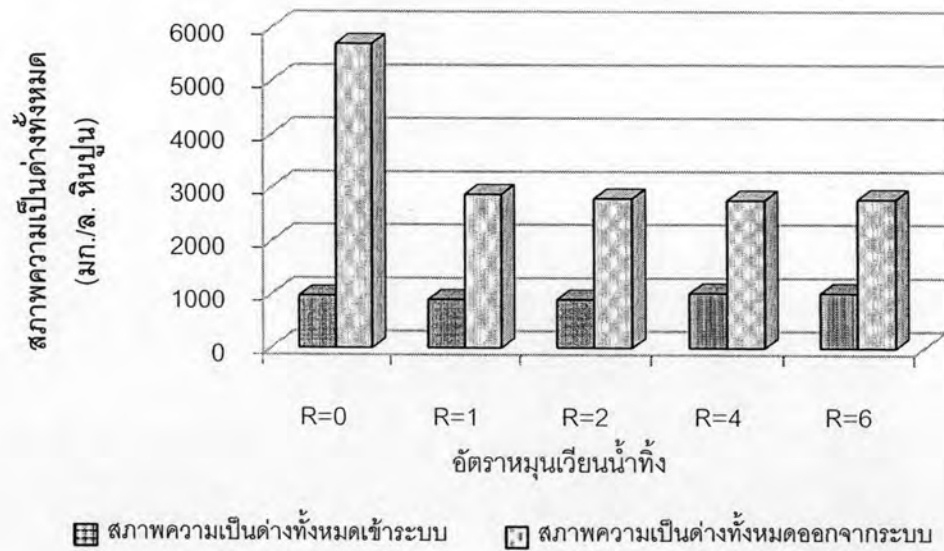
ภาพที่ 4.10 สภาพความเป็นค่าทั้งหมดของน้ำออกจากระบบ
ที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่า

จากภาพที่ 4.9 และ 4.10 จะเห็นได้ว่า สภาพความเป็นค่าทั้งหมดที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง 1-6 เท่าของอัตราการไหล มีค่าใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วง 2,769-2,878 มก./ล. หินปูน ซึ่งถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของระบบคือ มีค่ามากกว่าช่วง 1,500-2,000 มก./ล. หินปูน (อรรถัย ชาวลาภฤทธิ, 2545) และเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้งกับชุดควบคุม พบว่ามีค่าสภาพความเป็นค่าทั้งหมดต่ำกว่าชุดควบคุม เนื่องจากการเดินระบบในชุดควบคุม (ไม่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง) มีการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อเพิ่มสภาพด่างให้กับระบบทำให้สภาพความเป็นค่าทั้งหมดสูง แต่เมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้งกลับเข้าสู่ระบบจะไม่มีเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต สภาพความเป็นค่าทั้งหมดส่วนใหญ่มาจากน้ำทิ้งที่หมุนเวียนกลับเข้าสู่ระบบเท่านั้น

และจะเห็นได้ว่าระบบมีค่าบัฟเฟอร์เพียงพอที่จะควบคุมพีเอชให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม (อารียา วิรัชวรกุล, 2546) โดยไม่ต้องเติมสารเคมีเพื่อเพิ่มสภาพความเป็นด่างให้กับระบบ สรุปและเปรียบเทียบสภาพความเป็นด่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ ดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.11 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 สรุปสภาพความเป็นด่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง (R)	สภาพความเป็นด่างทั้งหมด	สภาพความเป็นด่างทั้งหมด
	เข้าระบบ (มก./ล. หินปูน)	ออกจากระบบ (มก./ล. หินปูน)
R=0 (ไม่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง)	978	5,706
R=1	907	2,878
R=2	907	2,800
R=4	1,029	2,769
R=6	1,029	2,785

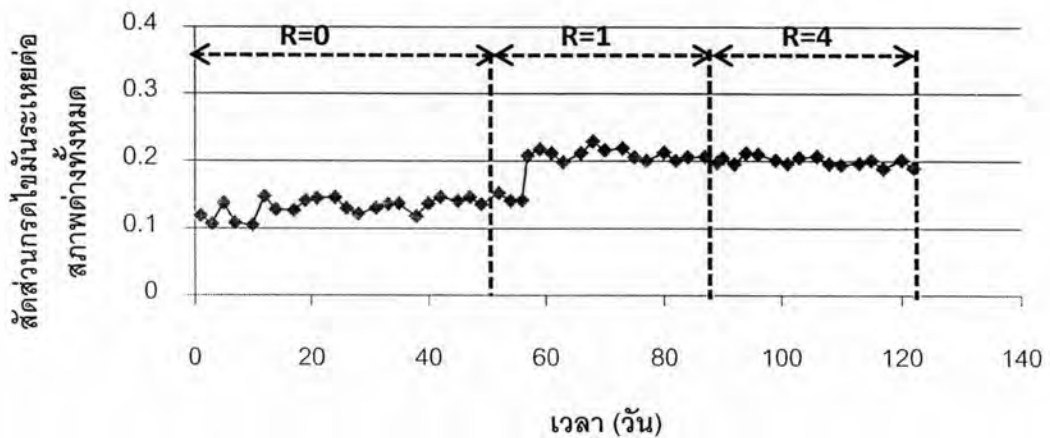


ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบสภาพความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

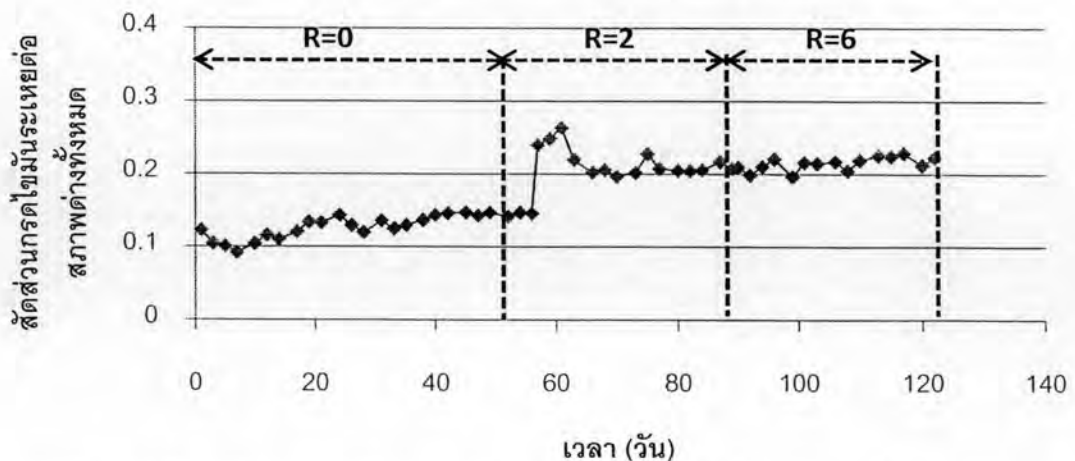
4.2.5 อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมด

ABR1 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่าของ อัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดของ น้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 4.64, 4.67 และ 4.90 ตามลำดับ และอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพ ความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 0.14, 0.20 และ 0.20 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.12

ABR2 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่าของ อัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดของ น้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 4.64, 4.67 และ 4.90 ตามลำดับ และอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพ ความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 0.14, 0.21 และ 0.22 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.12 อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำออกจากระบบ ที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่า

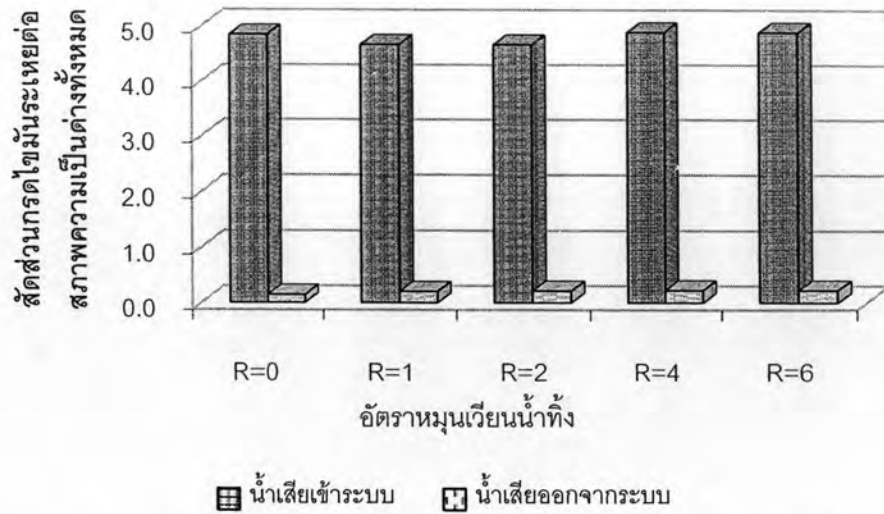


ภาพที่ 4.13 อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำออกจากระบบ ที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่า

จากภาพที่ 4.12 และ 4.13 จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง เท่ากับ 1–6 เท่า มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 0.20–0.22 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 0.4 แสดงถึงระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีบัพเฟอร์ที่เพียงพอต่อการต้านทานการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (อาริยา วิรัชวรกุล, 2546) แต่อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดในทุกชุดการทดลองจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นกว่าชุดควบคุม (ไม่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง) เนื่องจากในชุดทดลองที่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้งนั้นไม่มีการเติม โซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อเพิ่มสภาพความเป็นด่างให้กับระบบ ความเป็นด่างในระบบได้มาจากที่มีอยู่ในน้ำเสียและน้ำทิ้งที่หมุนเวียนกลับเข้าสู่ระบบเท่านั้น และเมื่อเปรียบเทียบสภาวะการหมุนเวียนน้ำทิ้งพบว่าอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดมีค่าค่อนข้างคงที่ คืออยู่ในช่วง 0.20–0.22 เนื่องจากเมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้งกรดไขมันระเหยและสภาพความเป็นด่างทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก สรุปและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ ดังตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 สรุปค่าเฉลี่ยอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดเฉลี่ยของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง (R)	อัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมด	
	น้ำเสียเข้าระบบ	น้ำเสียออกจากระบบ
R=0 (ไม่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง)	4.64	0.14
R=1	4.67	0.20
R=2	4.67	0.21
R=4	4.90	0.22
R=6	4.90	0.22

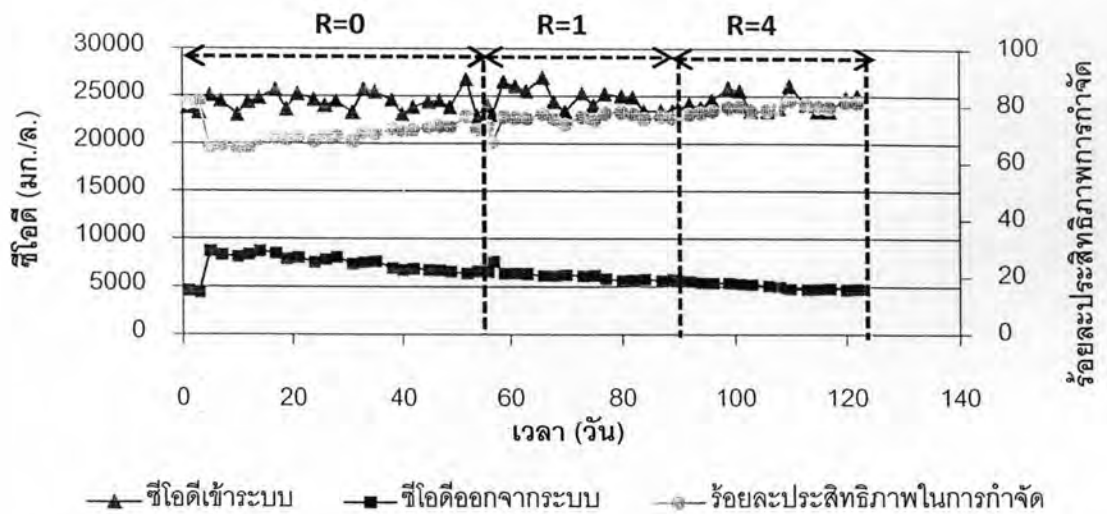


ภาพที่ 4.14 เปรียบเทียบอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

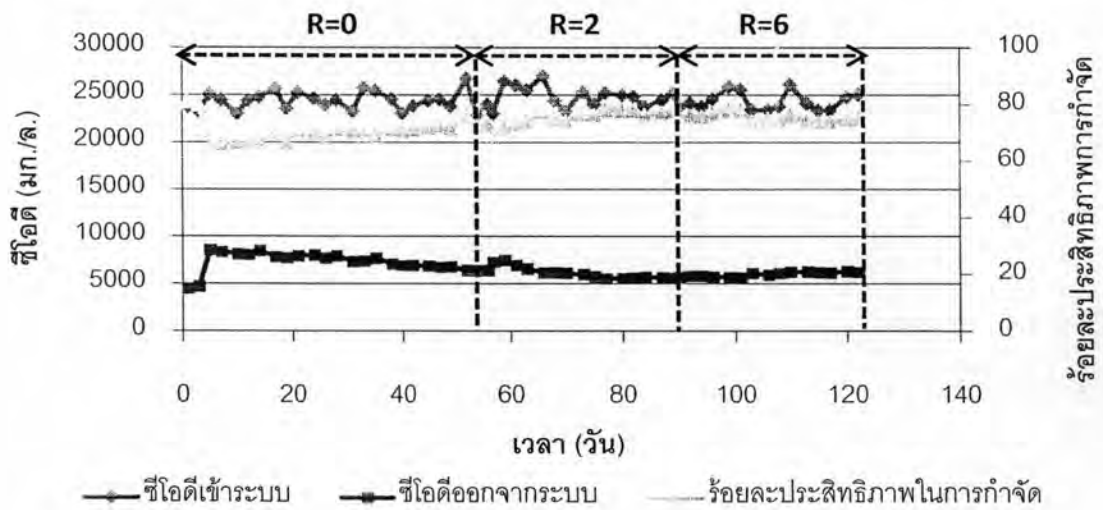
4.2.6 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี

ABR1 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ ซีโอดีของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 24,331, 24,675 และ 24,323 มก./ล. ตามลำดับ ซีโอดีของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 6,675, 5,714 และ 4,744 มก./ล. ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเฉลี่ยร้อยละ 72.35, 76.36 และ 80.57 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.15

ABR2 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ ซีโอดีของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 24,331, 24,675 และ 24,323 มก./ล. ตามลำดับ ซีโอดีของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 6,684, 5,577 และ 6,214 มก./ล. ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเฉลี่ยร้อยละ 72.33, 77.43 และ 74.55 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.15 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่า



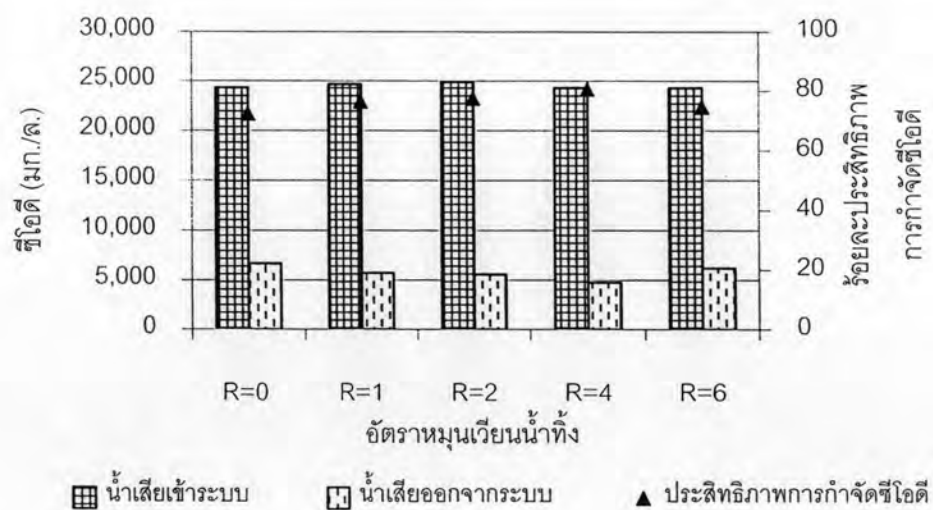
ภาพที่ 4.16 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่า

จากภาพที่ 4.15 และ 4.16 จะเห็นได้ว่า เมื่ออัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งสูงขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีจะสูงขึ้นตามไปด้วย โดยที่อัตราส่วนหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 4 เท่า มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 80.57 เพิ่มขึ้นจากชุดควบคุมที่ไม่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับร้อยละ 8.22 เนื่องจากเป็นอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งที่เหมาะสมทำให้เกิดการสัมผัสกันระหว่างสารอินทรีย์กับหัวเชื้อจุลินทรีย์เป็นไปอย่างทั่วถึงและเพียงพอ และยังส่งผลให้มีการนำสารอินทรีย์ที่ยังย่อยสลายไม่ถึงปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายกลับเข้าสู่ระบบและเกิดการย่อยสลายอีกครั้ง (ชวลิต รัตนธรรมสกุล และสุ��ัญญา ทองเครือ, 2549) แต่ที่อัตราการหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 6 เท่า ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของระบบลดลงเหลือ ร้อยละ 75 เนื่องจากที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 6 เท่า ระยะเวลาที่กักเก็บน้ำในระบบจะสั้นมาก คิดเป็น $1/7$ เท่าของระยะเวลาที่กักเก็บน้ำเมื่อไม่

มีการหมุนเวียนน้ำทิ้ง ทำให้ระบบไม่สามารถกำจัดซีโอดีได้ทันและจะเห็นได้ว่าระบบเริ่มมีการสะสมของกรดไขมันระเหย ซึ่งอาจจะส่งผลเสียต่อระบบ อีกทั้งการหมุนเวียนน้ำทิ้งเข้าระบบจะหมุนเวียนกรดไขมันระเหยและสารอินทรีย์ที่ยังย่อยสลายไม่ถึงปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายกลับเข้าสู่ระบบเป็นการเพิ่มภาระให้กับระบบมากเกินไป (Romli และคณะ, 1994) ดังจะเห็นได้จากที่อัตราการหมุนเวียนน้ำทิ้ง เท่ากับ 6 เท่า มีปริมาณกรดไขมันระเหยเพิ่มขึ้นกว่าชุดการทดลองที่มีการหมุนเวียนน้ำทิ้งอื่นๆ สรุปและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่อัตราการหมุนเวียนน้ำต่างๆ ดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.17

ตารางที่ 4.6 สรุปค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่อัตราการหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

อัตราการหมุนเวียนน้ำทิ้ง (R)	ค่าเฉลี่ยซีโอดี (มก./ล.)		ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (ร้อยละ)
	น้ำเสียเข้าระบบ	น้ำเสียออกจากระบบ	
R=0	24,331	6,675	72.35
R=1	24,675	5,714	76.36
R=2	24,675	5,577	77.43
R=4	24,323	4,744	80.57
R=6	24,323	6,214	74.55

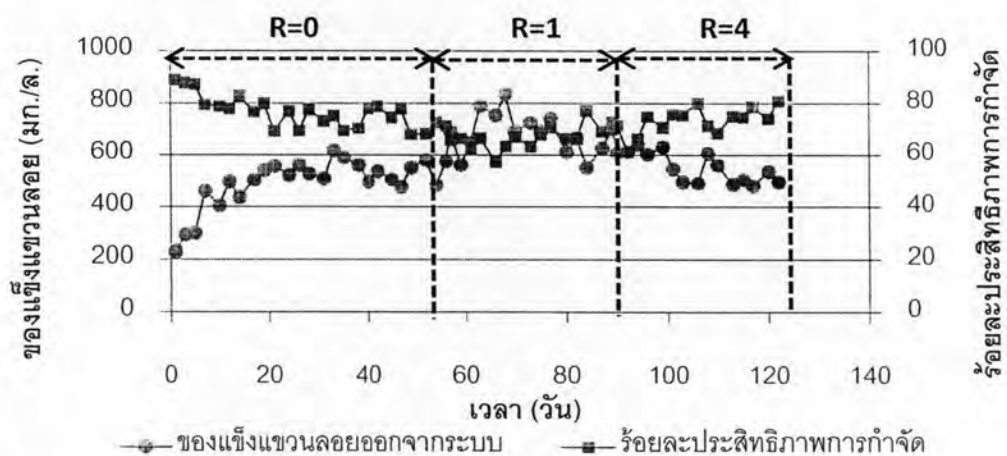


ภาพที่ 4.17 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่อัตราการหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

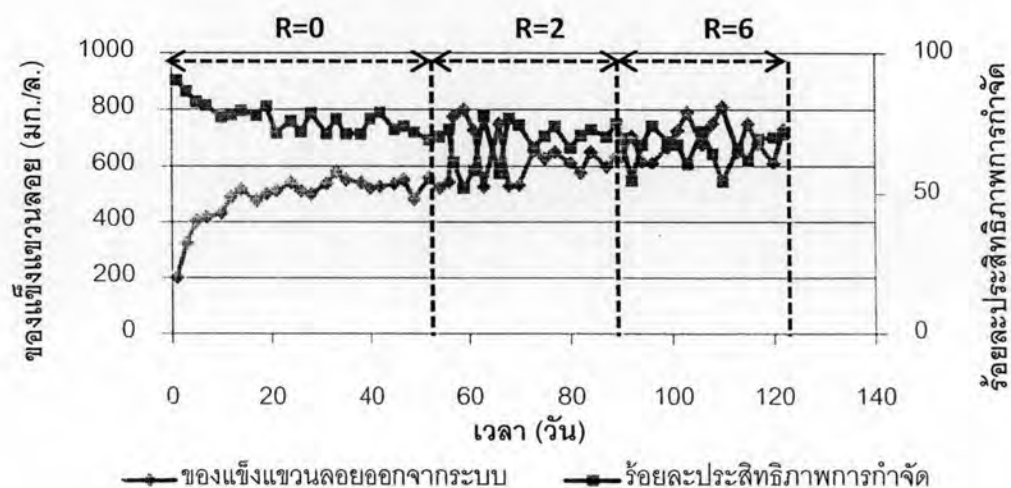
4.2.7 ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย

ABR1 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ ปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 2,104, 2,087 และ 2,097 มก./ล. ตามลำดับ ปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 535, 630 และ 510 มก./ล. ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยร้อยละ 72.50, 70.32 และ 75.17 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.18

ABR2 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ ปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าเฉลี่ย 2,104, 2,087 และ 2,097 มก./ล. ตามลำดับ ปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งออกจากระบบมีค่าเฉลี่ย 532, 613 และ 684 มก./ล. ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยร้อยละ 72.51, 71.20 และ 67.96 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.18 ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่า

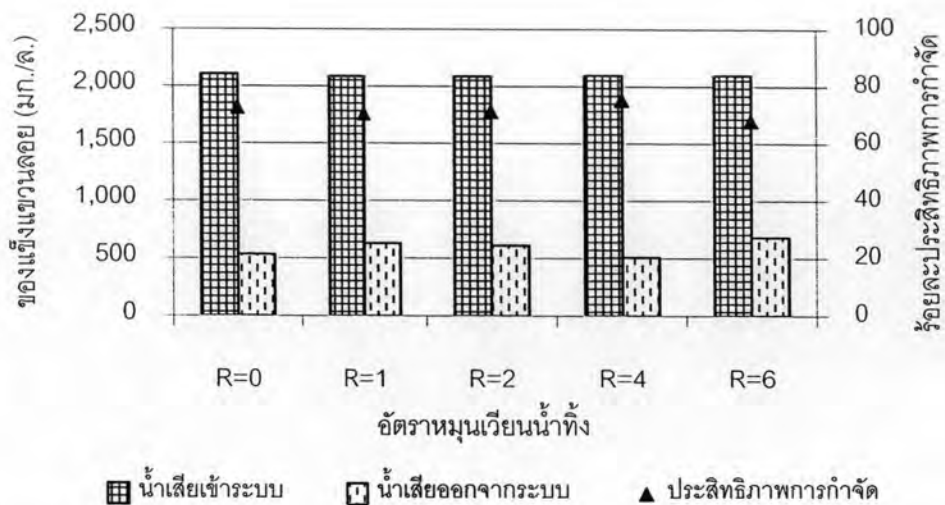


ภาพที่ 4.19 ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่า

จากภาพที่ 4.18 และ 4.19 จะเห็นได้ว่า เมื่ออัตราหมุนเวียนน้ำสูงขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยสูงขึ้นเล็กน้อย คืออยู่ในช่วงร้อยละ 67.96–75.17 และที่อัตราหมุนเวียนน้ำ 4 เท่า มีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยสูงสุด คือ ร้อยละ 75.17 เพิ่มขึ้นจากชุดควบคุมที่ไม่มีการหมุนเวียนน้ำที่ร้อยละ 2.67 อาจเนื่องมาจากที่อัตราหมุนเวียนน้ำเท่ากับ 4 เท่า ทำการทดลองต่อจากอัตราหมุนเวียนน้ำเท่ากับ 1 เท่า จุลชีพที่อาศัยในถังปฏิกรณ์มีการหลุดออกมากับน้ำที่ตั้งแต่อัตราหมุนเวียนน้ำเท่ากับ 1 เท่า ทำให้ที่อัตราหมุนเวียนน้ำที่เท่ากับ 4 เท่า มีจุลชีพหลุดออกมากับน้ำที่น้อยลง ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยจึงสูงขึ้น แต่ที่อัตราหมุนเวียนน้ำเท่ากับ 6 เท่า มีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยลดลง เนื่องจากการหมุนเวียนน้ำที่อัตราสูงเกินไปอาจเกิดการแตกออกของตะกอนจุลชีพหลุดออกมากับน้ำที่ ทำให้ของแข็งแขวนลอยที่ออกจากระบบเพิ่มขึ้น (Barber และ Stuckey, 1999) นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าของแข็งแขวนลอยที่ออกจากระบบในแต่ละวันมีค่าไม่คงที่นั้นเนื่องมาจากในระบบมีจุลชีพสะสมอยู่มาก และเมื่อมีการป้อนน้ำเสียเข้าระบบจะทำให้จุลชีพหลุดออกมากับน้ำเสียไม่แน่นอนในแต่ละวัน สรุปและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยที่อัตราหมุนเวียนน้ำที่ต่างๆ ดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.20

ตารางที่ 4.7 สรุปค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยที่อัตราหมุนเวียนน้ำที่ต่างๆ

อัตราหมุนเวียน น้ำที่ (R)	ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)		ประสิทธิภาพการกำจัด ของแข็งแขวนลอย (ร้อยละ)
	น้ำเสียเข้าระบบ	น้ำเสียออกจากระบบ	
R=0	2,104	535	72.50
R=1	2,087	630	70.32
R=2	2,087	613	71.20
R=4	2,097	510	75.17
R=6	2,097	684	67.96

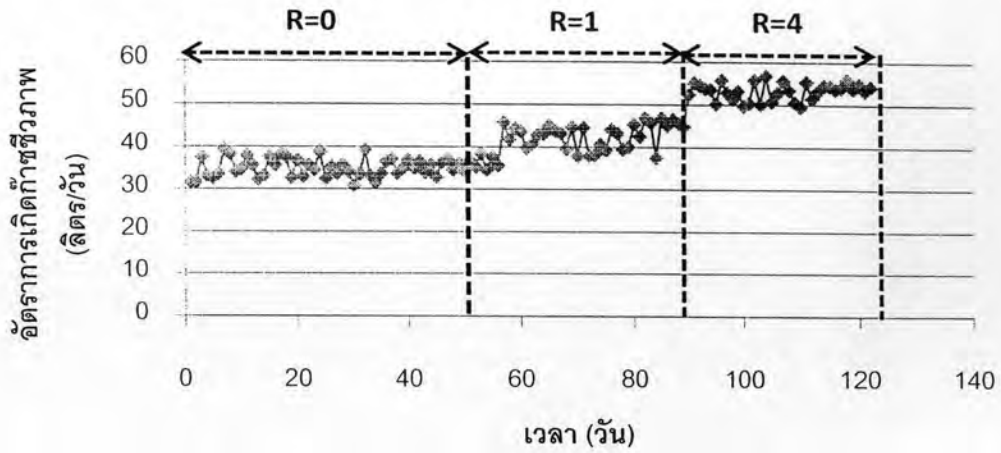


ภาพที่ 4.20 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

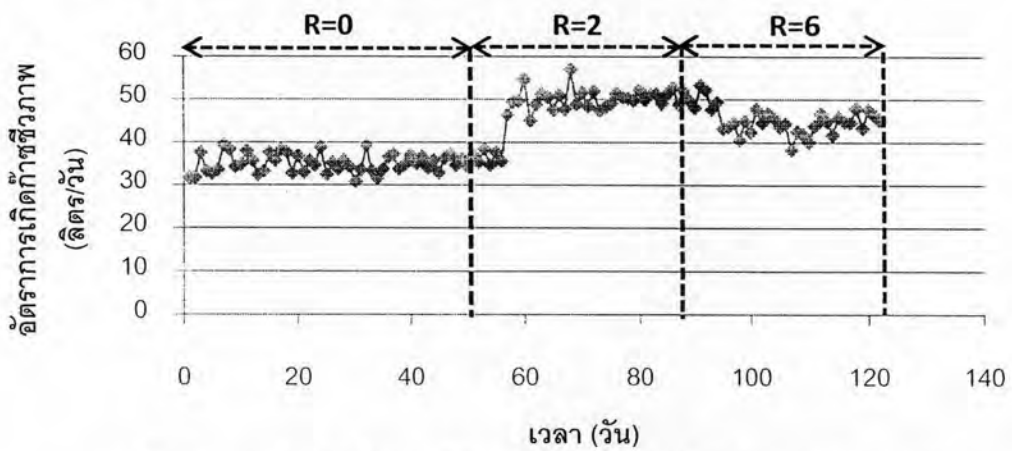
4.2.8 การผลิตก๊าซชีวภาพ

ABR1 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ พบว่า ระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 35.53, 43.81 และ 53.46 ลิตร/วัน ตามลำดับ มีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบเท่ากับ ร้อยละ 68.0, 62.0 และ 61.6 ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดเท่ากับ 0.40, 0.46 และ 0.55 ลิตร/กรัม ซีโอดีที่ถูกกำจัด และปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดเท่ากับ 0.27, 0.29 และ 0.34 ลิตร/กรัม ซีโอดีที่ถูกกำจัด ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.21

ABR2 เมื่อทำการเดินระบบที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่าของอัตราไหลของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ พบว่า ระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 35.06, 50.59 และ 45.14 ลิตร/วัน ตามลำดับ มีก๊าซมีเทนเป็นองค์ประกอบเท่ากับ ร้อยละ 68.1, 63.0 และ 62.5 ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดเท่ากับ 0.40, 0.52 และ 0.50 ลิตร/กรัม ซีโอดีที่ถูกกำจัด และปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดเท่ากับ 0.27, 0.33 และ 0.31 ลิตร/กรัม ซีโอดีที่ถูกกำจัด ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.21 การผลิตก๊าซชีวภาพที่อัตราหมวนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 1 และ 4 เท่า



ภาพที่ 4.22 การผลิตก๊าซชีวภาพที่อัตราหมวนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 0, 2 และ 6 เท่า

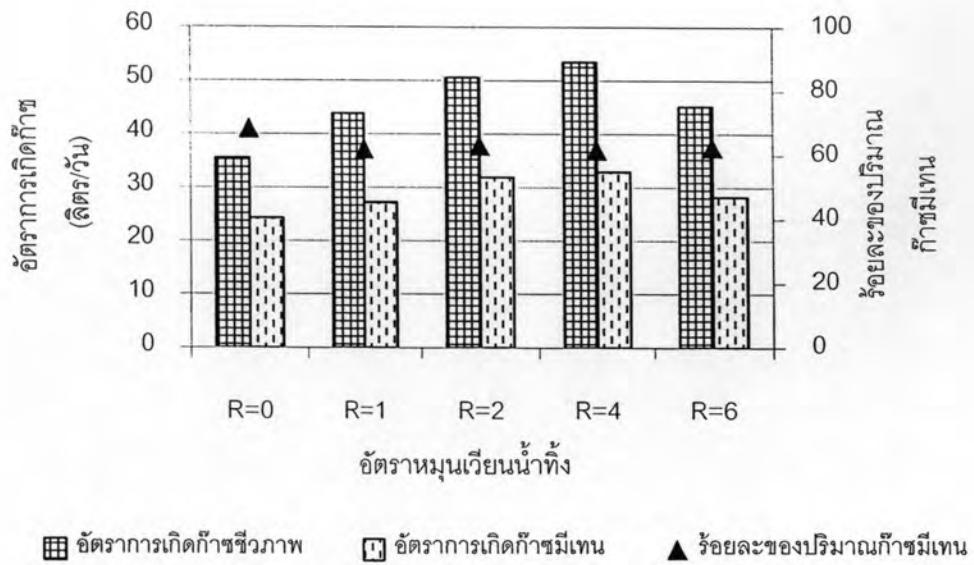
จากภาพที่ 4.21 และ 4.22 จะเห็นได้ว่า เมื่ออัตราหมวนเวียนน้ำทิ้งสูงขึ้น ระบบจะมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากการเพิ่มอัตราหมวนเวียนน้ำทิ้งทำให้ภาระบรรทุกลำอินทรีย์เพิ่มขึ้น สารอินทรีย์ที่เข้าระบบถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซชีวภาพ ทำให้อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้น (กัญญารัตน์ สฤกษ์พงษ์ศิริกรม, 2550) โดยระบบมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุดที่อัตราหมวนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 4 เท่า ผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 54.16 ลิตร/วัน ซึ่งสอดคล้องกับประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 80.57 แต่ที่อัตราส่วนหมวนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 6 เท่า มีการผลิตก๊าซชีวภาพลดลง ผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 45.14 ลิตร/วัน ทั้งนี้เนื่องจากอัตราหมวนเวียนน้ำทิ้งที่สูงเกินไปจะหมวนเวียนกรดไขมันระเหยและสารอินทรีย์กลับเข้าสู่ระบบมากเกินไป ทำให้ระบบไม่สามารถบำบัดได้ทัน อีกทั้งการหมวนเวียนน้ำที่อัตราส่วนสูงๆ เวลาพักกักขังสาหร่ายน้อยลง ทำให้เวลาที่จุลชีพสัมผัสกับสารอินทรีย์น้อยเกินไป ไม่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์และกรดไขมันระเหยได้ทัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองกับประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่ลดลงเหลือร้อยละ 67.96 ซึ่งลดลงจากอัตราหมวนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 4 เท่า ร้อยละ 12.61 และ

เริ่มมีการสะสมของกรดไขมันระเหยซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นกว่าที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง 4 เท่า 78 มก./ล. กรดอะซิติก

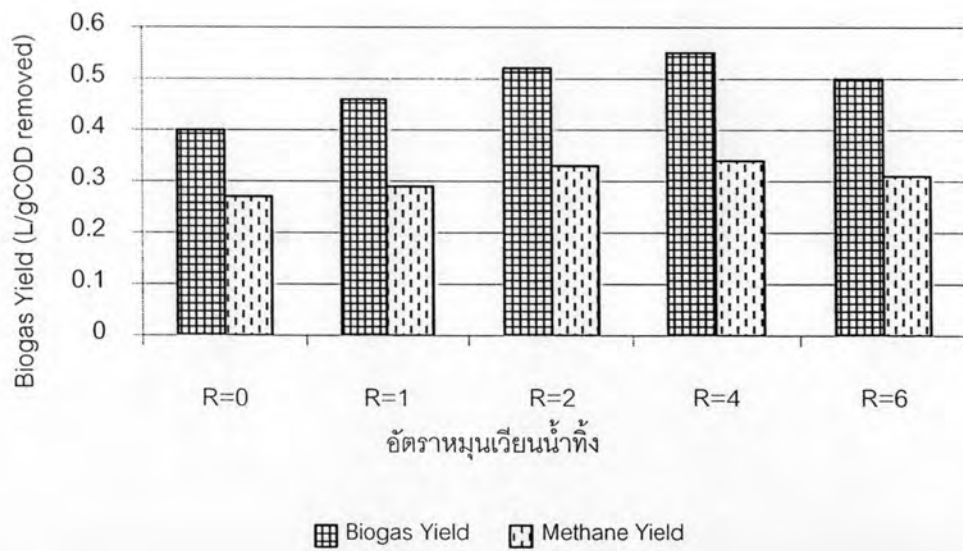
ส่วนองค์ประกอบของก๊าซมีเทนเมื่อมีการหมุนเวียนน้ำทิ้งในทุกชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก คือ อยู่ในช่วง 61.6–63.0 ซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนมากกว่าร้อยละ 60 สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ (Ayotamuno, M.J., 2008) และเมื่อพิจารณาปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งสูงขึ้น เนื่องจากอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งสูงๆ สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงกว่า โดยที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 4 เท่า มีปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดสูงสุดเท่ากับ 0.34 ลิตร/กรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด แต่ที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง 6 เท่า ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดลดลงเหลือ 0.31 ลิตร/กรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด เนื่องจากมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพลดลงเหลือ 45.14 ลิตร/วันและมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีลดลง จึงส่งผลให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดมีค่าลดลง สรุปค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพต่อ 1 กรัม ซีโอดีที่ถูกกำจัดที่สภาวะคงตัวของอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบการผลิตก๊าซชีวภาพ ก๊าซมีเทนและร้อยละของปริมาณก๊าซมีเทนที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ ดังภาพที่ 4.23 และเปรียบเทียบปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด ปริมาณก๊าซมีเทนต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ ดังภาพที่ 4.24

ตารางที่ 4.8 สรุปค่าเฉลี่ยอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพต่อ 1 กรัมซีโอดีที่ถูกกำจัดที่สภาวะคงตัวของอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

อัตราการหมุนเวียนน้ำ (R)	อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ (ลิตร/วัน)	ร้อยละของปริมาณก๊าซมีเทน	ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด (ลิตร/กรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด)	ปริมาณก๊าซมีเทนต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด (ลิตร/กรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด)
R=0	35.53	68.0	0.40	0.27
R=1	43.81	62.0	0.46	0.29
R=2	50.59	63.0	0.52	0.33
R=4	53.46	61.6	0.55	0.34
R=6	45.14	62.5	0.50	0.31



ภาพที่ 4.23 เปรียบเทียบการผลิตก๊าซชีวภาพ ก๊าซมีเทนและร้อยละของปริมาณก๊าซมีเทนที่อัตราหมวนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ



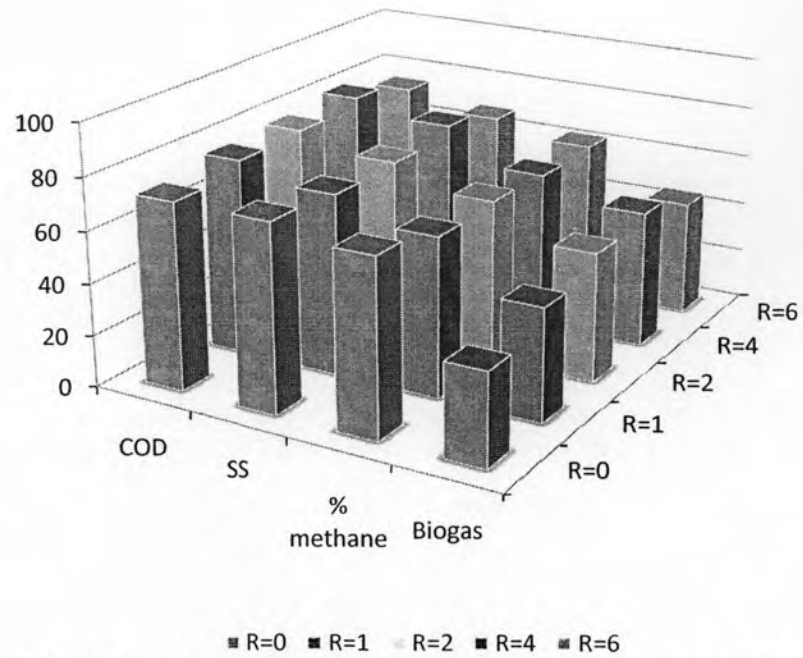
ภาพที่ 4.24 เปรียบเทียบปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดและปริมาณก๊าซมีเทนต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดที่อัตราหมวนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

4.3 สรุปประสิทธิภาพการบำบัดน้ำกากส่าโดยระบบแผ่นกั้นไรร้อยออกซิเจนที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

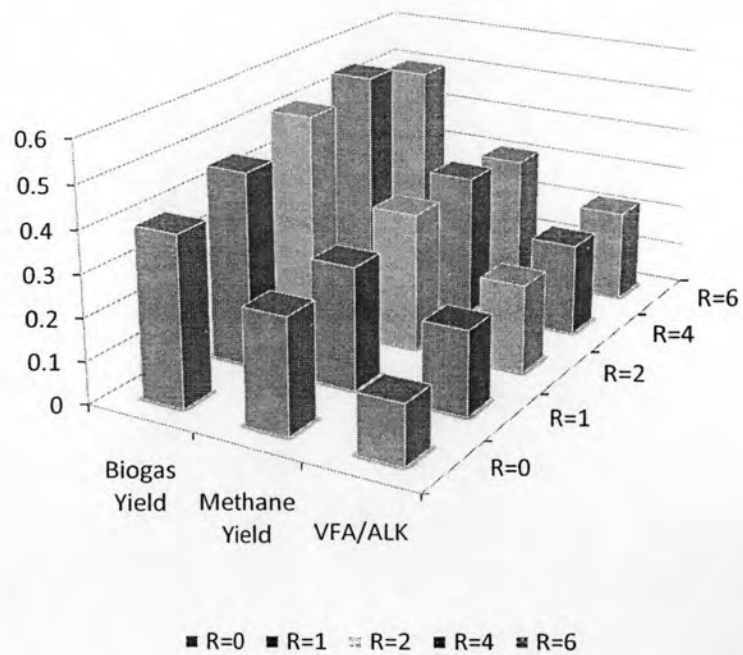
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำกากส่าและสถานะในการเดินระบบของระบบแผ่นกั้นไรร้อยออกซิเจนที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ ดังตารางที่ 4.9 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของแข็งแขวนลอย และการผลิตก๊าซชีวภาพที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ ดังภาพที่ 4.25 และปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด ปริมาณก๊าซมีเทนต่อซีโอดีที่ถูกกำจัดและอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ ดังภาพที่ 4.26

ตารางที่ 4.9 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำกากส่าโดยระบบแผ่นกั้นไรร้อยออกซิเจนที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

พารามิเตอร์	อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง				
	R=0	R=1	R=2	R=4	R=6
ซีโอดีน้ำออก (มก./ล.)	6,675	5,714	5,577	4,744	6,214
ร้อยละการกำจัดซีโอดี	72.35	76.36	77.43	80.57	74.55
ร้อยละของปริมาณก๊าซมีเทน	68.3	62.0	63.0	61.6	62.5
การผลิตก๊าซชีวภาพ (ลิตร/วัน)	35.53	43.81	50.59	53.46	45.14
การผลิตก๊าซมีเทน (ลิตร/วัน)	24.27	27.16	31.87	32.93	28.21
อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ (ลิตร/กรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด)	0.40	0.46	0.52	0.55	0.50
ปริมาณก๊าซมีเทนต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด (ลิตร/กรัม ซีโอดีที่ถูกกำจัด)	0.27	0.29	0.33	0.34	0.31
อัตราส่วนของกรดไขมันระเหยต่อ สภาพด่างทั้งหมด	0.14	0.20	0.21	0.20	0.22



ภาพที่ 4.25 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี ของแฉ่งแขวนลอย และการผลิตก๊าซชีวภาพ ที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ



ภาพที่ 4.26 ปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด ปริมาณก๊าซมีเทนต่อซีโอดีที่ถูกกำจัด และอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งต่างๆ

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง 2 และ 4 เท่า มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและผลิตก๊าซชีวภาพใกล้เคียงกัน และที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง 2 เท่า มีร้อยละของปริมาณก๊าซมีเทนเท่ากับ 63 ซึ่งสูงกว่าที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งเท่ากับ 4 เท่า ที่มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 61.6 แต่การมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนมากกว่าร้อยละ 60 สามารถนำก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ (Ayotamuno, M.J., 2008) ดังนั้นที่อัตราหมุนเวียนน้ำ 4 เท่าจึงสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนได้เช่นเดียวกับที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง 2 เท่า และยังมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด จึงถือได้ที่อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง 2 เท่าเป็นอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตก๊าซชีวภาพ

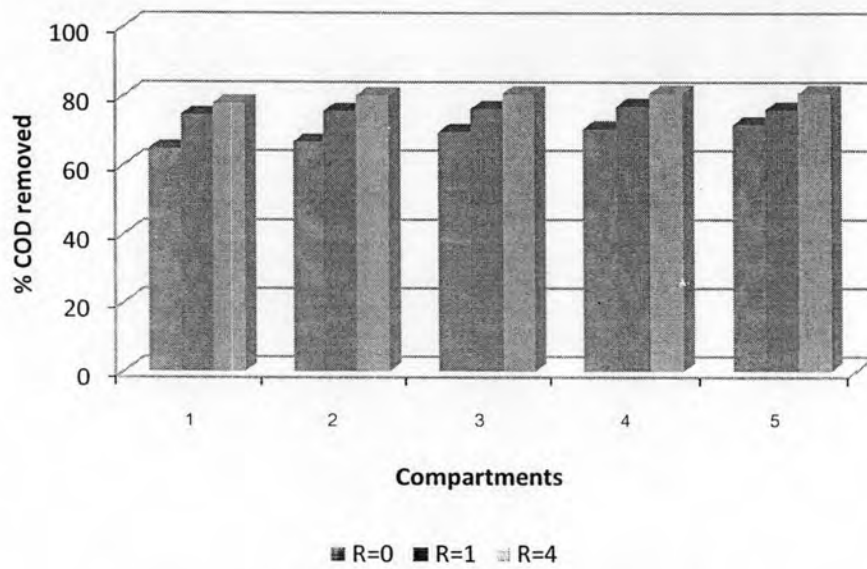
4.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดลองกับงานวิจัยอื่นๆ

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดลองกับงานวิจัยอื่นๆ

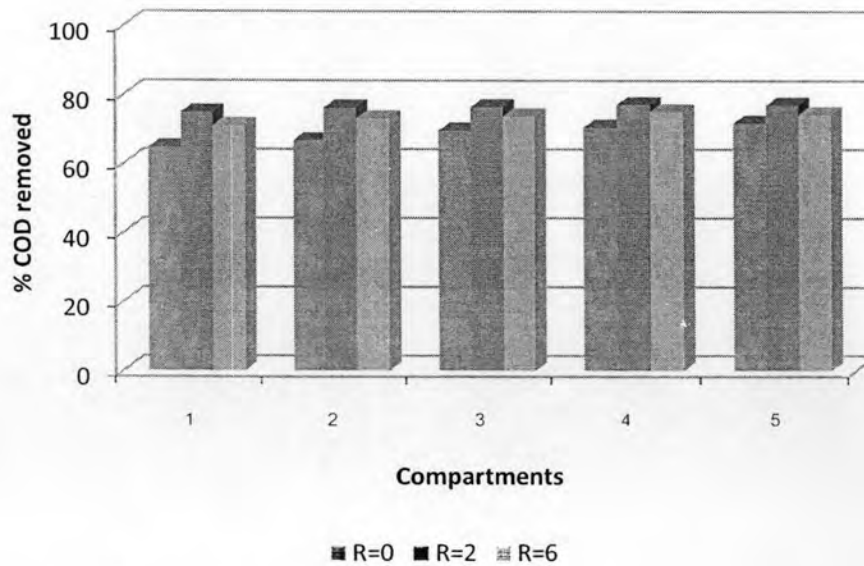
งานวิจัย	ระบบบำบัด	น้ำเสีย	OLR (kg-COD/m ³ -d)	Effluent Recycle (R)	%COD Removal	%CH ₄	Biogas Production (L/ g COD Removed)
งานวิจัยนี้	ABR	น้ำกากส่า	6.25	4	80.57	61.6	0.55
ฤทธิ์ชัย รัตนมุกดา (2552)	Two-phase UASB	น้ำเสียจากการผลิต เอทานอล	5.0	2	69.60	52.2	0.28
Ghaniyari-Benis (2009)	Anaerobic Biofilm Reactor	น้ำเสียสังเคราะห์	3.0	1	78.73	-	-
อุษณีย์ นาคะภากร (2551)	Anaerobic Digester	น้ำกากส่า	0.5	20	77.00	64.2	0.36
กัญญารัตน์ สฤกษ์พงษ์ศิริม (2550)	ABR	น้ำเสียโรงงาน น้ำยางข้น	4.65	0.5	64.32	54.7	0.07
Yu และคณะ (2002)	Anaerobic Filter	น้ำเสียจากการผลิต ถั่วเหลืองแปรรูป	0.0013	2	88.10	65.1	-

4.5 ประสิทธิภาพตามระยะทางของระบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจนในการบำบัดน้ำกากส่า

เพื่อให้การอธิบายลักษณะการทำงานของระบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจนในการบำบัดน้ำกากส่า มีความชัดเจนยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพตามระยะทางของระบบแผ่นกั้นไร้ออกซิเจนที่สภาวะคงตัวของทุกอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง ผลการทดลองของ ABR1 และ ABR2 แสดงดังภาพที่ 4.27 และ 4.28 ตามลำดับ



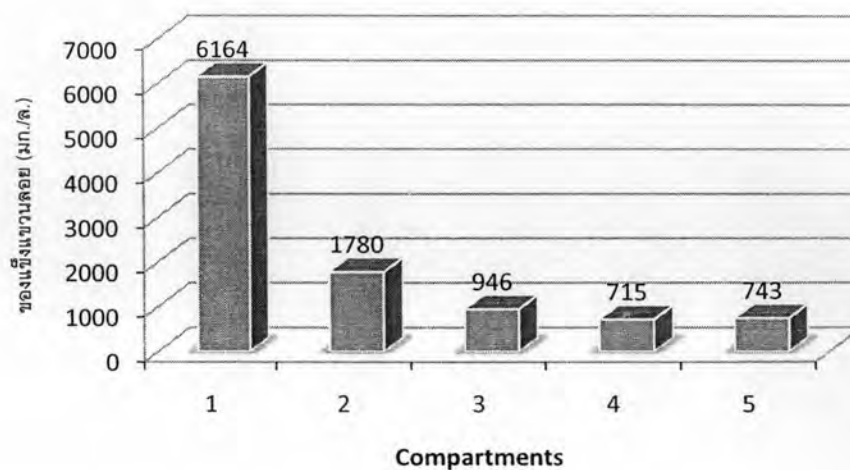
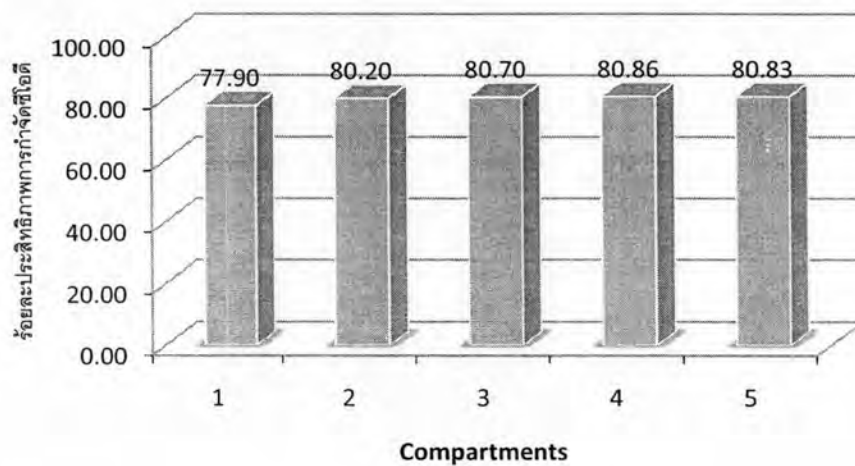
ภาพที่ 4.27 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีตามระยะทางของ ABR1



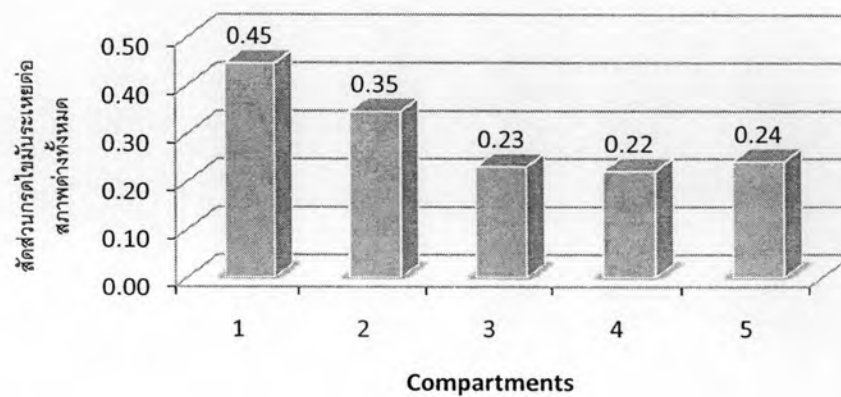
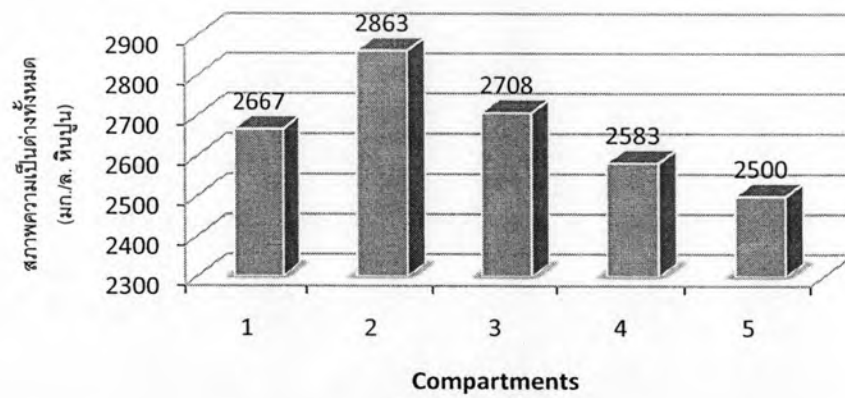
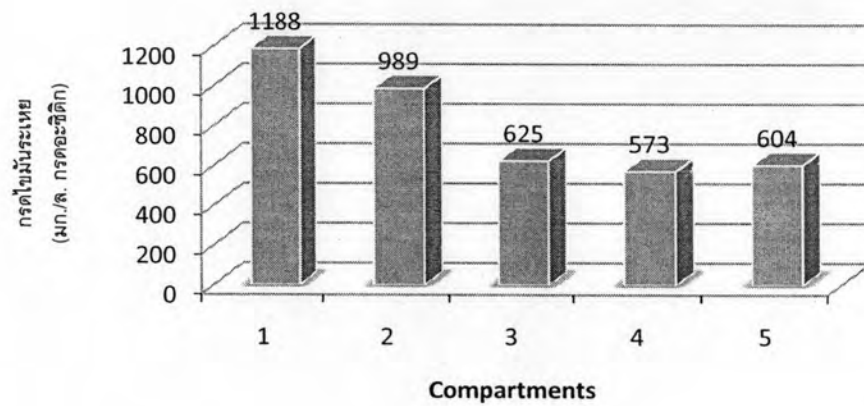
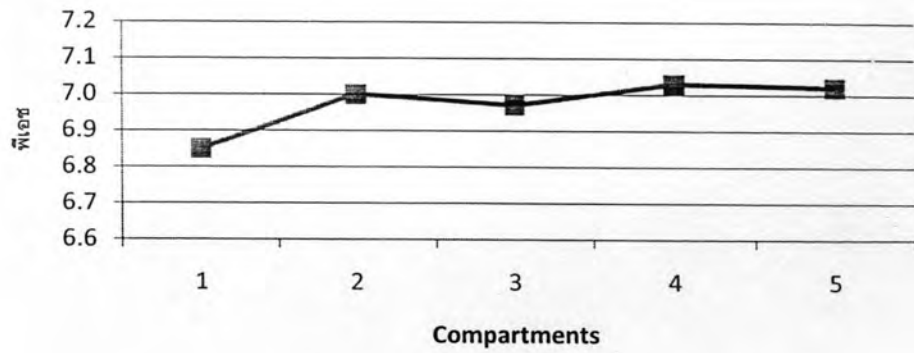
ภาพที่ 4.28 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีตามระยะทางของ ABR2

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่ออัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งสูงขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจะสูงขึ้นตามไปด้วย โดยประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีส่วนใหญ่จะเกิดในห้องที่ 1 มีร้อยละประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีอยู่ในช่วง 64.72–77.90 เนื่องจากห้องที่ 1 เป็นห้องที่รับภาระสารอินทรีย์สูงสุดเมื่อเทียบกับห้องอื่นๆ (กัญญารัตน์ สฤกษ์พงศ์ทิธม, 2550) และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีในห้องที่ 2–5 จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากห้องที่ 1

จากผลการทดลองพบว่า อัตราหมุนเวียนน้ำทิ้ง 4 เท่า มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด จึงเลือกอัตราหมุนเวียนน้ำทิ้งนี้เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพตามระยะทางของระบบ โดยทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและของแข็งแขวนลอยรวมทั้งศึกษาสภาวะการทำงานตามระยะทางของระบบ ได้แก่ พีเอช สภาพความเป็นด่างทั้งหมด กรดไขมันระเหย และอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมด ดังภาพที่ 4.29 และ 4.30



ภาพที่ 4.29 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและของแข็งแขวนลอยตามระยะทางของระบบ



ภาพที่ 4.30 สภาพการทำงานตามระยะทางของระบบ

จากภาพที่ 4.30 และ 4.31 พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจะเกิดขึ้นสูงสุดในห้องที่ 1 มีค่าร้อยละการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 77.90 และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1 เมื่อผ่านห้องที่ 2-5 โดยในห้องที่ 2-5 มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีค่อนข้างคงที่ ส่วนของแข็งแขวนลอยในแต่ละห้องมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆเมื่อผ่านในแต่ละห้อง เนื่องจากของแข็งแขวนลอยที่หลุดจากการคัดตะกอนของแต่ละห้องจะถูกคักในห้องถัดมา (กัญญารัตน์ สฤษฎ์พงษ์ศิริกรม, 2550) ทำให้ของแข็งแขวนลอยในแต่ละห้องมีค่าลดลง

เมื่อพิจารณาสภาวะการทำงานพบว่า ในห้องที่ 1 จะมีพีเอชต่ำกว่าในห้องอื่นๆ มีค่าประมาณ 6.85 เนื่องจากในห้องนี้มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูง ทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสูง โดยแบคทีเรียสร้างกรดจะมีการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นกรดไขมันระเหยเพิ่มมากขึ้น (กัญญารัตน์ สฤษฎ์พงษ์ศิริกรม, 2550) เป็นผลให้ในห้องที่ 1 จึงมีพีเอชต่ำกว่าห้องที่ 2-5 ซึ่งมีค่าพีเอชประมาณ 7 และกรดไขมันระเหยในห้องที่ 1 จะมีค่าสูงสุดและจะลดลงเรื่อยๆในห้องถัดมา โดยกรดไขมันระเหยของน้ำเข้าระบบได้ลดลงภายในห้องแรกสูงถึงร้อยละ 76.26 จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่าระบบอาจมีการผลิตก๊าซชีวภาพได้ตั้งแต่ภายในห้องแรก

ส่วนอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดในห้องที่ 1 จะมีค่าสูงกว่า 0.4 ซึ่งบ่งบอกว่าภายในห้องไม่อยู่ในสภาวะคงตัว แต่ยังมีค่าต่ำกว่า 0.8 บ่งบอกว่าระบบยังไม่ล้มเหลว และอัตราส่วนกรดไขมันระเหยต่อสภาพความเป็นด่างทั้งหมดจะลดลงเรื่อยๆในห้องถัดไปตามระยะทางและมีค่าน้อยกว่า 0.4 ซึ่งถือว่าเหมาะสมต่อการเดินระบบ