

ผลของจำนวนแผ่นกั้นที่มีต่อการบำบัดน้ำเสียโรงงานยางชั้นโดยใช้ระบบเอปียาร์

Effect of Baffle Number on Concentrated Latex Wastewater Treatment Using Anaerobic Baffled Reactor (ABR) System

นิรมล กริอารีย์¹ ขวลิต รัตนธรรมสกุล²

¹ หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 10330

โทรศัพท์ 0-2218-7666 Email: tballbet@hotmail.com

² ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 10330

โทรศัพท์ 0-2218-6678 Email: dr_chavalit@yahoo.com

บทคัดย่อ

น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานยางชั้นมีการปนเปื้อนสารเคมีต่างๆ มากมาย เช่น ซัลเฟตที่เกิดจากการเติมกรดซัลฟิวริกในกระบวนการผลิต เพื่อให้เนื้อยางจับตัวกันเป็นก้อน ทำให้น้ำเสียที่เกิดขึ้นมีความเป็นกรดสูง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำ งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาถึงจำนวนแผ่นกั้นหรือจำนวนห้องในถังปฏิกรณ์และอัตราการบรรทุกทุกสารอินทรีย์ที่มีต่อการบำบัดน้ำเสียโรงงานยางชั้น โดยใช้ระบบเอปียาร์ ในงานวิจัยใช้จำนวนแผ่นกั้นต่างกันดังนี้ 3, 5 และ 7 แผ่นกั้น กำหนดอัตราการบรรทุกทุกสารอินทรีย์คงที่เท่ากับ 3 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน โดยใช้ระยะเวลาพักชลศาสตร์ (HRT) เท่ากับ 5 วัน พบว่า ระบบเอปียาร์ 7 แผ่นกั้นมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีสูงสุดคือ 80.36 % รองลงมาคือ 5 แผ่นกั้น 78.40 % และ 3 แผ่นกั้น 75.14 % เมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย ระบบเอปียาร์ 7 แผ่นกั้นมีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยได้สูงสุด คือ 87.18 % รองลงมาคือ 3 แผ่นกั้น 86.05 % และ 5 แผ่นกั้น 82.29 % และการกำจัดซัลเฟต พบว่าระบบเอปียาร์ 3 แผ่นกั้น 5 แผ่นกั้น และ 7 แผ่นกั้น มีประสิทธิภาพการกำจัดซัลเฟตใกล้เคียงกันคือ 98.19 %, 98.42 % และ 99.50 % (ตามลำดับ)

Abstract

The concentrated latex wastewater contains chemicals and sulfate resulted from large amount of sulfate acid used in production process to catch latex. So this process make

negative effect on the environment, especially water pollution to natural water resources. The objective of this study was to investigate the performance of anaerobic baffled reactor (ABR) in treating concentrated latex wastewater by varying baffle number in reactors and organic loading rates (OLR). ABR reactors consisting of 3, 5 and 7 baffles with a same total working volume of 14 L were used in this study. Each ABR was operated at HRT 5 days with OLR 3 kgCOD / m³ – day. From the results, it was found that the reactor with 7 baffles had the highest removal efficiencies for all parameters. Average COD removal performance were 80.36 %, 78.40 % and 75.18 %; and suspended solid removal performance were 87.18 %, 82.29 and 86.10 % for ABRs with 7 baffles, 5 baffles and 3 baffles, respectively. ABR almost completely removed sulfate from wastewater as removal percentages at 98.19 %, 98.42 % and 99.50 % were obtained with ABRs with 3 baffles, 5 baffles and 7 baffles, respectively.

คำสำคัญ: แผ่นกั้น, น้ำเสียยางชั้น, ระบบเอปียาร์

Keyword: Baffle Number, Latex Wastewater, Anaerobic Baffled Reactor System

1. บทนำ

ยางพาราถือเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญในหลายประเทศ ในทวีปเอเชีย ได้แก่ อินโดนีเซีย มาเลเซีย จีน เวียดนาม

ครั้งต่อสัปดาห์ เติมน้ำประปาประสิทธิภาพของระบบคงที่ (steady state คือประสิทธิภาพในการบำบัดมีค่าคงที่ อาจมีค่าเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 10 % ของค่าทั้งหมด) การวิเคราะห์น้ำตัวอย่างทั้งหมดดำเนินการตามวิธีมาตรฐาน APHA: American Public Health Association (1992)

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี

ตัวอย่างน้ำเสียมีลักษณะดังตารางที่ 1

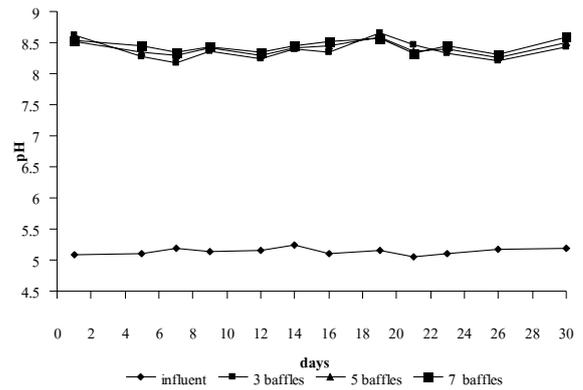
ตารางที่ 1 ลักษณะน้ำเสียเบื้องต้นที่ใช้ในการทดลอง

ลักษณะ	น้ำเสีย
พีเอช	5.04 – 5.24
อุณหภูมิ (°C)	26.2 – 28.5
ซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	11424 - 17934
ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	325.0 - 1755.5
ซัลเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1036 - 1738

น้ำเสียจากโรงงานยางชั้นมีสมบัติเป็นกรดสูงมีค่า พีเอชอยู่ในช่วง 5.04 – 5.24 จากการสังเกตพบว่าน้ำเสียยังคงมีเศษเนื้อเยื่อที่จับตัวหลงเหลืออยู่ โดยแขวนลอยหรือรวมตัวจับเป็นก้อนอยู่บนผิวน้ำของน้ำเสียทำให้น้ำเสียขุ่นมัวปริมาณของแข็งแขวนลอยสูงถึง 325.0 - 1755.5 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ซัลเฟตในน้ำเสียมีความเข้มข้นสูงถึง 1036 – 1738 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการเติมกรดซัลฟิวริก เพื่อให้เนื้อเยื่อจับตัวกันเป็นก้อนและทำให้น้ำเสียมีสภาพเป็นกรด ซึ่งถ้าหากโรงงานมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องกลิ่นเหม็นที่มาจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือก๊าซไข่เน่า

3.2 ผลการศึกษาพีเอช

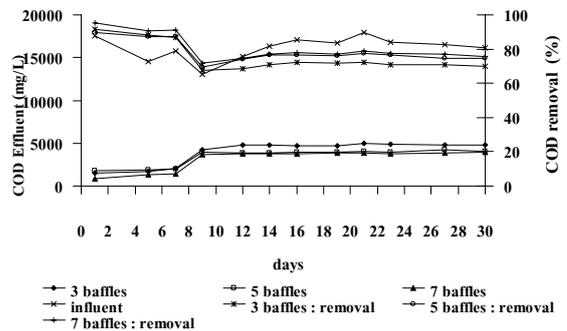
จากการศึกษาพีเอชของน้ำเสียก่อนเข้าระบบมีค่าพีเอชเท่ากับ 5.0 – 5.2 เมื่อน้ำเสียผ่านการบำบัดแล้วพีเอชสูงขึ้นทั้ง 3 ถึงปฏิกรณ์ เท่ากับ 8.2 – 8.6 ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ค่าพีเอชของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบเอปียอร์ 3, 5 และ 7 แผ่นกั้น ที่อัตราการระบรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 3 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน ที่ระยะเวลาต่างๆ

3.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (Chemical Oxygen Demand: COD)

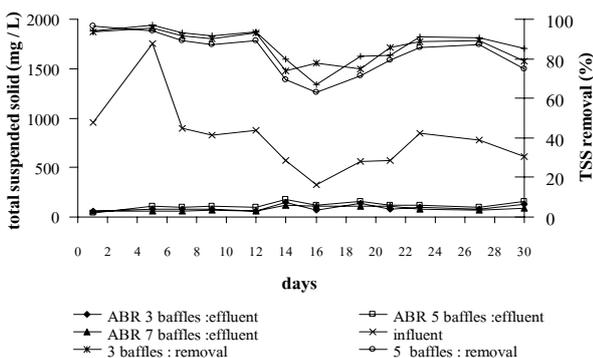
วิเคราะห์ซีโอดีของน้ำเสียเข้าระบบและเจือจางน้ำเสียนั้นให้มีอัตราการระบรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 3 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน จากนั้นวิเคราะห์น้ำเสียที่ออกจากระบบที่มีขนาดถังปฏิกรณ์ต่างกัน คือ 3, 5 และ 7 แผ่นกั้น เมื่อนำมาพิจารณาถึงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีของแต่ละถังปฏิกรณ์แล้ว พบว่า ถึงปฏิกรณ์ 7 แผ่นกั้นมีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูงสุดเท่ากับ 80.36 % รองลงมาคือถึงปฏิกรณ์ขนาด 5 แผ่นกั้น และ 3 แผ่นกั้น เท่ากับ 78.40 % และ 75.14 % (ตามลำดับ) ข้อมูลดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ปริมาณซีโอดีของน้ำเสียเข้าและออกจากระบบเอปียอร์ 3, 5 และ 7 แผ่นกั้น ที่อัตราการระบรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 3 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน ที่ระยะเวลาต่างๆ

จากการทดลองพบว่า เมื่อจำนวนแผ่นกั้นมากขึ้น ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีมีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มจำนวนแผ่นกั้นเป็นการเพิ่มการสัมผัสน้ำเสียกับตะกอนจุลินทรีย์ เมื่อน้ำเสียสัมผัสกับตะกอนจุลินทรีย์ เกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ทำให้ความสกปรกของน้ำเสียลดลง ซีโอดีของน้ำเสียจึงลดลง ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีจึงมากขึ้น กล่าวคือซีโอดีในน้ำเสียบางส่วนจะถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างมีเทน (Methane Production Bacteria: MPB) และกลุ่มแบคทีเรียที่สร้างกรด ซีโอดีลดลงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีมากขึ้น

3.4 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอย
 ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 800 ± 345.15 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำเสียที่ออกจากระบบทั้ง 3 ถึงปฏิกรณ์ มีปริมาณของแข็งแขวนลอยลดลง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93 ± 30.86 , 115 ± 36.78 , 81 ± 23.08 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยแล้วพบว่าถึงปฏิกรณ์ขนาด 7 แผ่นกั้น มีประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยสูงสุด เท่ากับ 87.18 % รองลงมาคือ ถึงปฏิกรณ์ขนาด 3 และ 5 แผ่นกั้น มีประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอย เท่ากับ 86.05 % และ 82.29 % (ตามลำดับ) ดังรูปที่ 3



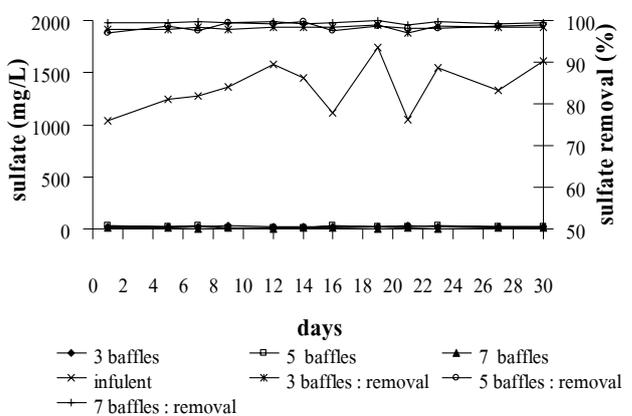
รูปที่ 3 ของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียเข้าและออกจากระบบเอบีอาร์ 3, 5 และ 7 แผ่นกั้น ที่อัตราการบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 3 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน ที่ระยะเวลาต่างๆ

จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากระบบเอบีอาร์มี

ลักษณะเป็นแผ่นกั้น จึงสามารถดักและตกตะกอนของแข็งแขวนลอยได้ดี (มันสิน, 2545) แม้ว่า จะมีความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียสูง โดยเฉพาะภายในแผ่นกั้นที่ 1 ของแต่ละถังปฏิกรณ์ บริเวณก้นถังปฏิกรณ์จะมีตะกอนขาวนอนก้นอยู่ แต่ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยของน้ำเสียแต่ละถังปฏิกรณ์ยังมีค่าสูงกว่ามาตรฐานของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2539 ซึ่งกำหนดไว้ว่าค่าของแข็งแขวนลอยไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดซัลเฟต

ความเข้มข้นของซัลเฟตในน้ำเสียที่ออกจากระบบมีปริมาณลดลงทั้ง 3 ถึงปฏิกรณ์เฉลี่ย 23.94 ± 3.66 , 20.56 ± 8.77 และ 6.38 ± 3.24 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำมาพิจารณาถึงประสิทธิภาพการกำจัดซัลเฟตแล้วพบว่าถึงปฏิกรณ์ที่มีขนาด 3, 5 และ 7 แผ่นกั้น มีประสิทธิภาพในการกำจัดซัลเฟตใกล้เคียงกัน ดังนี้ 98.19 %, 98.42 % และ 99.50 % (ตามลำดับ) ดังรูปที่ 4

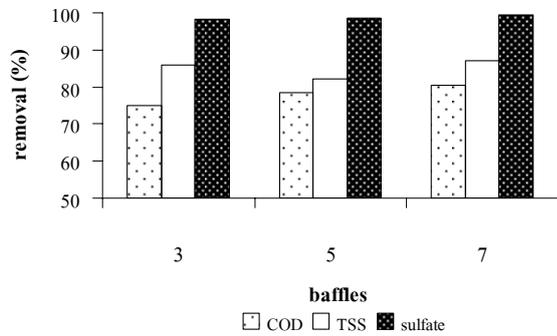


รูปที่ 4 ซัลเฟตในน้ำเสียเข้าและออกจากระบบเอบีอาร์ 3, 5 และ 7 แผ่นกั้น ที่อัตราการบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 3 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน ที่ระยะเวลาต่างๆ

จากการทดลองพบว่าทั้ง 3 ถึงปฏิกรณ์มีประสิทธิภาพในการกำจัดซัลเฟตใกล้เคียงกัน เนื่องจากระบบมีตะกอนจุลินทรีย์ที่รีดิวซ์ซัลเฟต (Sulfate Reduction Bacteria: SRB) ทำหน้าที่รีดิวซ์ซัลเฟตไปเป็นซัลไฟด์ ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการกำจัดซัลเฟตของแต่ละถังปฏิกรณ์มีค่า

ใกล้เคียง (Mizuno *et al.*, 1998) ได้รายงานว่าการกำจัดของ SRB ต่อการกำจัดซัลเฟตที่ HRT สูง ๆ การกำจัดซัลเฟตในระบบจะมีประสิทธิภาพสูงเช่นกัน เมื่อสังเกตในส่วนของคุณภาพแต่ละแผ่นกันของระบบเอปิวาร์พบว่า เกิดการกำจัดซัลเฟตในบริเวณแผ่นกันที่ 1 มากที่สุด ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุด 75 % ในทุก ๆ HRT เนื่องจากหน่วยย่อยที่ 1 เป็นส่วนที่ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียส่วนแรกซึ่งพบกับปริมาณซัลเฟตที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่น

3.6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี ของแฉ่งแขวนลอย และซัลเฟต

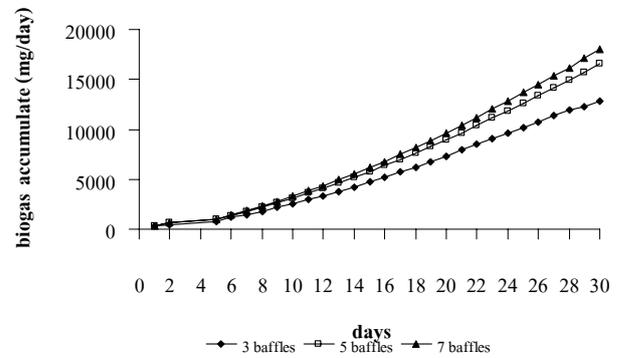


รูปที่ 5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีของแฉ่งแขวนลอยและซัลเฟตของระบบเอปิวาร์ 3, 5 และ 7 แผ่นกัน ที่อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 3 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน

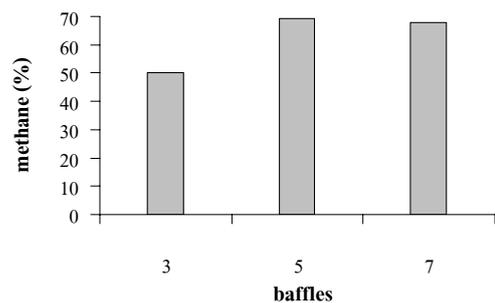
ระบบเอปิวาร์มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีต่ำสุดเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพในการกำจัดของแฉ่งแขวนลอยและซัลเฟตที่มีผลใกล้เคียงกัน เนื่องจากน้ำเสียที่ป้อนเข้าระบบนั้นมีปริมาณซีโอดีสูงมากจนเกินความสามารถที่ระบบจะรับได้ ทำให้จุลินทรีย์ในระบบต้องรับภาระหนักขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดต่ำลง ส่วนประสิทธิภาพในการกำจัดของแฉ่งแขวนลอยและซัลเฟตมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากแผ่นกันของระบบเอปิวาร์สามารถกักตะกอนของแฉ่งแขวนลอยและกำจัดซัลเฟตได้ดีสอดคล้องกับ กัญญารัตน์ (2550) ที่รายงานว่าการกำจัดของแฉ่งแขวนลอยและซัลเฟตจะถูกกำจัดในแผ่นกันที่ 1 มากที่สุด และจะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านแผ่นกันที่ 2-4 ตามลำดับ

3.7 ก๊าซชีวภาพ

การวัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากระบบบำบัดน้ำเสียเอปิวาร์ ใช้หลักการแทนที่น้ำ ในระบบเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์แล้วเปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพ จากการทดลองที่อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 3 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน มีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้น 896.25, 1152.92 และ 1154.58 มิลลิลิตรต่อวัน และเมื่อพิจารณาสัดส่วนก๊าซมีเทนของถังปฏิกรณ์ทั้ง 3 ขนาดแล้วพบว่าปริมาณสัดส่วนก๊าซมีเทนของระบบคิดเป็น 50.25 %, 69.35 % และ 67.92 % ของระบบเอปิวาร์ 3 แผ่นกัน 5 แผ่นกัน และ 7 แผ่นกัน (ตามลำดับ) ดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7



รูปที่ 6 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในระบบเอปิวาร์ทั้ง 3, 5 และ 7 แผ่นกัน ที่อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 3 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน



รูปที่ 7 สัดส่วนก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในระบบเอปิวาร์ทั้ง 3, 5 และ 7 แผ่นกัน ที่อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 3 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน

4. สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองศึกษาถึงผลของจำนวนแผ่นกั้นต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียโรงงานยางชั้น โดยใช้อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 3 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร-วัน ระยะเวลาพักพักผลศาสตร์ครั้งที่ 5 วัน พบว่า

1. พีเอชของน้ำเสียก่อนเข้าระบบมีความเป็นกรดเมื่อผ่านการบำบัด น้ำเสียทั้ง 3 ถึงปฏิกรณ์มีพีเอชสูงขึ้น กล่าวคือ ระบบสามารถรักษาระดับพีเอชให้มีสภาพเป็นกลาง

2. สภาวะการทำงานของทั้ง 3 ถึงปฏิกรณ์ที่มีจำนวนแผ่นกั้นต่างกัน สามารถกำจัดชีโอดีได้ โดยมีแนวโน้มว่าจำนวนแผ่นกั้นมากขึ้น ประสิทธิภาพการกำจัด ชีโอดีสูงขึ้น

3. ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยของทั้ง 3 ถึงปฏิกรณ์มีค่าต่างกัน โดยถึงปฏิกรณ์ที่มีแผ่นกั้นมาก จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอยสูงขึ้น

4. ประสิทธิภาพในการกำจัดซัลเฟตแต่ละถึงปฏิกรณ์มีค่าใกล้เคียงกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ และขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อน ๆ ที่เป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าต่อสู้กับปัญหา

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ. 2548. แนวทางปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษ อุตสาหกรรมยางชั้น. นนทบุรี: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.

[2] กัญญารัตน์ สฤกษ์พงศ์ทิธม, สุเมธ ไชยประพัทธ์ และ กัลยารัตน์ ศรีสุวรรณ. 2550. ผลการปรับพีเอชด้วยเถ้าไม้ยางพาราและอัตราส่วนการสูบกลับน้ำทิ้งต่อสมรรถภาพการทำงานของถังปฏิกรณ์ไร้อากาศแบบแผ่นกั้นในการบำบัดน้ำ

เสียโรงงานน้ำยางชั้น.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต.คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[3] มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2545. เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. สถิติเพื่อการส่งออกยางพารา [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : <http://www.oae.go.th/statistic/export/130NR.xls>. [19 มิถุนายน 2550]

[5] American Public Health Association., American Water Wrok Association and water Pollution Control Federation. 1992 18th ed. New York: APHA.

[6] Jianlong W., Youngheng, H., and Xuan, Z. 2004. Performance and Characteristics of Anaerobic baffled Rector. Bioresource Technology. Vol. 93: 205 – 208.

[7] Mizumo, O., Li, Y.Y. and Noike, T. 1998. The Behavior of Sulfate – Reducing Bacteria in Acidogenic Phase of Anaerobic Digestion. Water Research. Vol. 32: No. 5: 1626 – 1634.