

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

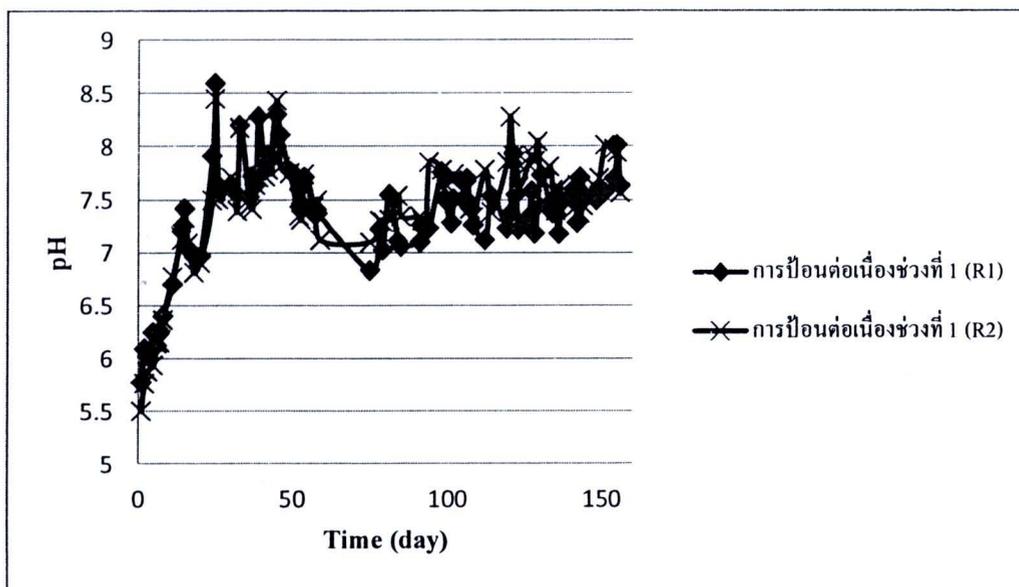
งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของการป้อนน้ำแบบไม่ต่อเนื่องที่มีต่อสมรรถนะของถังกรองไร้อากาศ โดยใช้ถังกรองไร้อากาศขนาด 16 ล. จำนวน 2 ชุดทดลอง น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีน้ำตาลทรายเป็นแหล่งคาร์บอน ความเข้มข้นซีโอดีประมาณ 5,000 มก./ล. ตลอดทั้งการทดลอง แบ่งการทดลองเป็น 4 ช่วง ใช้ระยะเวลาเดินระบบทั้งสิ้น 504 วัน แบ่งเป็นช่วงที่หนึ่ง 156 วัน ช่วงที่สอง 108 วัน ช่วงที่สาม 106 วัน และช่วงที่สี่ 135 วัน

4.1 ระยะเริ่มต้นระบบ

การทดลองช่วงที่หนึ่งเป็นระยะเริ่มต้นของระบบ (Startup) เพื่อให้จุลินทรีย์ในระบบสามารถปรับตัวเข้ากับน้ำเสียได้ ภาวะที่ใช้ในการเดินระบบ คือ ป้อนน้ำเสียเข้าระบบต่อเนื่องตลอด 24 ชม. โดยใช้ภาวะเดียวกันในทั้ง 2 ปฏิกรณ์

4.1.1 พีเอช (pH)

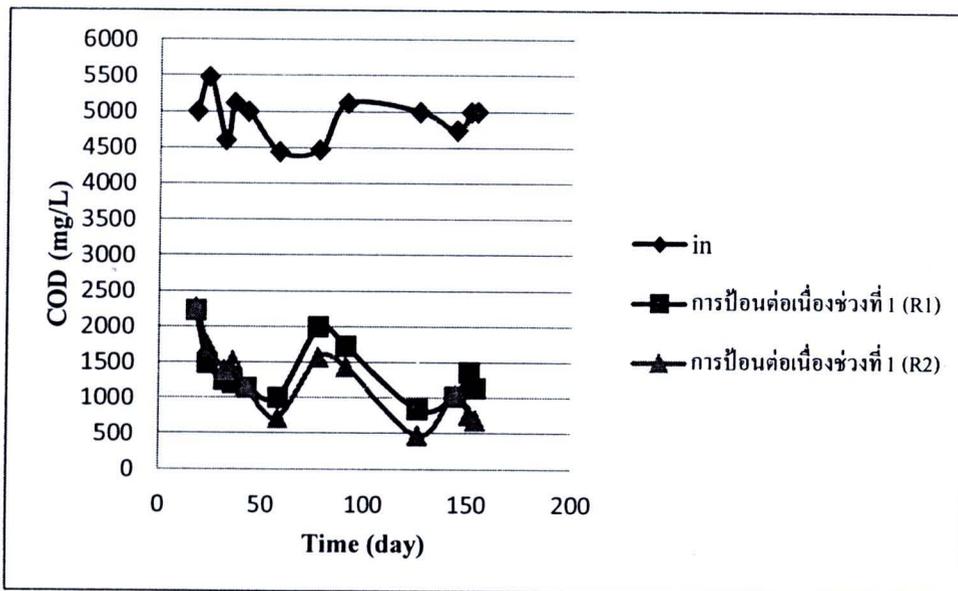
ในการทดลองช่วงที่หนึ่ง ค่าพีเอชในน้ำเสียที่เข้าระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.91 ± 0.33 ค่าพีเอชในน้ำเสียที่ออกจากปฏิกรณ์ที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.39 ± 0.52 และ 7.45 ± 0.56 ตามลำดับ จากรูปที่ 4.1 พบว่าในช่วงแรกของการทดลองค่าพีเอชในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่าต่ำ เนื่องจากปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ซึ่งใช้เป็นบัฟเฟอร์ให้กับระบบมีปริมาณไม่เพียงพอ เมื่อเกิดกรดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในระบบจึงทำให้ระบบมีค่าพีเอชที่ต่ำไม่เหมาะแก่การดำรงชีพของจุลินทรีย์ในระบบ ดังนั้นจึงเพิ่มปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตในน้ำเสียเข้าทำให้พีเอชในระบบค่อยๆสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าพีเอชในน้ำเสียที่ออกจากระบบในปฏิกรณ์ที่ 1 และ 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



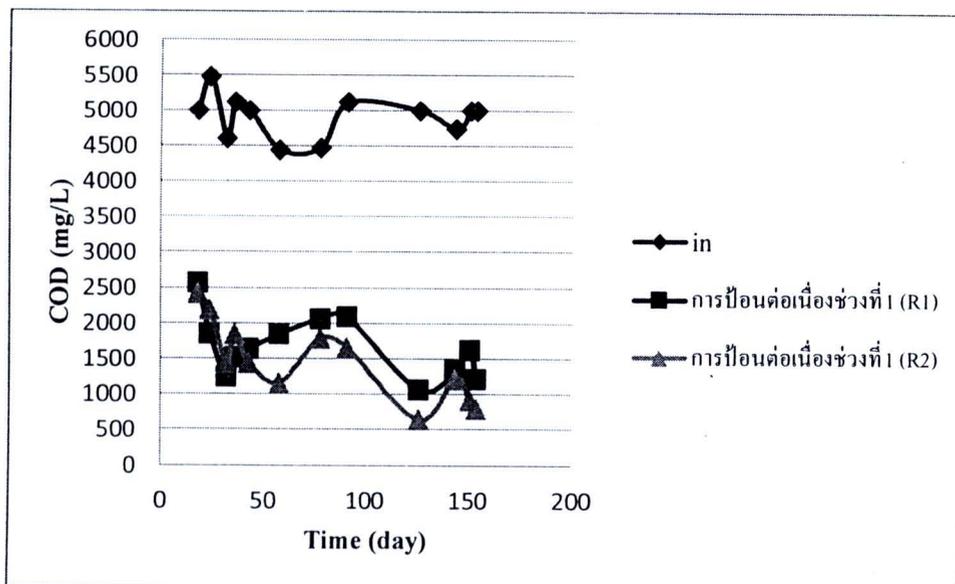
รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในการป้อนต่อเนื่องช่วงที่ 1

4.1.2 การกำจัดสารอินทรีย์

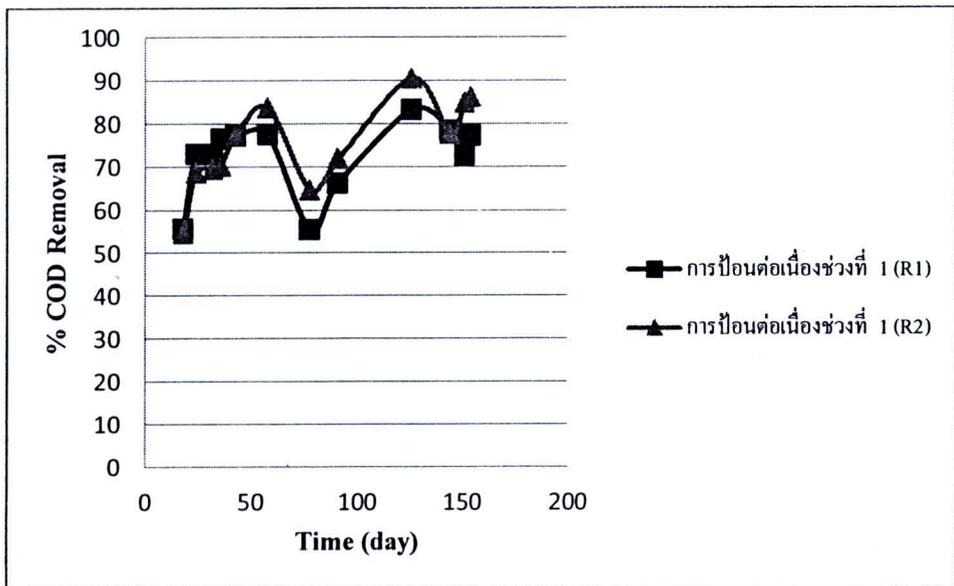
ในการทดลองช่วงที่หนึ่ง ค่าความเข้มข้นซีโอดีในน้ำเสียที่เข้าระบบมีค่าเฉลี่ย $4,913 \pm 300$ มก./ล. ค่าซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากปฏิกรณ์ที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1,364 \pm 421$ และ $1,230 \pm 522$ มก./ล. ตามลำดับ ค่าซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1,669 \pm 438$ และ 1458 ± 552 มก./ล. ในปฏิกรณ์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากปฏิกรณ์ที่ 1 และ 2 มีค่าร้อยละ 72 และ 75 ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่าร้อยละ 66 และ 70 ในปฏิกรณ์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4.2, 4.3, 4.4 และ 4.5 พบว่าที่สถานะคงตัว ค่าซีโอดีละลาย, ค่าซีโอดีทั้งหมด, ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายและซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบของปฏิกรณ์ทั้ง 2 มีความแตกต่างกันเล็กน้อย



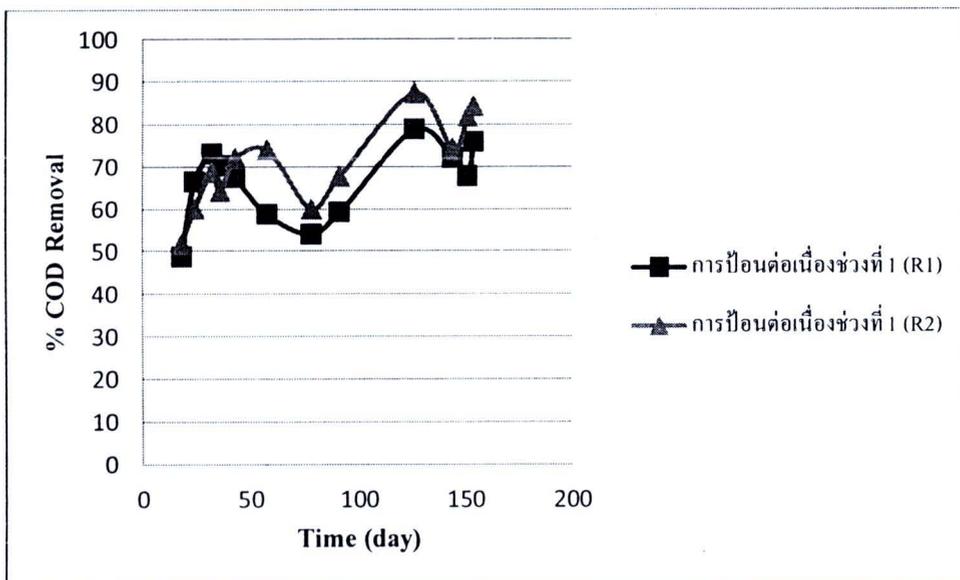
รูปที่ 4.2 ค่าซีโอดีละลายในการป้อนต่อเนื่องช่วงที่ 1



รูปที่ 4.3 ค่าซีโอดีทั้งหมดในการป้อนต่อเนื่องช่วงที่ 1



รูปที่ 4.4 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายในการป้อนต่อเนื่องช่วงที่ 1

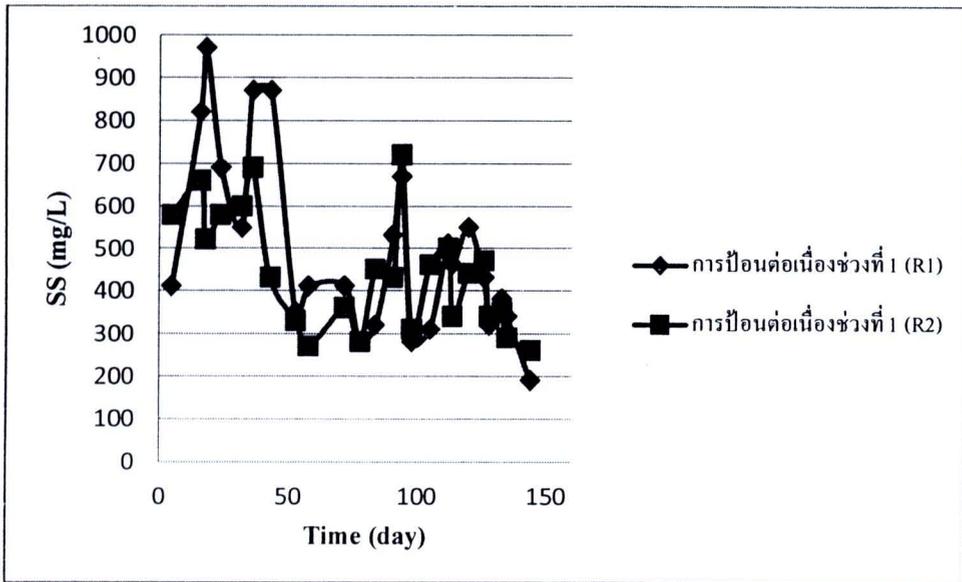


รูปที่ 4.5 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในการป้อนต่อเนื่องช่วงที่ 1

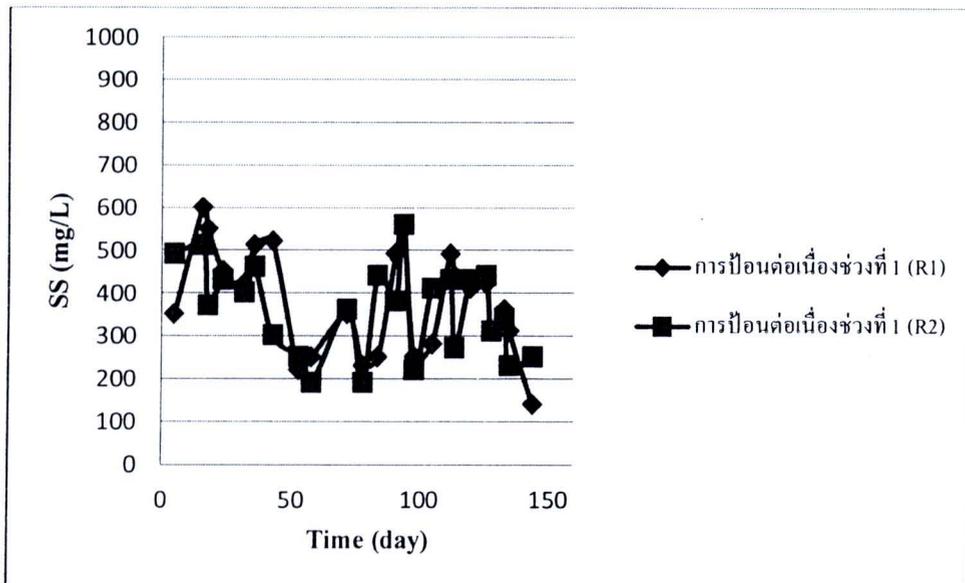
4.1.3 ของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย

ในการทดลองช่วงที่หนึ่ง ค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากปฏิกรณ์ที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 497 ± 214 และ 444 ± 138 มก./ล. ตามลำดับ ค่าของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 382 ± 125 และ 361 ± 105 มก./ล. ในปฏิกรณ์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนระหว่างของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายต่อของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบในปฏิกรณ์ที่ 1 และ

2 เท่ากับ 0.80 และ 0.82 ตามลำดับ จากรูปที่ 4.6 และ 4.7 พบว่าช่วงแรกของการเดินระบบในการทดลอง ช่วงที่หนึ่งนั้น ค่าของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบนั้นมี ปริมาณมาก อาจเนื่องมาจากการทดลองนี้เป็นช่วงเริ่มต้นระบบ จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ในระบบยังไม่สามารถ ยึดเกาะตัวกลางได้ดี เมื่อทำการเดินระบบต่อไปปริมาณของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหย ง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบก็จะค่อยๆลดลง



รูปที่ 4.6 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในการป้อนต่อเนื่องช่วงที่ 1



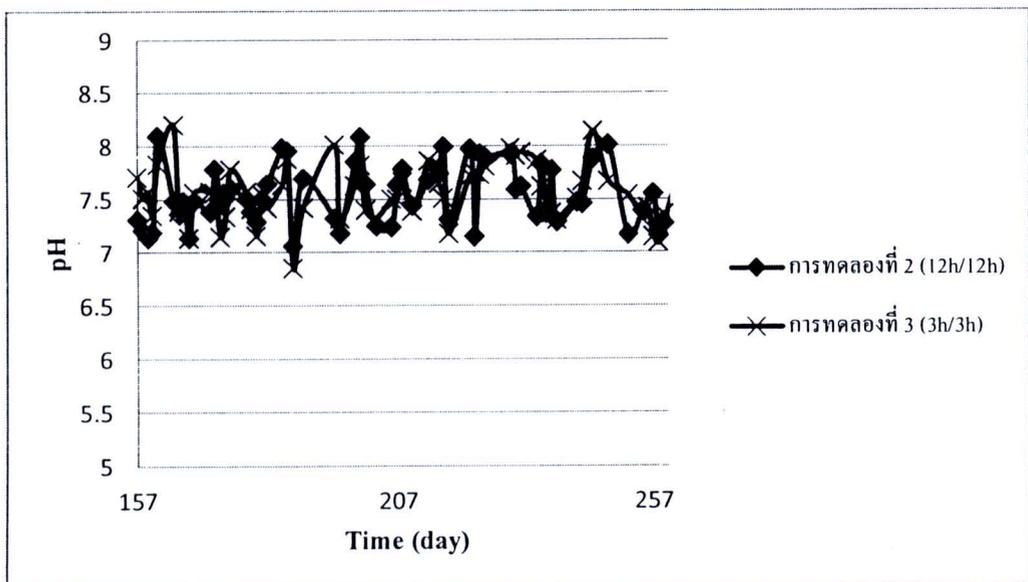
รูปที่ 4.7 ปริมาณของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในการป้อนต่อเนื่องช่วงที่ 1

4.2 ระยะเวลาทดลอง

เป็นการเดินระบบในการทดลองช่วงที่สองถึงช่วงที่สี่ มีภาวะที่ใช้ในแต่ละการทดลองดังนี้ การทดลองช่วงที่สองภาวะที่ใช้ในการเดินระบบ คือ การทดลองที่ 2 ป้อนน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชม.หยุด 12 ชม. และการทดลองที่ 3 ป้อนน้ำเสียเข้าระบบ 3 ชม. หยุด 3 ชม. สลับกันจนครบ 24 ชม. การทดลองช่วงที่สามภาวะที่ใช้ในการเดินระบบ คือ การทดลองที่ 4 ป้อนน้ำเสียเข้าระบบ 6 ชม.หยุด 18 ชม. และการทดลองที่ 5 ป้อนน้ำเสียเข้าระบบ 1.5 ชม. หยุด 4.5 ชม. สลับกันจนครบ 24 ชม. การทดลองช่วงที่สี่ภาวะที่ใช้ในการเดินระบบ คือ การทดลองที่ 6 ป้อนน้ำเสียเข้าระบบ 3 ชม. หยุด 21 ชม. และการทดลองที่ 7 ป้อนน้ำเสียเข้าระบบ 1 ชม. หยุด 7 ชม. สลับกันจนครบ 24 ชม.

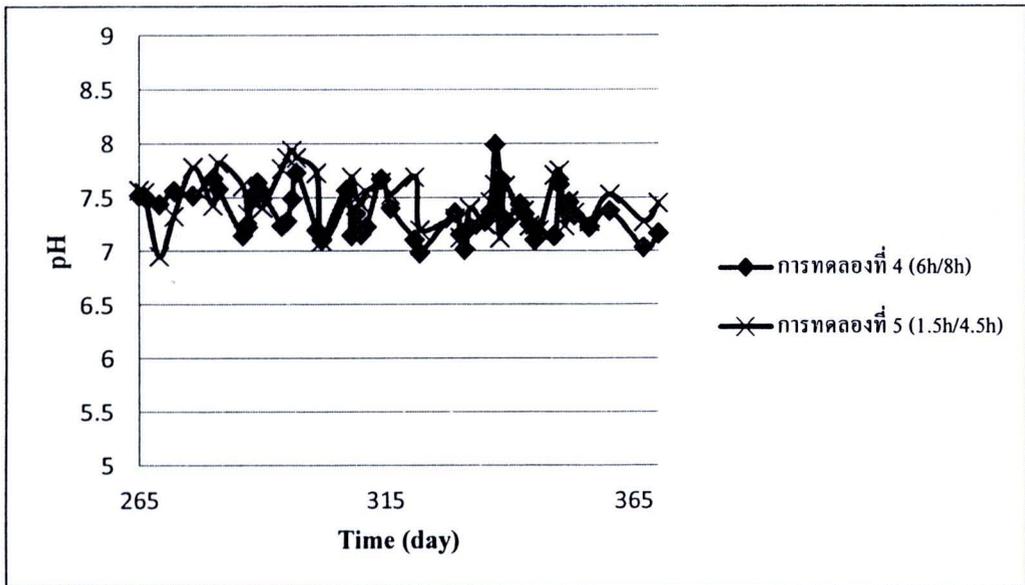
4.2.1 พีเอช (pH)

ค่าเฉลี่ยพีเอชของน้ำเสียก่อนเข้าระบบในการทดลองช่วงที่สองถึงช่วงที่สี่มีค่า 8.07 ± 0.32 , 8.08 ± 0.28 และ 8.18 ± 0.28 ตามลำดับ ในการทดลองช่วงที่สอง ค่าพีเอชในน้ำเสียที่ออกจากระบบของการทดลองที่ 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.55 ± 0.28 และ 7.55 ± 0.27 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.8



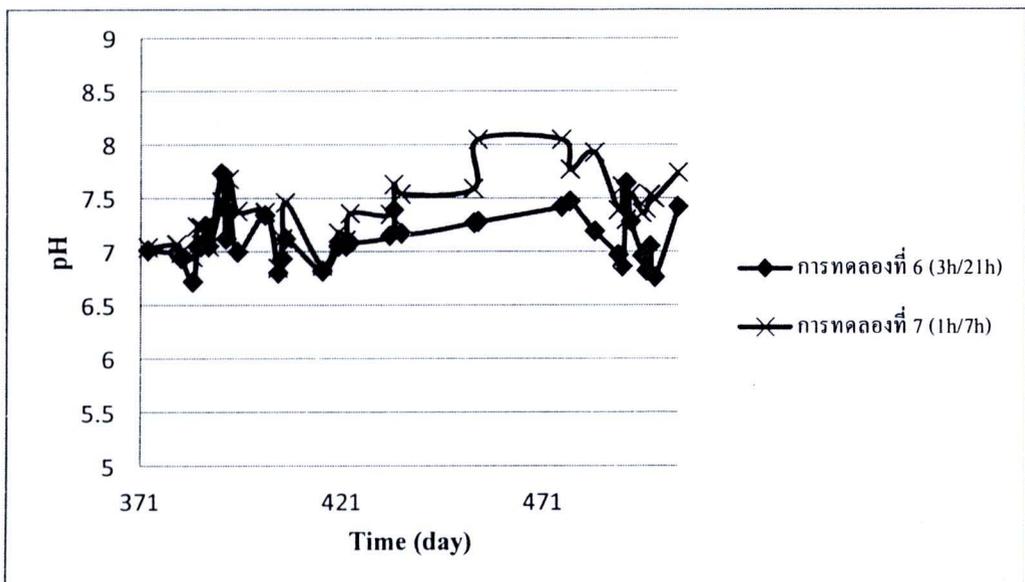
รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 2 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 12h/12h และ 3h/3h

ในการทดลองช่วงที่สาม ค่าพีเอชในน้ำเสียที่ออกจากระบบของการทดลองที่ 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ยที่เท่ากับ 7.36 ± 0.22 และ 7.46 ± 0.23 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 3 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 6h/18h และ 1.5h/4.5h

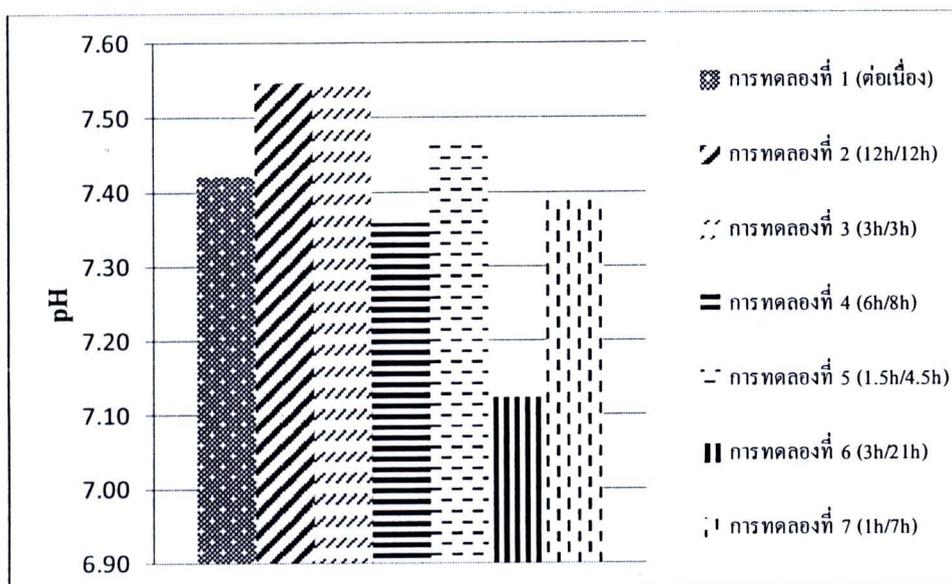
ในการทดลองช่วงที่สี่ ค่าพีเอชในน้ำเสียที่ออกจากระบบของการทดลองที่ 6 และ 7 มีค่าเฉลี่ยที่เท่ากับ 7.12 ± 0.24 และ 7.39 ± 0.30 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 4 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 3h/21h และ 1h/7h

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4.11 พบว่าค่าเฉลี่ยของพีเอชในน้ำเสียที่ออกจากระบบในแต่ละการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 7.1 – 7.8 ซึ่งเป็นช่วงที่จุลินทรีย์ในระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อเปรียบเทียบความ

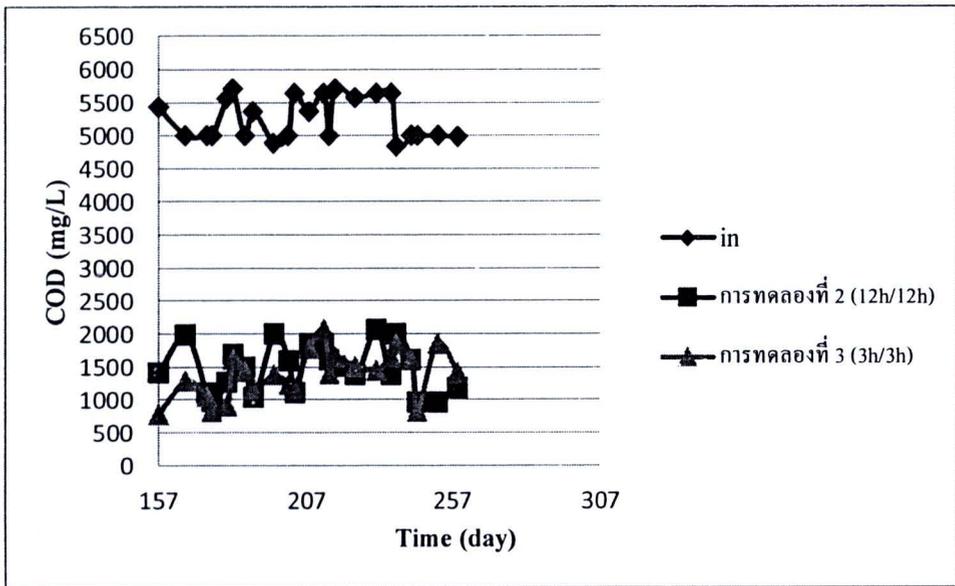
แตกต่างของค่าพีเอชในน้ำเสียที่ออกจากระบบในแต่ละการทดลองจะเห็นว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



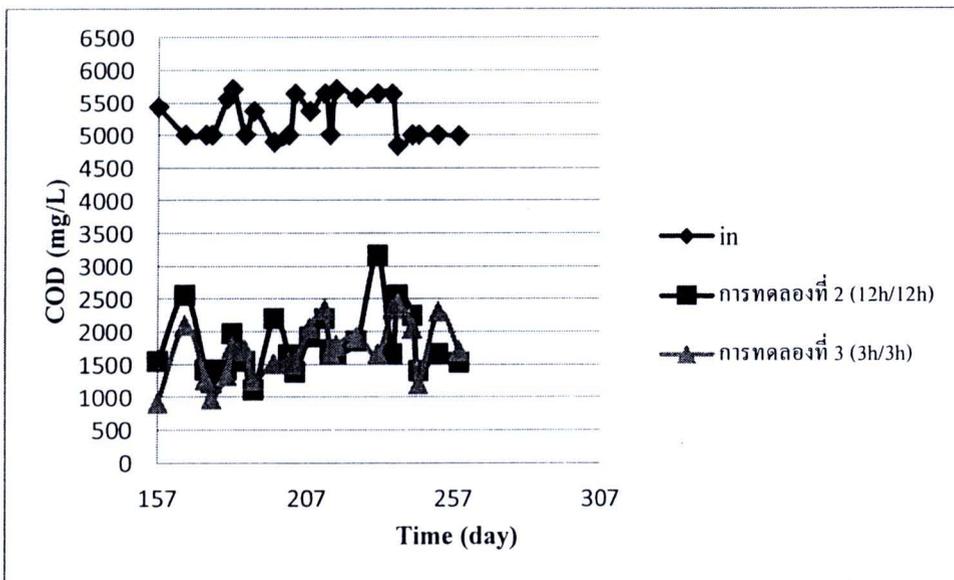
รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าพีเอชในแต่ละการทดลอง

4.2.2 การกำจัดสารอินทรีย์

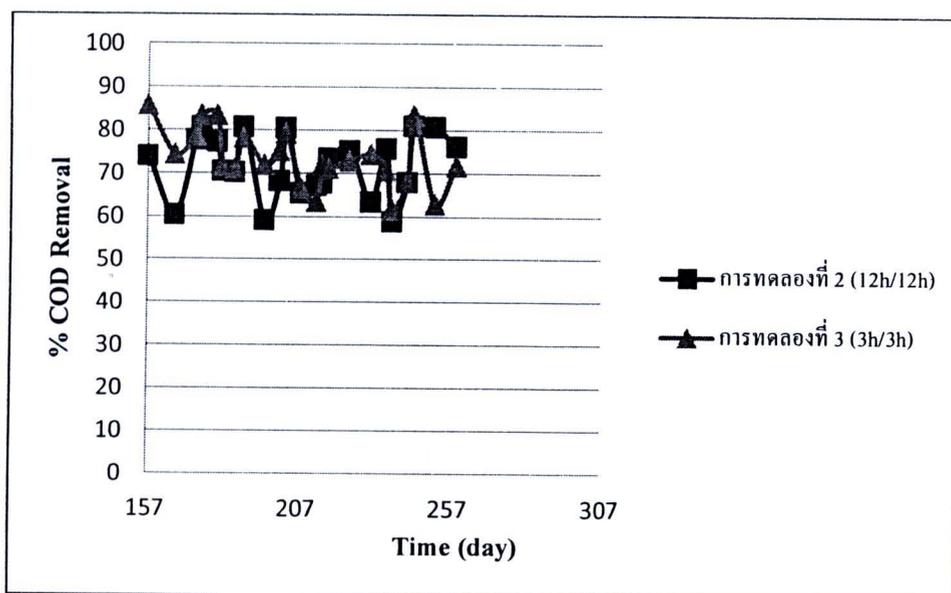
ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นซีโอดีของน้ำเสียที่เข้าระบบในการทดลองช่วงที่สองถึงช่วงที่สี่มีค่า $5,260 \pm 318$, $5,270 \pm 304$ และ $5,089 \pm 194$ มก./ล. ตามลำดับ ในการทดลองช่วงที่สองมีค่าเฉลี่ยที่สถานะคงตัวของซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลองที่ 2 และ 3 เท่ากับ $1,464 \pm 379$ และ $1,521 \pm 295$ มก./ล. ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยที่สถานะคงตัวของซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่า $1,944 \pm 533$ และ $1,907 \pm 381$ มก./ล. ในการทดลองที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายที่สถานะคงตัวในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลองที่ 2 และ 3 มีค่าร้อยละ 72 และ 71 ตามลำดับ และค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดที่สถานะคงตัวในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่าร้อยละ 63 และ 63 ในการทดลองที่ 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อพิจารณารูปที่ 4.12, 4.13, 4.14 และ 4.15 พบว่าแม้จะมีภาวะที่ใช้เดินระบบที่แตกต่างกัน แต่การทดลองทั้งสองมีภาวะบรรทุกสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่เข้าระบบเท่ากัน และไม่สูงเกินขีดความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ของปฏิกรณ์จึงไม่ส่งผลต่อผลของค่าซีโอดีละลาย, ค่าซีโอดีทั้งหมด รวมถึงค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลาย และซีโอดีทั้งหมดนั้นให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



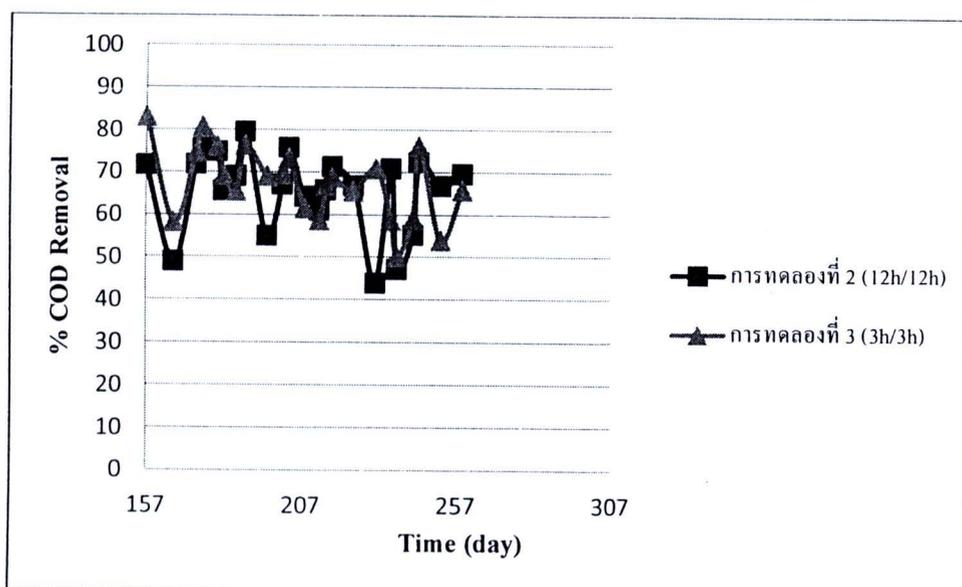
รูปที่ 4.12 ค่าซีโอดีละลายในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 2 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 12h/12h และ 3h/3h



รูปที่ 4.13 ค่าซีโอดีทั้งหมดในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 2 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 12h/12h และ 3h/3h



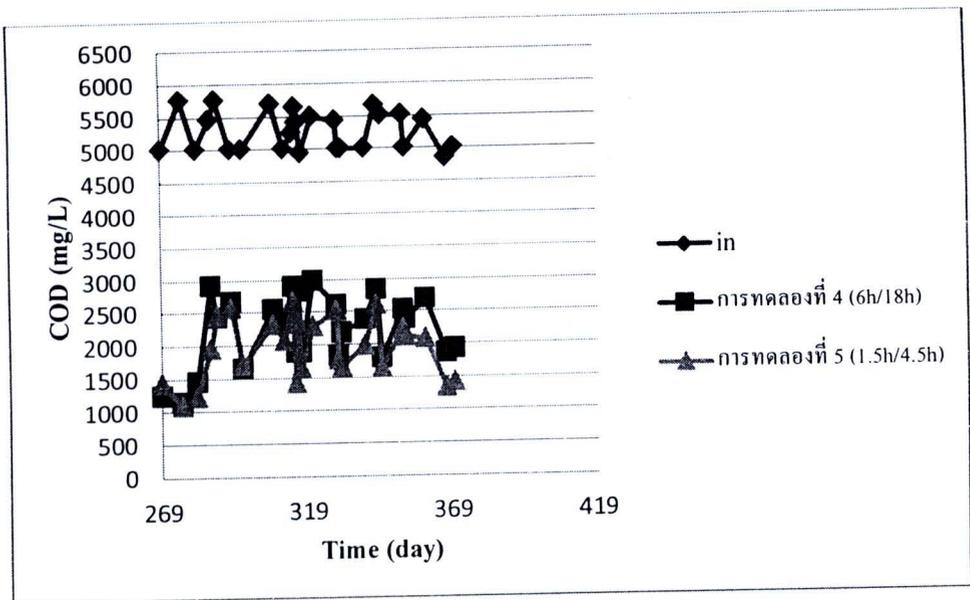
รูปที่ 4.14 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 2 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 12h/12h และ 3h/3h



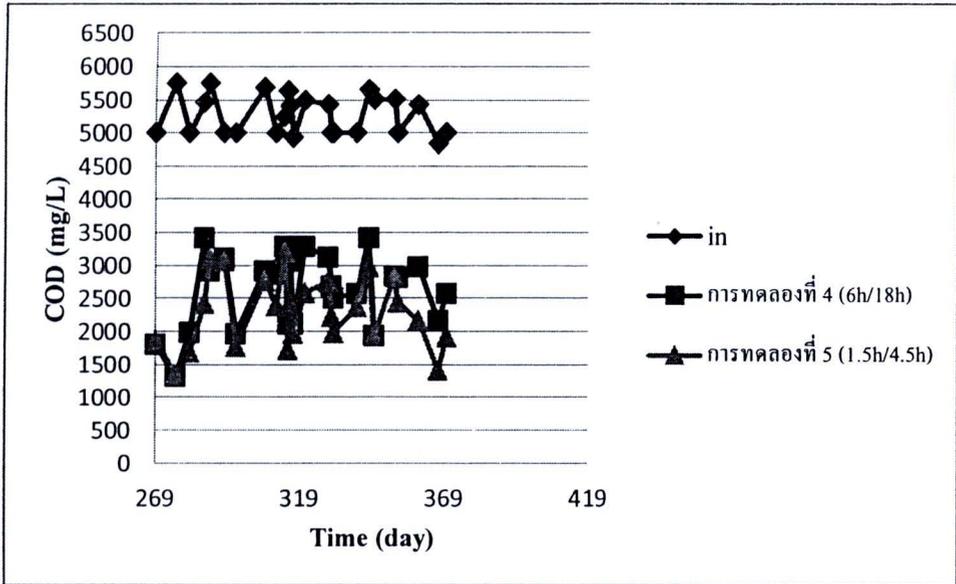
รูปที่ 4.15 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 2 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 12h/12h และ 3h/3h

ในการทดลองช่วงที่สามมีค่าเฉลี่ยที่สถานะคงตัวของซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลองที่ 4 และ 5 เท่ากับ $2,302 \pm 422$ และ $1,937 \pm 415$ มก./ล. ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยที่สถานะคงตัวของซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่า $2,677 \pm 457$ และ $2,248 \pm 435$ มก./ล. ในการทดลองที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายที่สถานะคงตัวในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลอง

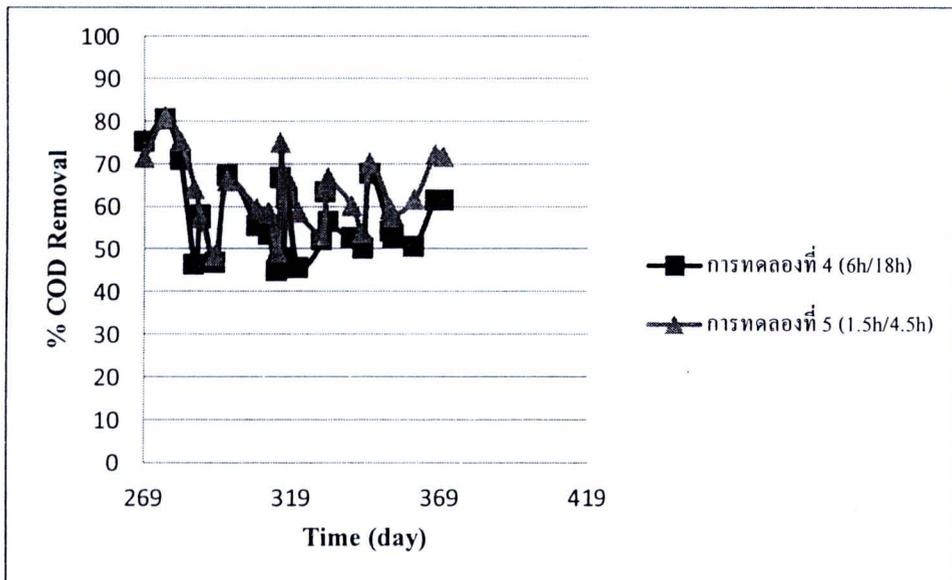
ที่ 4 และ 5 มีค่าร้อยละ 56 และ 63 ตามลำดับ และค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดที่สถานะคงตัว ในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่าร้อยละ 50 และ 58 ในการทดลองที่ 4 และ 5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณารูปที่ 4.16, 4.17, 4.18 และ 4.19 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบผลของค่าซีโอดีละลาย และ ค่าซีโอดีทั้งหมด รวมถึงค่า ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลาย และซีโอดีทั้งหมดในการทดลองที่ 4 และ 5 จะพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยในการทดลองที่ 5 นั้นมีค่าค่าซีโอดีละลาย, ค่าซีโอดีทั้งหมด, ค่าประสิทธิภาพการ กำจัดซีโอดีละลาย และซีโอดีทั้งหมดที่ดีกว่าในการทดลองที่ 4 แม้ว่าจะมีการบรรทุกระบบสารอินทรีย์ และ ภาระทางชีวศาสตร์ที่เท่ากัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะการเดินระบบของการทดลองที่ 5 มีการป้อนน้ำ แบบสลับ ซึ่งช่วงเวลาในการหยุดในแต่ละรอบมีผลให้เกิดประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ที่ดีกว่า การทดลองที่ 4



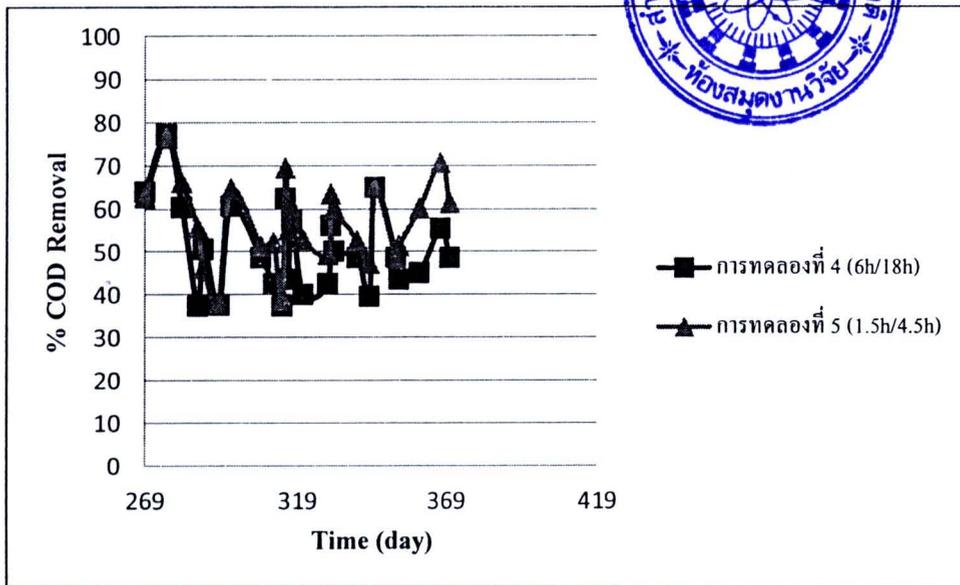
รูปที่ 4.16 ค่าซีโอดีละลายในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 3 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 6h/18h และ 1.5h/4.5h



รูปที่ 4.17 ค่าซีโอดีทั้งหมดในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 3 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 6h/18h และ 1.5h/4.5h

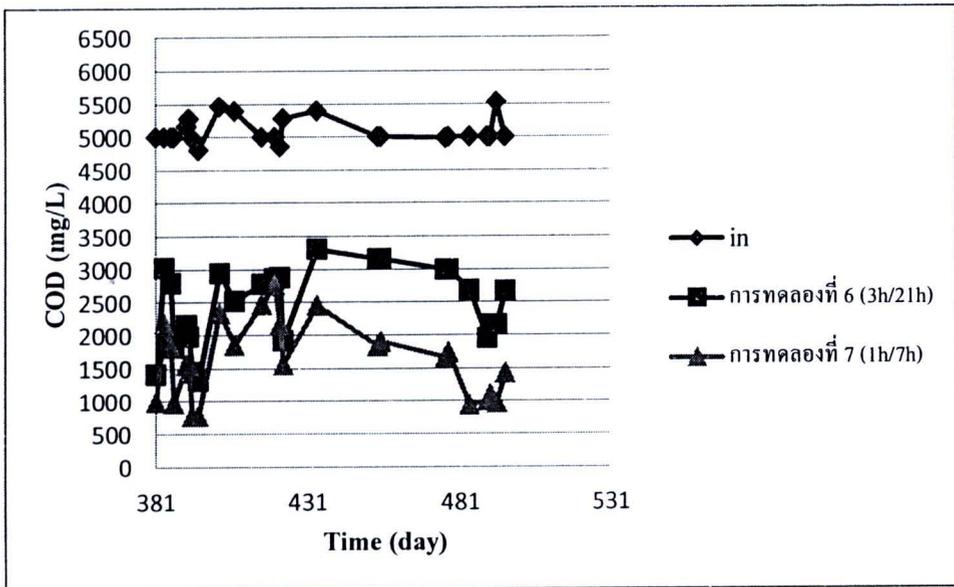


รูปที่ 4.18 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 3 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 6h/18h และ 1.5h/4.5h

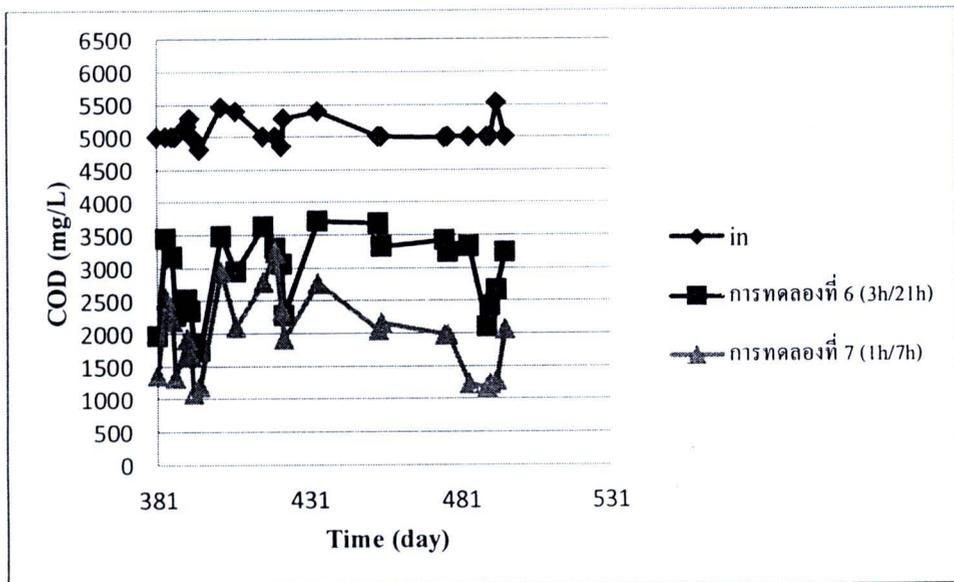


รูปที่ 4.19 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 3 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 6h/18h และ 1.5h/4.5h

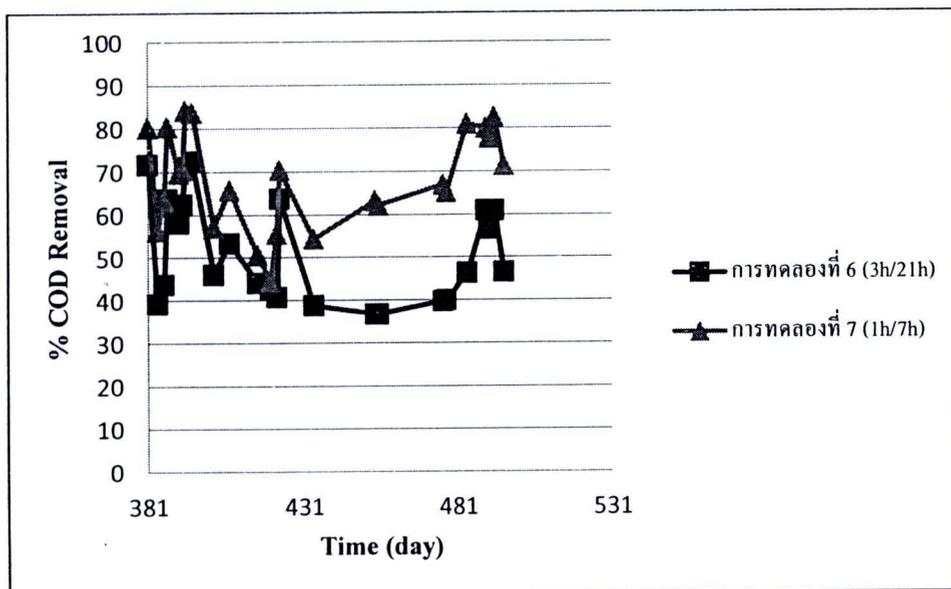
ในการทดลองช่วงที่สี่ มีค่าเฉลี่ยที่สถานะคงตัวของซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลองที่ 6 และ 7 เท่ากับ $2,671 \pm 498$ และ $1,564 \pm 492$ มก./ล. ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่า $3,038 \pm 543$ และ $1,848 \pm 508$ มก./ล. ในการทดลองที่ 6 และ 7 ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายที่สถานะคงตัวในน้ำเสียที่ออกจากระบบการทดลองที่ 6 และ 7 มีค่าร้อยละ 47 และ 69 ตามลำดับ และค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดที่สถานะคงตัวในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่าร้อยละ 40 และ 64 ในการทดลองที่ 6 และ 7 ตามลำดับ เมื่อพิจารณารูปที่ 4.20, 4.21, 4.22 และ 4.23 พบว่าเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลของค่าซีโอดีละลาย และ ค่าซีโอดีทั้งหมด รวมถึงค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลาย และซีโอดีทั้งหมดในการทดลองที่ 6 และ 7 จะพบว่ามี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการทดลองที่ 7 นั้นมีค่าค่าซีโอดีละลาย, ค่าซีโอดีทั้งหมด, ค่าประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลาย และซีโอดีทั้งหมด ที่ดีกว่าในการทดลองที่ 6 แม้ว่าจะมีการบรรทุกระบบอินทรีย์ และภาระทางชลศาสตร์ที่เท่ากัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะการเดินระบบของการทดลองที่ 7 มีการป้อนน้ำแบบสลับ ซึ่งช่วงเวลาในการหยุดในแต่ละรอบมีผลให้เกิดประสิทธิภาพในการบำบัดที่ดีกว่าการทดลองที่ 6



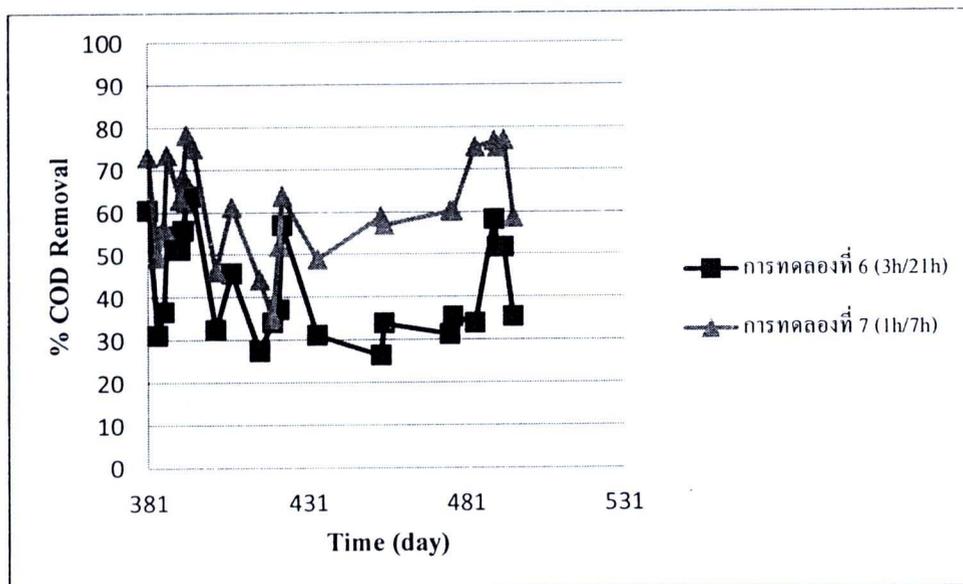
รูปที่ 4.20 ค่าซีโอดีละลายในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 4 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 3h/21h และ 1h/7h



รูปที่ 4.21 ค่าซีโอดีทั้งหมดในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 4 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 3h/21h และ 1h/7h



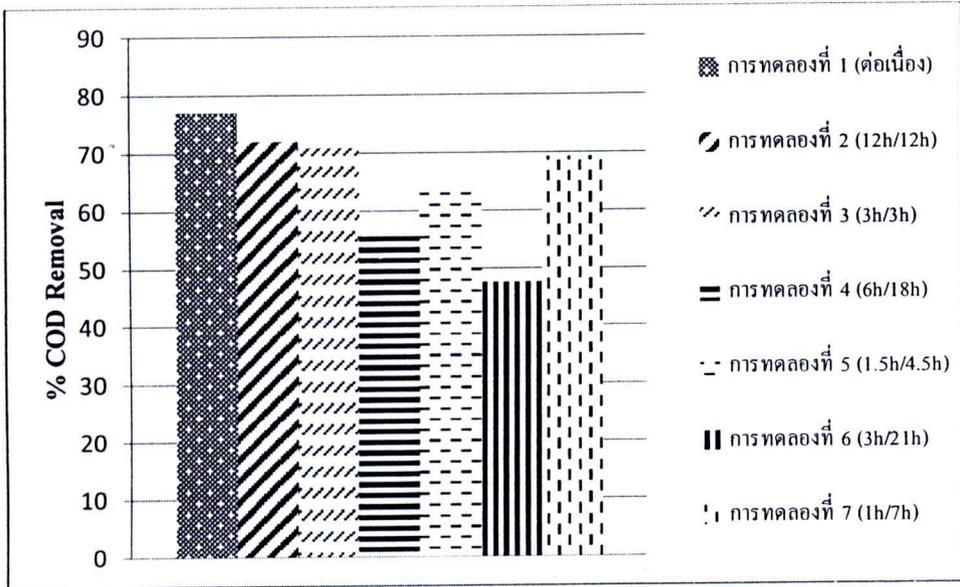
รูปที่ 4.22 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 4 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 3h/21h และ 1h/7h



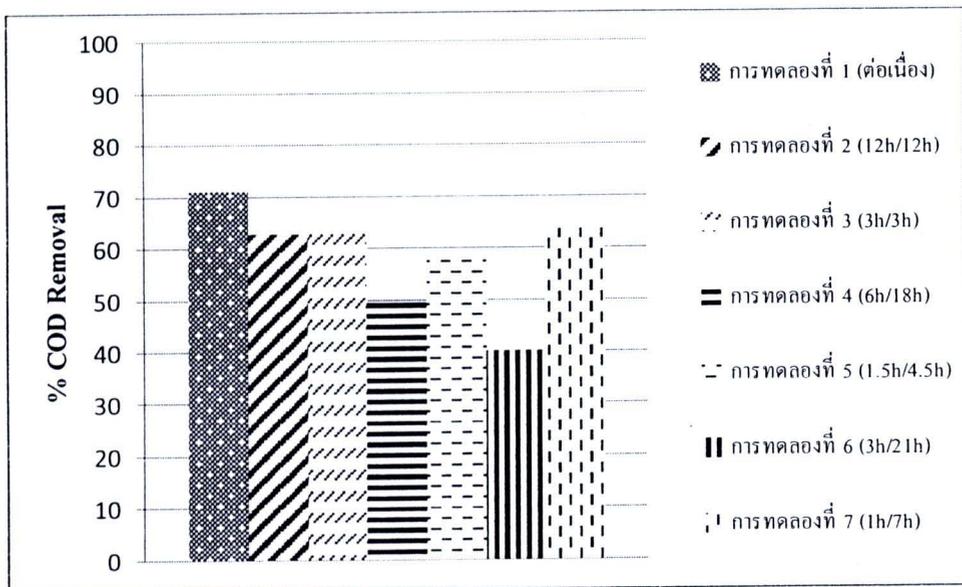
รูปที่ 4.23 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 4 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 3h/21h และ 1h/7h

และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลาย และซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบใน ทั้ง 7 การทดลอง พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีละลายและซีโอดีทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญในการทดลองช่วงที่ 3 และ 4 ซึ่งมีการหยุดป้อนน้ำเสีย 18 และ 21 ชม. ตามลำดับ จึงทำให้จุลินทรีย์ปรับตัวไม่ทันเมื่อรับน้ำเสียที่เข้ามาอย่างกะทันหัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเดินระบบ 2 แบบ คือ ป้อน

แบบหยุดยาว และป้อนแบบหยุดสั้น พบว่า การเดินระบบแบบป้อนแบบหยุดสั้นให้ประสิทธิภาพในการบำบัดที่ดีกว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.24 และ 4.25



รูปที่ 4.24 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายที่การทดลองต่างๆ

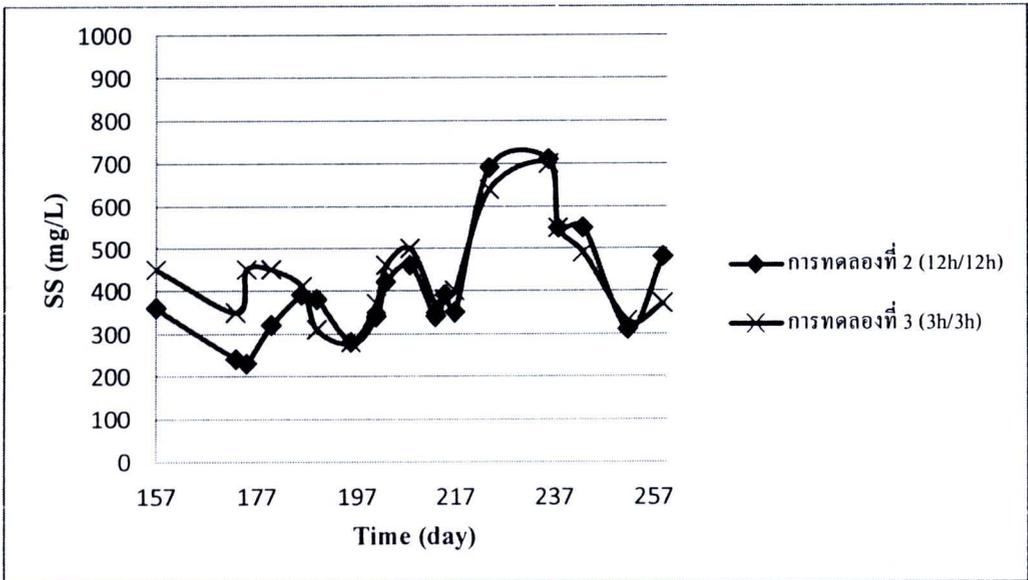


รูปที่ 4.25 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดที่การทดลองต่างๆ

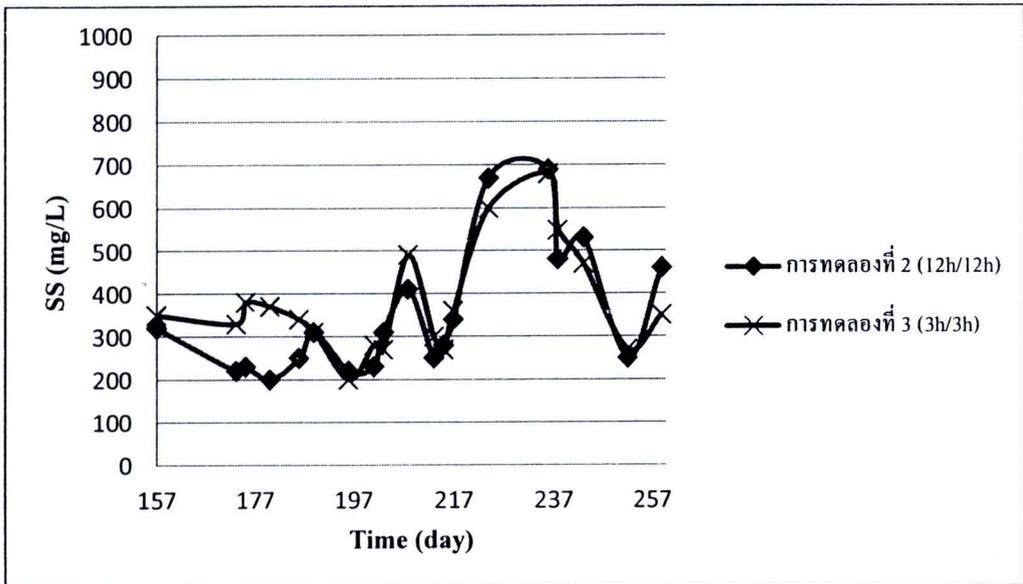
4.2.3 ของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย

ในการทดลองช่วงที่สองมีค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลองที่ 2 และ 3 เป็น 504 ± 149 และ 483 ± 136 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออก

จากระบบมีค่าเป็น 463 ± 166 และ 444 ± 155 มก./ล. ในการทดลองที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราส่วนระหว่างของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายต่อของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลองที่ 2 และ 3 คือ 0.90 และ 0.91 ตามลำดับ จากรูปที่ 4.26 และ 4.27 พบว่าแม้จะมีภาวะที่ใช้เดินระบบที่แตกต่างกัน แต่การทดลองทั้งสองมีภาระทางชลศาสตร์เท่ากัน และไม่สูงจนเกิดการปั่นป่วนให้หลุดออกมาของของแข็งแขวนลอยที่แตกต่างกัน

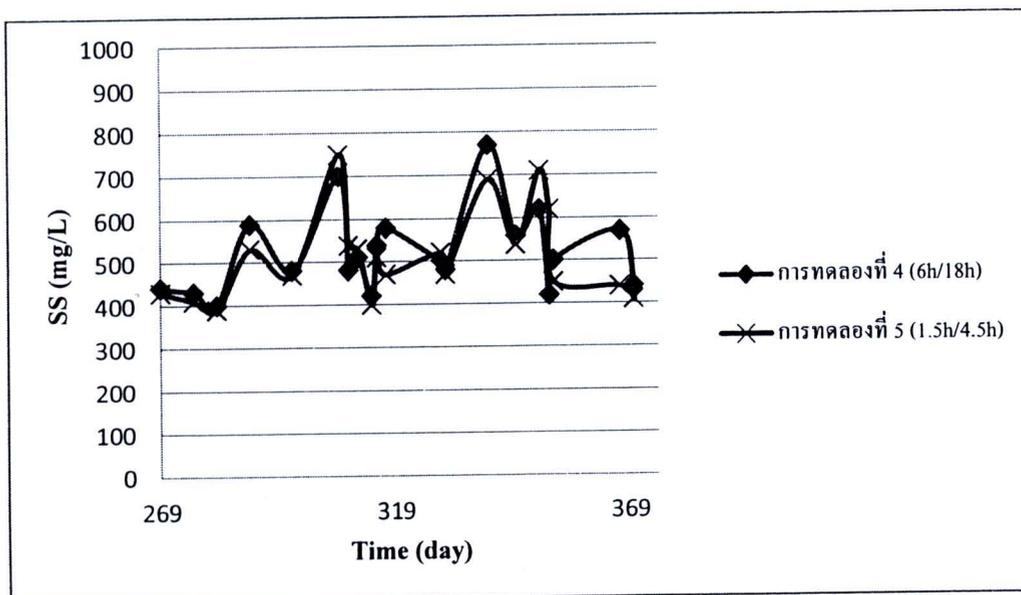


รูปที่ 4.26 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 2 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 12h/12h และ 3h/3h

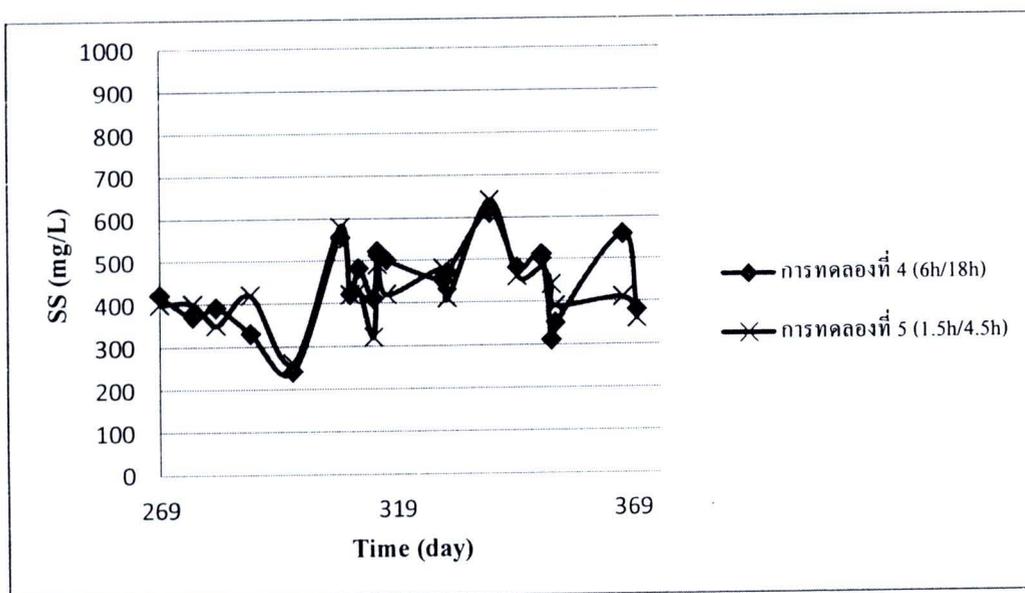


รูปที่ 4.27 ปริมาณของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในการป้อนไม้ต่อเนื่องช่วงที่ 2 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 12h/12h และ 3h/3h

ในการทดลองช่วงที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลองที่ 4 และ 5 เป็น 544 ± 97 และ 530 ± 101 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่าเป็น 467 ± 90 และ 453 ± 74 มก./ล. ในการทดลองที่ 4 และ 5 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยอัตราส่วนระหว่างของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายต่อของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลองที่ 4 และ 5 คือ 0.86 และ 0.86 ตามลำดับ จากรูปที่ 4.28 และ 4.29 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดลองที่ 4 และ 5 นั้น แม้จะมีภาวะที่ใช้เดินระบบที่แตกต่างกัน แต่การทดลองทั้งสองมีภาระทางชลศาสตร์เท่ากัน และไม่สูงจนเกิดการปั่นป่วนให้หลุดออกมาของของแข็งแขวนลอยที่แตกต่างกัน



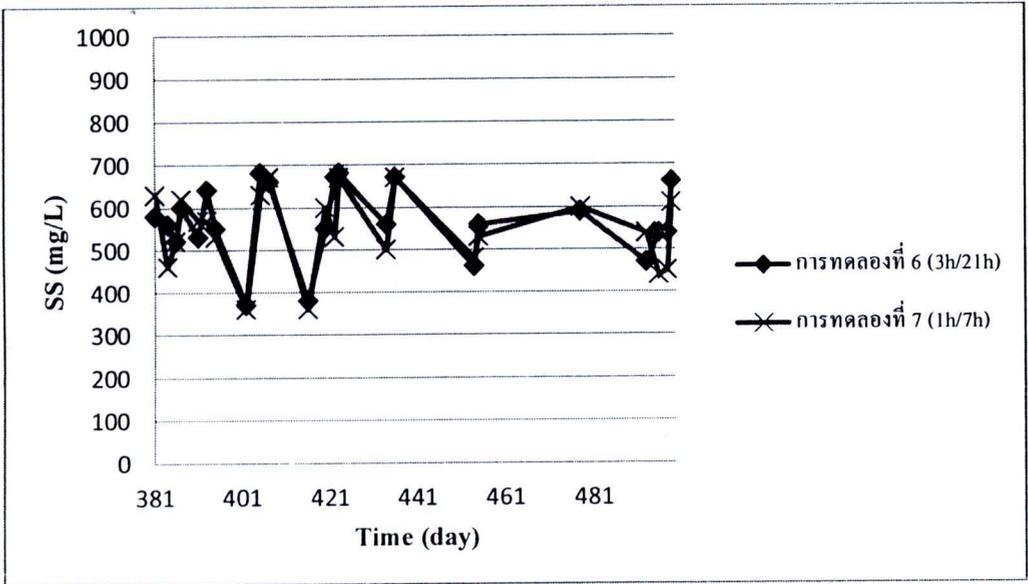
รูปที่ 4.28 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 3 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 6h/18h และ 1.5h/4.5h



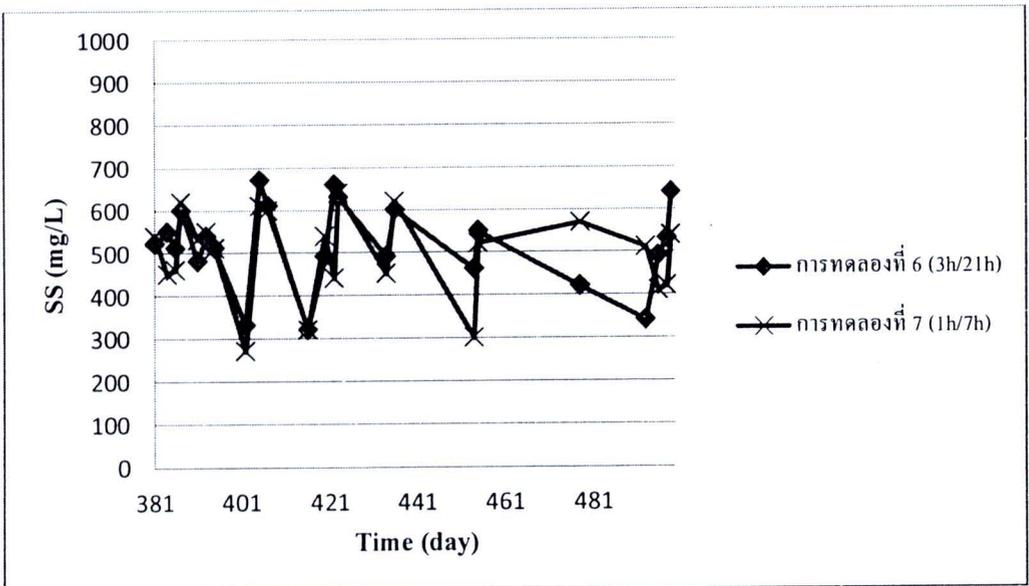
รูปที่ 4.29 ปริมาณของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 3 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 6h/18h และ 1.5h/4.5h

ในการทดลองช่วงที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลองที่ 6 และ 7 เป็น 582 ± 79 และ 547 ± 100 มก./ล. ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีค่าเป็น 528 ± 81 และ 493 ± 101 มก./ล. ในการทดลองที่ 6 และ 7 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ย

อัตราส่วนระหว่างของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายต่อของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบในการทดลองที่ 6 และ 7 คือ 0.91 และ 0.90 ตามลำดับ จากรูปที่ 4.30 และ 4.31 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดลองที่ 6 และ 7 นั้น แม้จะมีภาวะที่ใช้เดินระบบที่แตกต่างกัน แต่การทดลองทั้งสองมีภาระทางชลศาสตร์เท่ากัน และไม่สูงจนเกิดการปั่นป่วนให้หลุดออกมาของของแข็งแขวนลอยที่แตกต่างกัน

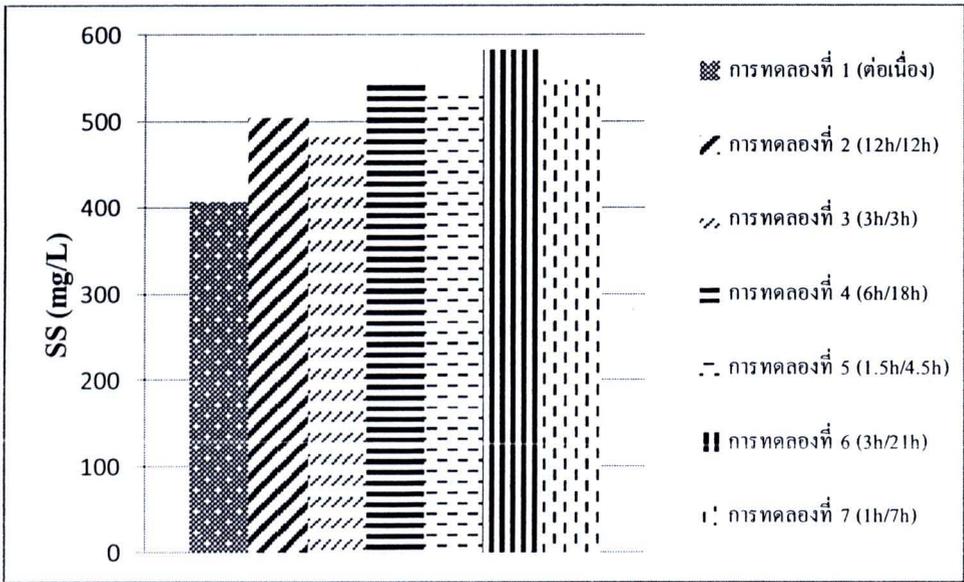


รูปที่ 4.30 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 4 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 3h/21h และ 1h/7h

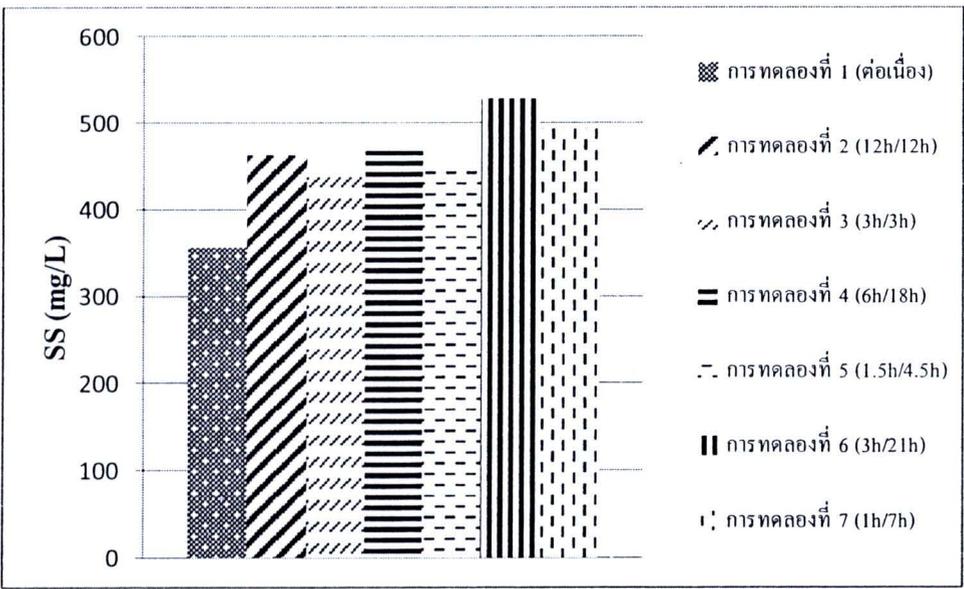


รูปที่ 4.31 ปริมาณของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในการป้อนไม่ต่อเนื่องช่วงที่ 4 ระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 3h/21h และ 1h/7h

และเมื่อเปรียบเทียบค่าของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบในทั้ง 7 การทดลอง พบว่าการเดินระบบในการทดลองช่วงที่ 2 ถึงช่วงที่ 4 นั้น ค่าของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องมาจากภาวะทางชีวศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นในการทดลองแต่ละช่วงสูงจนเกิดการปั่นป่วนให้หลุดออกมาของของแข็งแขวนลอยที่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเดินระบบ 2 แบบ คือ ป้อนแบบหยุดยาว และป้อนแบบหยุดสั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของการเดินระบบทั้ง 2 แบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.32 และ 4.33



รูปที่ 4.32 เปรียบเทียบของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบที่การทดลองต่างๆ



รูปที่ 4.33 เปรียบเทียบของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบที่การทดลองต่างๆ

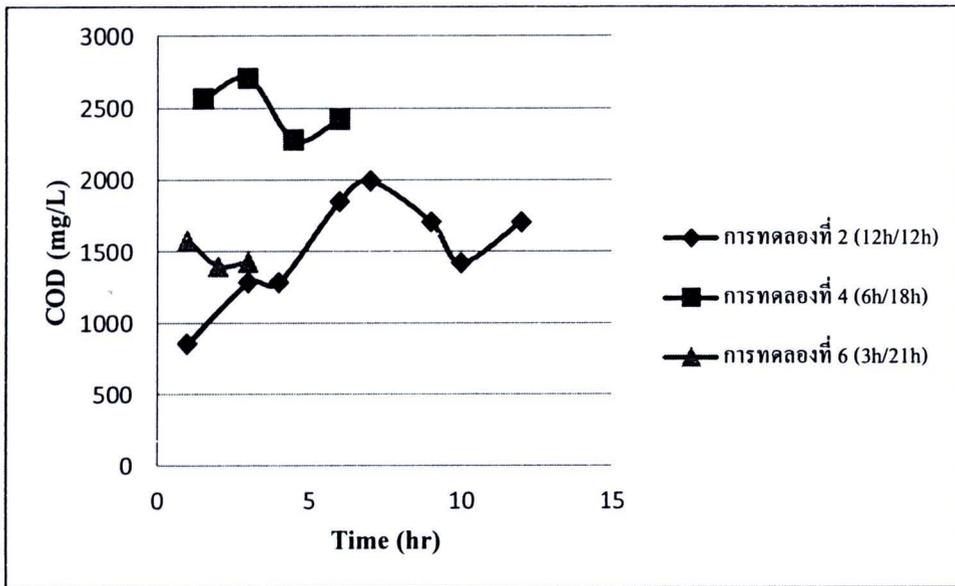
4.3 การบำบัดในรอบวัฏจักร

การทดลองนี้เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่ออกจากระบบในช่วงท้ายการทดลองในแต่ละช่วง โดยมีชั่วโมงเก็บน้ำเสียที่ออกจากระบบในรอบวัฏจักร ดังแสดงในตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์มี 2 พารามิเตอร์ คือ ซีโอดี และ ของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย

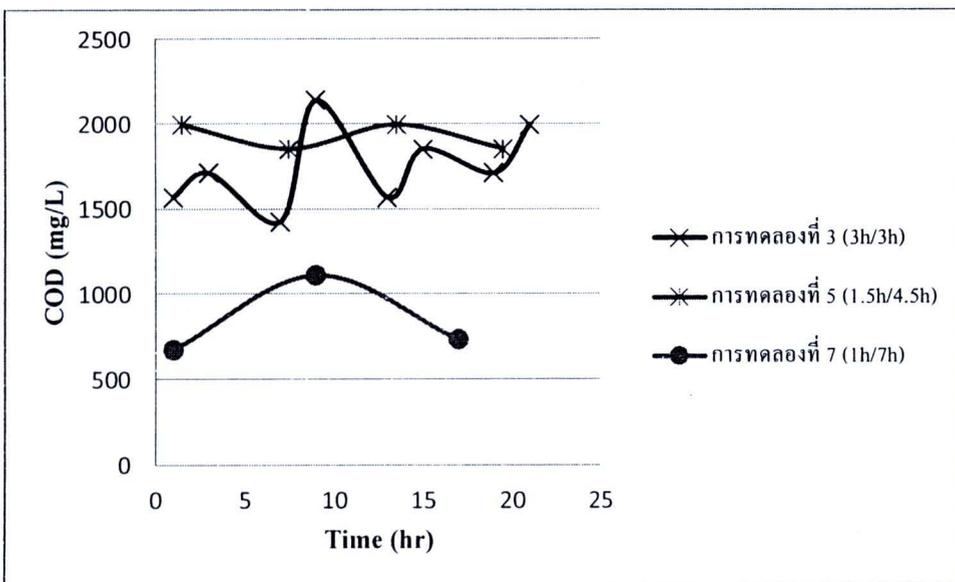
4.3.1 การกำจัดสารอินทรีย์

ในการทดลองที่ 2 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10 และ 12 โดยมีค่าซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 854 – 1,994 มก./ล. ค่าซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 997 – 2,278 มก./ล. ประสิทธิภาพการซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 65.85 – 85.36 และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 60.97 – 82.90 ในการทดลองที่ 3 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1, 3, 7, 9, 13, 15, 19 และ 21 โดยมีค่าซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 1,424 – 2,136 มก./ล. ค่าซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 1,708 – 2,420 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 63.41 – 75.60 และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 58.53 – 70.73 ในการทดลองที่ 4 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1.5, 3, 4.5 และ 6 โดยมีค่าซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 2,278 – 2,706 มก./ล. ค่าซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 2,848 – 3,275 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 51.28 – 58.97 และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 41.02 – 48.71 ในการทดลองที่ 5 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1.5, 7.5, 13.5 และ 19.5 โดยมีค่าซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 1,851 – 1,994 มก./ล. ค่าซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 2,278 – 2,563 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 64.10 – 66.66 และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 53.84 – 58.97 ในการทดลองที่ 6 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1, 2 และ 3 โดยมีค่าซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 1,402 – 1,577 มก./ล. ค่าซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 1,986 – 2,102 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 71.42 – 74.60 และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ

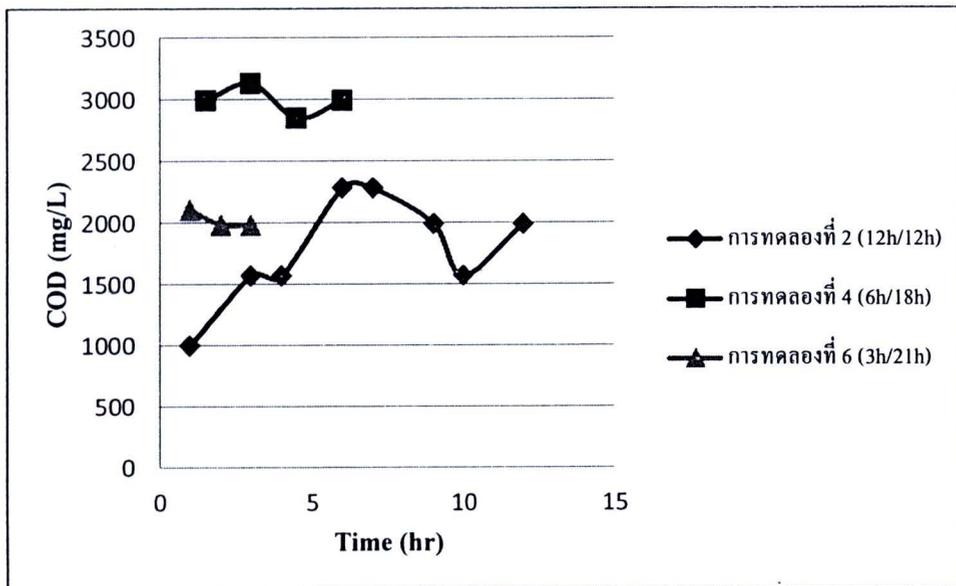
61.90 – 64.02 ในการทดลองที่ 7 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1, 9 และ 17 โดยมีค่าซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 672 – 1,110 มก./ล. ค่าซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 905 – 1,810 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 79.89 – 87.83 และประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วงร้อยละ 67.19 – 83.59 เมื่อพิจารณาค่าซีโอดีละลาย, ซีโอดีทั้งหมด, ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลาย และ ซีโอดีทั้งหมดในน้ำเสียที่ออกจากระบบของแต่ละการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของน้ำเสียที่ออกจากระบบในรอบวัฏจักร แบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีการป้อนแบบหยุดยาว คือ การทดลองที่ 2, 4 และ 6 กับกลุ่มที่มีการป้อนแบบหยุดสั้น คือ การทดลองที่ 3, 4 และ 7 โดยแม้จะมีระยะเวลาการป้อนที่เท่ากันแต่มีลักษณะการบำบัดในปฏิกรณ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้ ในกลุ่มที่มีการป้อนแบบหยุดยาวนั้น ระบบจะทำการป้อนน้ำอย่างต่อเนื่องแล้วหยุดยาว ทำให้มีภาระทางกลศาสตร์ที่สูงอย่างต่อเนื่องยาวนานจนจุลินทรีย์ในระบบไม่สามารถปรับตัวได้ทัน ทำให้คุณภาพน้ำเสียที่ออกจากระบบมีความผันผวนสูง ส่วนในกลุ่มที่มีการป้อนแบบหยุดสั้นนั้น แม้จะมีภาระทางกลศาสตร์เท่ากัน แต่มีการเดินระบบแบบป้อนสลับหยุด ซึ่งช่วงเวลาในการหยุดแต่ละรอบช่วยให้จุลินทรีย์สามารถปรับตัวได้ ส่งผลให้คุณภาพน้ำเสียที่ออกจากระบบค่อนข้างคงที่กว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40 และ 4.41



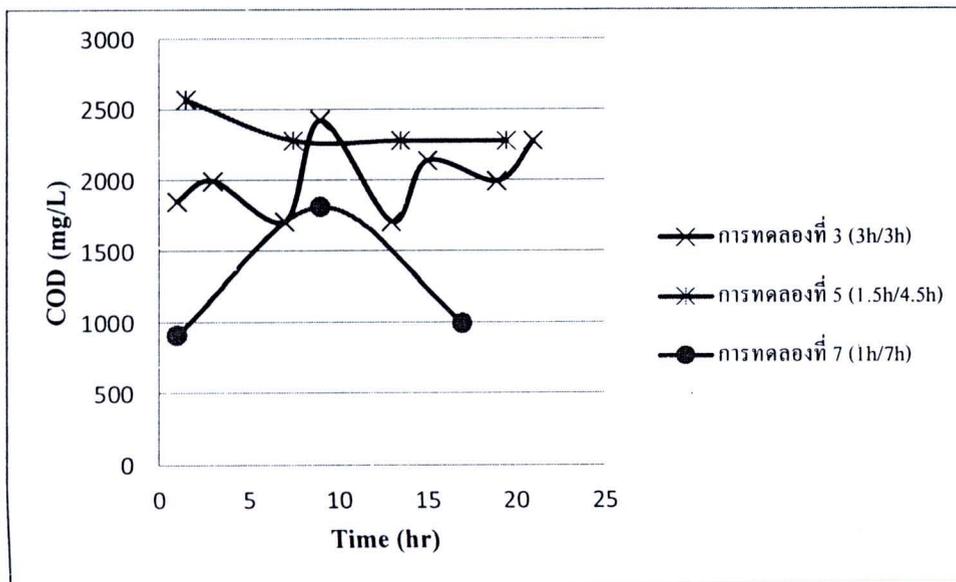
รูปที่ 4.34 การเปลี่ยนแปลงซีโอดีละลายของการทดลองแบบป้อนแบบหยุดยวาระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 12h/12h, 6h/18h และ 3h/21h ในรอบวัฏจักร



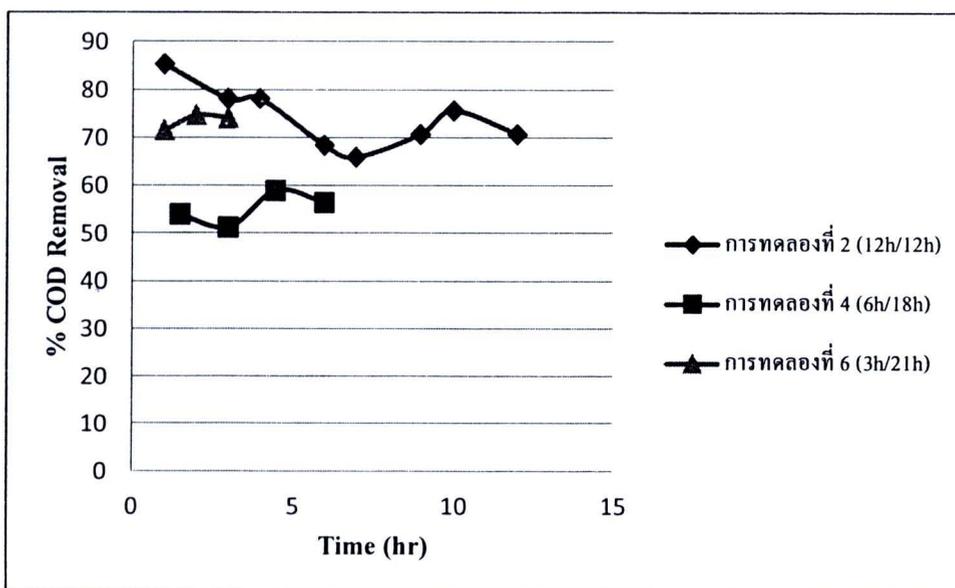
รูปที่ 4.35 การเปลี่ยนแปลงซีโอดีละลายของการทดลองแบบป้อนแบบหยุดสั้นระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 3h/3h, 1.5h/4.5h และ 1h/7h ในรอบวัฏจักร



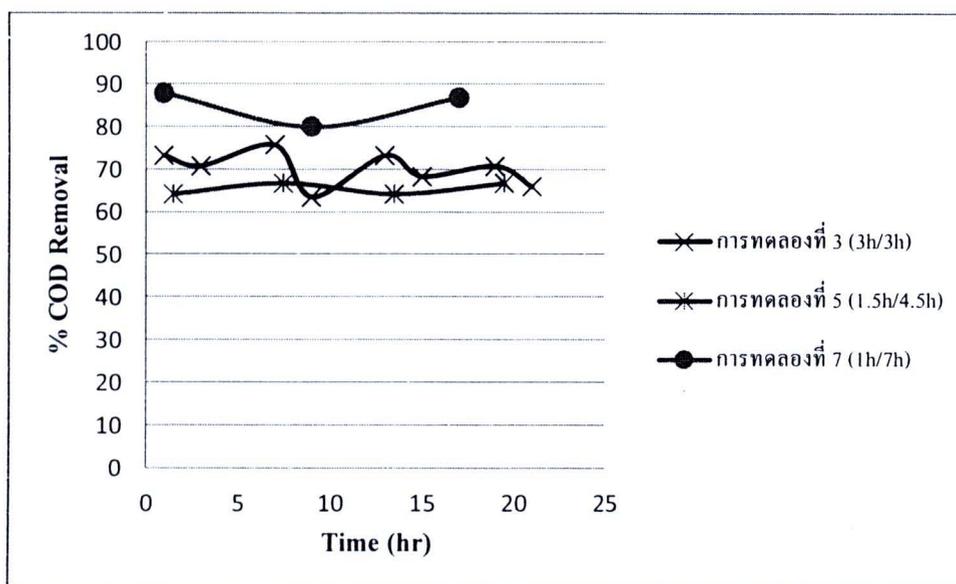
รูปที่ 4.36 การเปลี่ยนแปลงซีโอดีทั้งหมดของการทดลองแบบป้อนแบบหยุดยาระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 12h/12h, 6h/18h และ 3h/21h ในรอบวัฏจักร



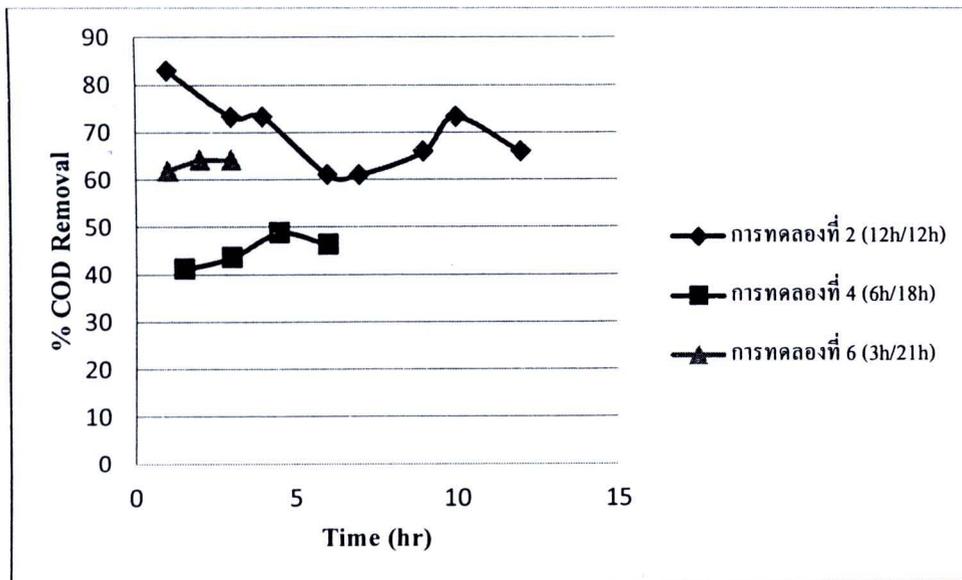
รูปที่ 4.37 การเปลี่ยนแปลงซีโอดีทั้งหมดของการทดลองแบบป้อนแบบหยุดสั้นระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 3h/3h, 1.5h/4.5h และ 1h/7h ในรอบวัฏจักร



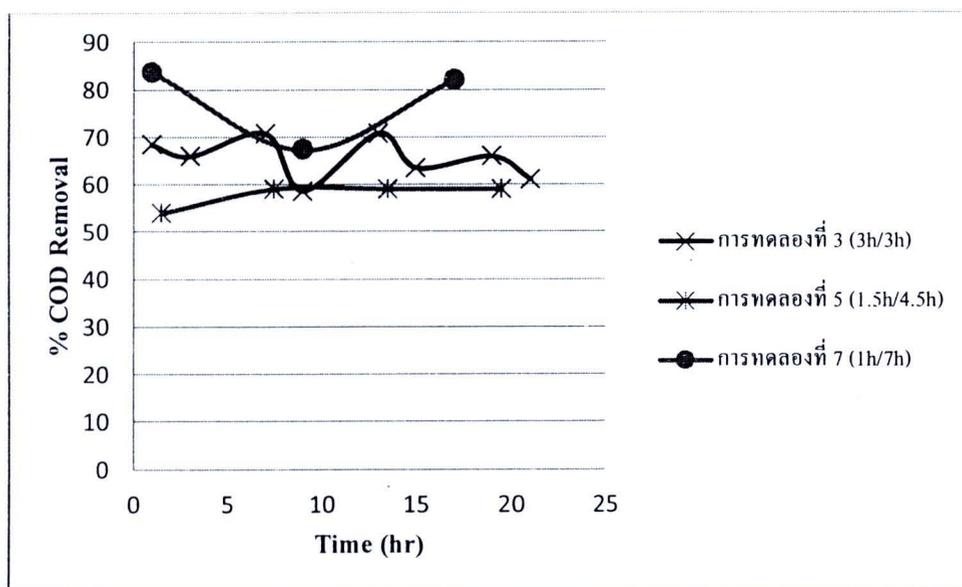
รูปที่ 4.38 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายของการทดลองแบบป้อนแบบหยุดยาระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 12h/12h, 6h/18h และ 3h/21h ในรอบวัฏจักร



รูปที่ 4.39 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีละลายของการทดลองแบบป้อนแบบหยุดสั้นระหว่างการป้อนต่อ/หยุด 3h/3h, 1.5h/4.5h และ 1h/7h ในรอบวัฏจักร



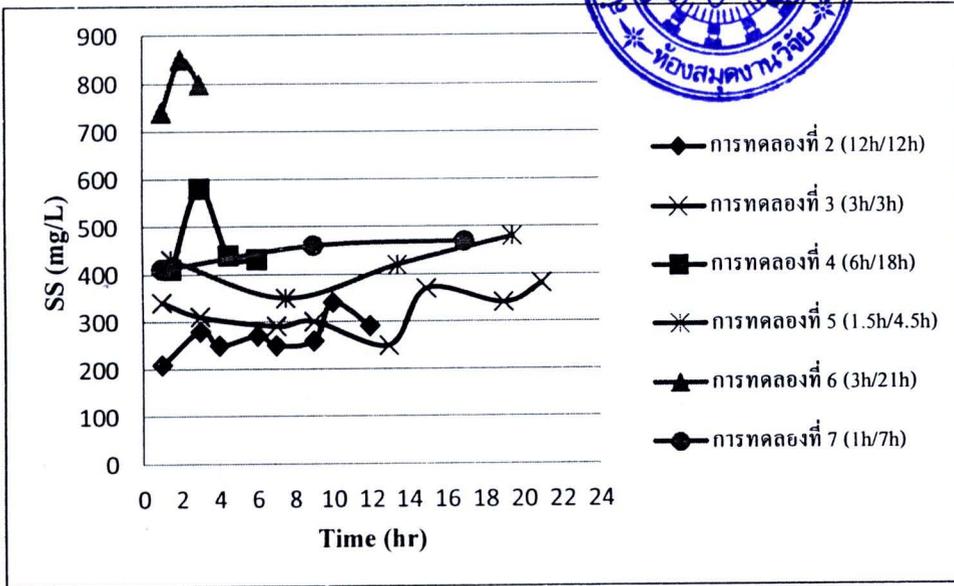
รูปที่ 4.40 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดของการทดลองแบบป้อนแบบหยุดยาระหว่างการป้อน ต่อ/หยุด 12h/12h, 6h/18h และ 3h/21h ในรอบวัฏจักร



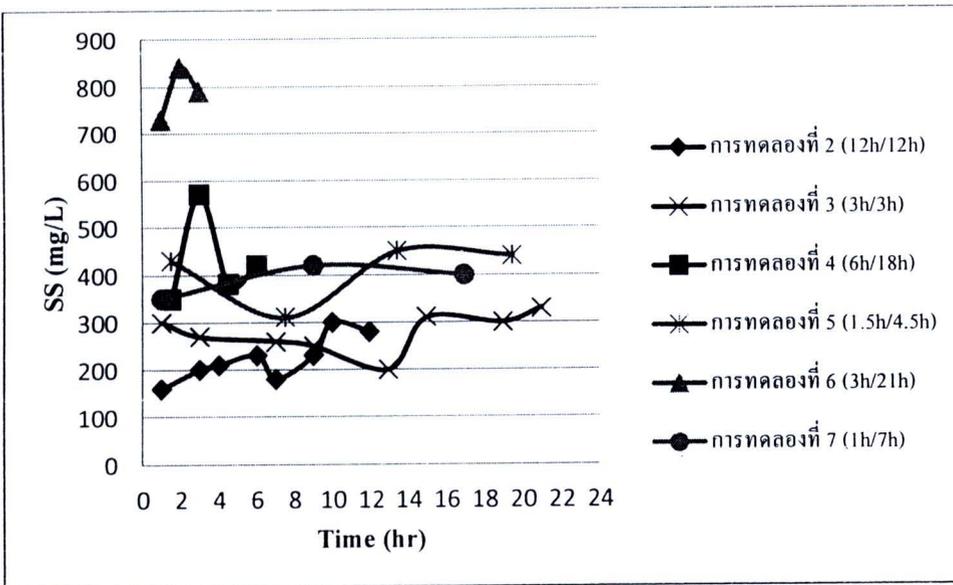
รูปที่ 4.41 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีทั้งหมดของการทดลองแบบป้อนแบบหยุดสั้นระหว่างการป้อน ต่อ/หยุด 3h/3h, 1.5h/4.5h และ 1h/7h ในรอบวัฏจักร

4.3.2 สารแขวนลอยและสารแขวนลอยระเหยง่าย

ในการทดลองที่ 2 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10 และ 12 โดยมีค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 210 – 340 มก./ล. ค่าของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 160 – 300 มก./ล. ในการทดลองที่ 3 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1, 3, 7, 9, 13, 15, 19 และ 21 โดยมีค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 250 – 380 มก./ล. ค่าของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 200 – 330 มก./ล. ในการทดลองที่ 4 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1.5, 3, 4.5 และ 6 โดยมีค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 410 – 580 มก./ล. ค่าของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 350 – 570 มก./ล. ในการทดลองที่ 5 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1.5, 7.5, 13.5 และ 19.5 โดยมีค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 350 – 480 มก./ล. ค่าของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 310 – 450 มก./ล. ในการทดลองที่ 6 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1, 2 และ 3 โดยมีค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 740 – 850 มก./ล. ค่าของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 730 – 840 มก./ล. ในการทดลองที่ 7 ทำการเก็บน้ำที่ชั่วโมงที่ 1, 9 และ 17 โดยมีค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 410 – 470 มก./ล. ค่าของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบอยู่ในช่วง 350 - 420 มก./ล. เมื่อพิจารณาค่าของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายในน้ำเสียที่ออกจากระบบของแต่ละการทดลอง พบว่าแม้จะมีลักษณะการเดินระบบที่แตกต่างกัน คือ การป้อนแบบหยุดยาว ได้แก่ การทดลองที่ 2, 4 และ 6 กับการป้อนแบบหยุดสั้น ได้แก่ การทดลองที่ 3, 5 และ 7 แต่ก็ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าของแข็งแขวนลอยและของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.42 และ 4.43



รูปที่ 4.42 ปริมาณของแข็งแขวนลอยของการทดลองต่างๆในรอบวัฏจักร



รูปที่ 4.43 ปริมาณของแข็งแขวนลอยระยะห่างของการทดลองต่างๆในรอบวัฏจักร