

ความสามารถจำเพาะในการผลิตก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์ชนิดเม็ดในการบำบัดน้ำเสีย โรงงานน้ำตาลขั้นที่ใช้กรดซัลฟิวริกและ พอลิเมอร์ A 704 ในกระบวนการผลิตยางสกิม

กัลยา ศรีสุวรรณ*, วีระศักดิ์ ทองลิ้มปี และ เกียรติศักดิ์ พันธุ์พงศ์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ Email : sgalaya@wu.ac.th

บทคัดย่อ - งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าความสามารถจำเพาะในการผลิตก๊าซมีเทนของตะกอนจุลินทรีย์ (Specific Methanogenic Activity : SMA) ในกระบวนการบำบัดแบบที่ละลายที่ไร้อากาศ น้ำเสียรวมจากโรงงานน้ำตาลขั้นที่ผ่านการแยกยางสกิมด้วยกรดซัลฟิวริก และ โพลีเมอร์ A704 มีค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand ,COD) $8,000\pm 1,000$ มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้ตะกอนจุลินทรีย์แบบแกรนูลจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบ UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) ของโรงงานอาหารทะเล ในส่วนแรกเป็นการทดลองแบบที่ละลายในขวดซีรัมขนาด 1 ลิตร ใช้ น้ำเสียรวมผ่านการแยกยางสกิมด้วยกรดซัลฟิวริก ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบซึ่งได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ ซีโอดีและพีเอชเริ่มต้นของน้ำป้อนเข้าระบบ ผลการศึกษาพบว่าที่ปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ 125 มิลลิกรัม ซีโอดีเริ่มต้น 4,160 มิลลิกรัมต่อลิตร และพีเอช 7 ได้ค่า SMA 0.11 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 75.96 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่สองเป็นการศึกษาโดยใช้ผลของปริมาณตะกอนและพีเอช ที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดลองส่วนแรกแต่ใช้ค่าซีโอดี 8,800 มิลลิกรัมต่อลิตร จากน้ำเสียจริงที่ไม่ได้มีการเจือจาง เปรียบเทียบค่า SMA ระหว่างระบบที่ใช้น้ำเสียที่ผ่านการแยกยางสกิมด้วยกรดซัลฟิวริกและด้วยพอลิเมอร์ A 704 โดยใช้ตะกอนจุลินทรีย์แบบแกรนูลที่ผ่านการใช้งานมาแล้วจากระบบ EGSB (Expanded Granular Sludge Bed) ผลการทดลองพบว่า น้ำเสียที่ได้จากการใช้กรดซัลฟิวริกได้ค่า SMA 0.02 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน น้อยกว่าน้ำเสียที่ใช้ พอลิเมอร์ A 704 ประมาณ 5 เท่า

คำสำคัญ - การบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ EGSB , ความสามารถจำเพาะในการผลิตก๊าซมีเทน (SMA) , พอลิเมอร์ A 704

Abstract - The objective of this research is to study the SMA (Specific Methanogenic Activity) in the anaerobic batch wastewater treatment processes. The COD of the combine wastewater from the concentrated latex factory which used sulfuric acid in a skimming process and from those which used polymer A 704 was about $8,000\pm 1,000$ mg/L. The granular microorganisms from the UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) sea food factory wastewater treatment process were used in the experiments. In the first part, the batch experiment was done in a 1 litre serum bottle using sulfuric skimming process combine wastewater. The effects of the microorganism quantity , the COD and pH of the feed wastewater on the performance of the system were investigated. From the experimental results, the SMA of the system of 0.11 gCOD/gVSS.d, and COD removal efficiency of 75.96 % were obtained at 125 mL microorganisms, COD feed wastewater of 4,160 mg/L and pH 7. The best results, microorganisms amount and pH, from the first part were used in the second part. The wastewater, without dilution, from the sulfuric and polymer A 704 skimming process with the COD of about 8,800 mg/L and the granule from EGSB (Expanded

* Corresponding Author

Granular Sludge Bed) were used . The results showed that the SMA of the sulfuric skimming process combine wastewater system was 0.02 gCOD/gVSS.d, five times less than the system using polymer A 704 skimming process wastewater.

Keywords - anaerobic wastewater treatment EGHB, Specific Methanogenic Activity (SMA), polymer A 704

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติมากที่สุดในโลก มูลค่าส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพาราจัดอยู่ในลำดับต้น ๆ รองจากเครื่องคอมพิวเตอร์ รถยนต์ และแผงวงจรไฟฟ้า อนึ่งการขยายตัวของอุตสาหกรรมน้ำยางขึ้นและผลิตภัณฑ์ยางประเภทอื่นๆเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการใช้ยางธรรมชาติที่สูงขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อเกิดจากน้ำเสีย อากาศและกากของแข็ง โดยเฉพาะปัญหาน้ำเสียและปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดจากอุตสาหกรรมน้ำยางขึ้น และยางแผ่นซึ่งเป็นกระบวนการอุตสาหกรรมหลักของยางพาราในประเทศไทย ทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างโรงงานอุตสาหกรรมกับชุมชนในภาคใต้เสมอมาและจะเป็นปัญหาต่อชุมชนในทุกภาคในปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่การปลูกยางไปเกือบทั่วทุกภาคในประเทศไทยแล้ว

การบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมยางแต่ก่อนนั้น ใช้ระบบบ่อผึ่งแบบไร้อากาศ ซึ่งกลิ่นและน้ำเสียอันเป็นที่น่ารังเกียจได้ก่อเหตุเดือดร้อนแก่ชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงโรงงานเป็นอย่างมาก ต่อมาจึงได้เปลี่ยนเป็นระบบใช้อากาศ ซึ่งต้องใช้พลังงานมาก ราคาพลังงานที่ใช้ภายในโรงงาน เช่น พลังงานไฟฟ้าและพลังงานจากน้ำมันดีเซลมีแนวโน้มที่เพิ่มตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้ส่งผลกระทบต่อตรงต่อการดำเนินการในส่วนการบริหารจัดการและการผลิตภายในโรงงาน กล่าวคือราคาพลังงานที่สูงขึ้นและผันผวนทำให้การดำเนินกลยุทธ์ทางการตลาดเป็นไปอย่างยากลำบาก เนื่องจากไม่สามารถกำหนดต้นทุนที่แน่นอนของผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้นจึงเป็นโอกาสที่ดีที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบของก๊าซชีวภาพที่สามารถผลิตได้จากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

ภายในโรงงาน เนื่องจากน้ำเสียจากอุตสาหกรรมประเภทนี้มีค่าซีโอดี สูง [1]

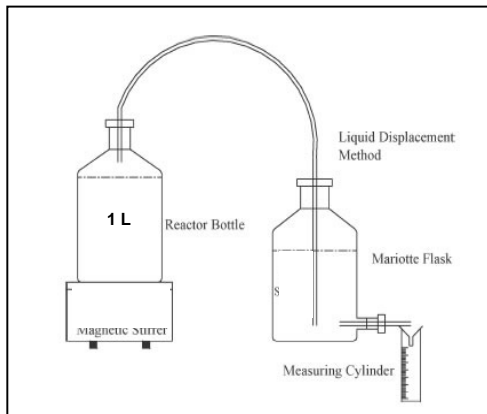
ระบบ UASB [5] และ EGSB เป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดไร้อากาศแบบปิด ใช้ได้ผลดีกับน้ำเสียโรงงานน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมอาหารทะเล ขนมันจีน และอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกมาก แต่ยังคงนำมาใช้กับอุตสาหกรรมน้ำยางขึ้นน้อยมาก เนื่องจากปัญหาซัลเฟตจากการใช้กรดซัลฟิวริก ในกระบวนการจับยาง ปัจจุบันได้มีการศึกษาใช้ พอลิเมอร์ A704 จับยาง

A704 มีคุณสมบัติพิเศษ สามารถจับตัวน้ำยางสกิมได้ อย่างสมบูรณ์และรวดเร็ว มีข้อดีเทียบกับระบบทั่วไปที่ใช้กรดซัลฟิวริก คือ เนื้อยาง สกิมแห้งที่ได้ มีปริมาณสิ่งสกปรกปริมาณต่ำ และปริมาณไนโตรเจนต่ำกว่า นิ่มกว่า และทนต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดี ที่สำคัญคือในน้ำทิ้งไม่มีปัญหาการปนเปื้อนของซัลเฟตและมีค่า pH ที่เป็นกลาง จึงเป็นข้อดีต่อกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ เพราะไม่เป็นพิษกับจุลินทรีย์ชนิดสร้างก๊าซมีเทน (Methanogen) [4] แต่ปัญหาคือความไม่มั่นใจในคุณสมบัติของยางที่ได้ เนื่องจากยังไม่มีการศึกษากันอย่างจริงจัง

ระบบแบบไม่ใช้อากาศมีความเหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียในเขตร้อน เพราะไม่ต้องใช้พลังงานในการเดินระบบเหมือนระบบแบบใช้อากาศ และยังได้ก๊าซมีเทนเป็นเชื้อเพลิงทดแทนอีกด้วย จึงเหมาะสมที่จะใช้ในประเทศไทย โดยเฉพาะการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางขึ้นที่มีค่าซีโอดีสูง ซึ่งการจะนำระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศไปใช้กับน้ำเสียจากกิจกรรมใด ๆ ควรมีการศึกษาค่า SMA เพื่อประเมินความเป็นไปได้ หรือศักยภาพของระบบรวมทั้งประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียก่อน โดยวัดอัตราการผลิตก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์ที่ได้จากการใช้สารอินทรีย์ประเภทต่างๆ [2] โดยจุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทนจะทำปฏิกิริยาการเปลี่ยนกรดอะซิติก หรือก๊าซไฮโดรเจนเป็นก๊าซมีเทน ปฏิกิริยานี้เป็นขั้นสุดท้ายที่สำคัญที่สุดต่อประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอย่างสมบูรณ์และต้องมีการควบคุมปัจจัยให้เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่สร้างก๊าซมีเทน [3] ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่า SMA ในการย่อยสลายน้ำเสียโรงงานน้ำยางขึ้น ในสภาวะไร้อากาศ

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวิจัยนี้เป็น การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) อุปกรณ์ในการทดลองแสดงดังภาพที่ 1 ประกอบด้วย Serum bottle ขนาด 1 ลิตร เป็นถังปฏิกิริยาแบบที่ละเท ขวดเก็บก๊าซด้วยการแทนที่น้ำ และกระบอกวัดปริมาตรน้ำที่ถูกแทนที่



รูปที่ 1 ชุดการทดลอง SMA

2.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

นำจุลินทรีย์แบบแอกนูลที่ใช้ในการศึกษามาปรับสภาพให้คุ้นเคยกับสภาวะการทดลอง โดยการเติมน้ำเสียโรงงานน้ำยางขึ้น (COD 8,800 mg/L SO_4^{2-} 1,320 mg/L) ทุกวันๆ ละ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วค่อยๆ เพิ่มปริมาณจนเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ในถังขนาด 200 ลิตร เพื่อปรับให้จุลินทรีย์คุ้นเคยกับน้ำเสีย

2.2 วิธีการทดลอง

- ใช้น้ำเสียโรงงานน้ำยางขึ้น จำนวน 800 มิลลิลิตร ใสลงในขวดทดลองขนาด 1 ลิตร ในรูปที่ 1

- ศึกษาผลของปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ 150, 125, 90, 65 และ 30 มิลลิลิตร ต่อปริมาณการเกิดก๊าซมีเทน

- ศึกษาผลของความเข้มข้นของซีโอดีเริ่มต้น 8,800, 4,160 และ 3,600 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่อปริมาณการเกิดก๊าซมีเทน

- ศึกษาผลของพีเอชเริ่มต้น 8.7 และ 6 ต่อปริมาณการเกิดก๊าซมีเทน ทำการวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่างๆตามวิธีมาตรฐาน [6]

- เก็บก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการแทนที่น้ำตามรูปที่ 1 และวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซมีเทน ด้วยเครื่อง GC

- นำผลการทดลองที่ดีที่สุดในแต่ละการทดลองมาหาค่า SMA เปรียบเทียบกันเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นระบบ EGSB สำหรับโรงงานน้ำยางขึ้น

- ทำการเปรียบเทียบค่า SMA ระหว่างการใช้น้ำเสียที่ได้จากการใช้กรดซัลฟิวริกและ โพลีเมอร์ A 704 ในกระบวนการผลิตยางสกิม

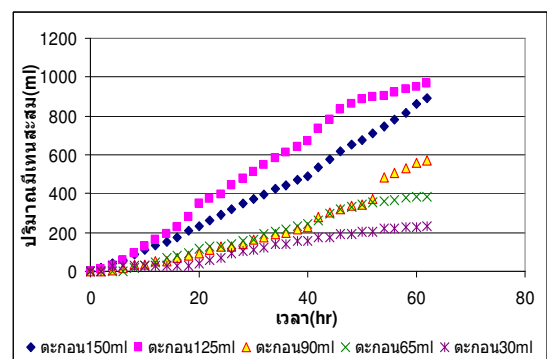
2.3 การหาค่าความสามารถจำเพาะในการผลิตก๊าซมีเทน

นำค่าก๊าซมีเทนที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้นแต่ละวันมาสร้างกราฟก๊าซมีเทนสะสม กับเวลา หาค่าความชันสูงสุดของกราฟที่มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรก๊าซมีเทน/วัน จากนั้นคูณด้วย 0.35 (ตามทฤษฎี 1 กรัมซีโอดีที่ถูกกำจัดจะได้ก๊าซมีเทน 0.35 ลิตร) และหารด้วยน้ำหนักจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง (ของแข็งแขวนลอยระเหยง่ายหรือเรียกว่า Volatile Suspended Solids, VSS) จะได้ค่า SMA ที่มีหน่วยเป็น กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน ดังนั้น การวิเคราะห์ค่าความสามารถจำเพาะของเมื่อดตะกอนจุลินทรีย์ในการผลิตก๊าซมีเทนอาจเขียนได้ดังสมการ

$$SMA = \frac{\text{ค่าซีโอดีที่ถูกใช้ไป (กรัม/วัน)}}{\text{น้ำหนักของแข็งแขวนลอยระเหยง่าย (กรัม)}}$$

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาผลของปริมาณตะกอนที่ 150, 125, 90, 65, และ 30 มิลลิลิตร ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 2

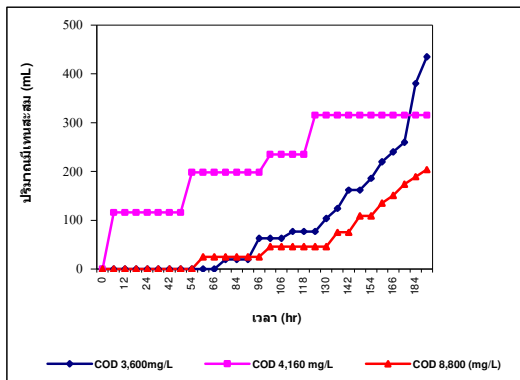


รูปที่ 2 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนสะสมจากการทดลอง ที่ ปริมาณตะกอน 150, 125, 90, 65, และ 30 มิลลิลิตร (ที่ COD 4,160 mg/L, pH 7)

จากรูปที่ 2 พบว่า ปริมาณตะกอน เท่ากับ 125 มิลลิลิตร สามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ปริมาณสูงสุด คือ 968 มิลลิลิตร มีค่า SMA เท่ากับ 0.11 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน เมื่อเปรียบเทียบ

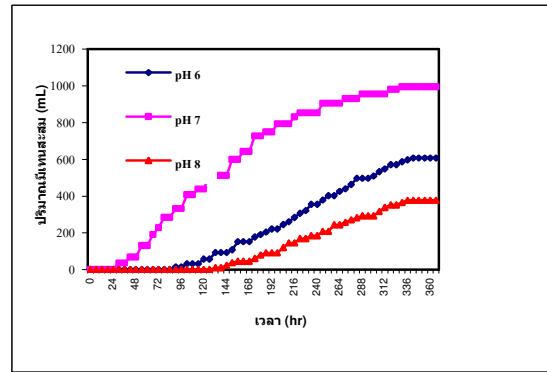
กับ ที่ 150 มิลลิลิตร ซึ่งผลิตได้ 890 มิลลิลิตร มีค่า SMA เท่ากับ 0.07 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน ซึ่งใกล้เคียงกัน อาจเป็นเพราะว่า จุลินทรีย์มีความสามารถในการผลิตก๊าซมีเทนสูงสุดแล้ว ส่วนที่ 90 65 และ 30 มิลลิลิตร ผลิตได้ 571 387 และ 232 มิลลิลิตร ตามลำดับ และมีค่า SMA เท่ากันเท่ากับ 0.05 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตะกอน 125 มิลลิลิตร

ผลการศึกษาค่าความเข้มข้นของซีโอดีเริ่มต้น คือ 8,800, 4,160 และ 3,600 มิลลิกรัมต่อลิตร pH เริ่มต้นเท่ากับ 7 และปริมาณตะกอน 125 มิลลิลิตร ดังแสดงในรูปที่ 3 พบว่า ที่ซีโอดีเริ่มต้น 4,160 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ปริมาณสูงสุด โดยมีค่า SMA เท่ากับ 0.11 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน เมื่อเปรียบเทียบกับ 8,800 และ 3,600 มิลลิกรัม ซึ่งมีค่า SMA เท่ากันเท่ากับ 0.02 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน เท่านั้น และมีปริมาณก๊าซมีเทนที่ได้น้อยกว่า การทดสอบความสามารถจำเพาะของกิจกรรมจุลินทรีย์ในการผลิตก๊าซมีเทนจะเป็นตัวช่วยกำหนดอัตราการบรรทุกสารอินทรีย์ที่เหมาะสมให้กับระบบในช่วงการเริ่มต้น ป้องกันการล้มเหลวของระบบได้ดี ซึ่งทำให้ระบบเข้าสู่สภาวะเสถียรได้เร็ว ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัด



รูปที่ 3 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนสะสมที่ความเข้มข้นของซีโอดีเริ่มต้น 8,800, 4,160 และ 3,600 มิลลิกรัมต่อลิตร (ปริมาณตะกอนเริ่มต้นเท่ากับ 125 มิลลิลิตร และ pH เริ่มต้นเท่ากับ 7) ซีโอดีและบีโอดีสูงถึง 98 % ที่อัตราการบรรทุกสารอินทรีย์มากกว่า 1 กก.ซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน [7]

ในรูปที่ 4 แสดงผลของพีเอชเริ่มต้น จากการศึกษาค่า pH เริ่มต้นของน้ำเสียคือ 6,7 และ 8 พบว่า ที่พีเอชเท่ากับ 7 สามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ ปริมาณสูงสุด คือ 996 มิลลิลิตร



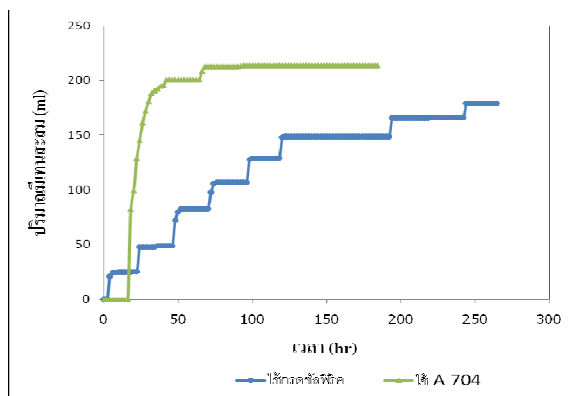
รูปที่ 4 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนสะสมที่พีเอชเริ่มต้น 6,7 และ 8 (ที่ความเข้มข้นของ COD เริ่มต้นเท่ากับ 4,160 mg/L ปริมาณตะกอนเริ่มต้นเท่ากับ 125 ml)

มีค่า SMA เท่ากับ 0.11 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน เมื่อเปรียบเทียบกับที่พีเอช 6 และ 8 ซึ่งผลิตได้ 607 และ 377 มิลลิลิตร มีค่า SMA เท่ากับ 0.02 และ 0.01 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน จากภาพที่ 4 จะพบว่าจุลินทรีย์สามารถปรับตัวได้ดีที่พีเอชเท่ากับ 7 เพราะว่ามีการผลิตก๊าซมีเทนในชั่วโมงที่ 30 และมีการผลิตอย่างต่อเนื่อง รองลงมา คือ พีเอช 6 และ 8 เริ่มมีการผลิตในชั่วโมงที่ 90 และ 132 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าพีเอชมีส่วนสำคัญในการทำงานของจุลินทรีย์ ถ้าพีเอชต่ำกว่า 6.1 หรือมากกว่า 8.3 ช่วงระยะเวลาการปรับตัวของจุลินทรีย์จะมากกว่า 9 วัน แต่ถ้าค่าพีเอชใกล้เคียงหรือเท่ากับ 6.8 การปรับตัวของจุลินทรีย์น้อยที่สุดระยะเวลา 9 วัน [8]

จากผลการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวมา สังเกตได้ว่าค่า SMA ของแต่ละปัจจัยที่ทำการศึกษานั้นมีค่าลดลง อันเนื่องมาจากการศึกษาปริมาณตะกอนนั้น จุลินทรีย์จากโรงงานแปรรูปอาหารทะเลต้องปรับตัวให้เข้ากับน้ำเสียโรงงานน้ำยางข้น ซึ่งมีซัลเฟตที่เป็นพิษกับจุลินทรีย์ชนิดสร้างก๊าซมีเทน [9] ซึ่งซัลเฟตดังกล่าวก็มาจากกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในกระบวนการผลิต เนื่องจากซัลเฟตจะถูกรีดิวซ์ไปเป็นซัลไฟด์ซึ่งเป็นพิษกับจุลินทรีย์จึงทำให้ค่า SMA ไม่งคงที่โดยมีค่าสูงในช่วงแรก และหลังจากจุลินทรีย์ได้ปรับตัวและสัมผัสกับน้ำเสียนานขึ้น ค่า SMA ก็จะลดลงระดับหนึ่ง เนื่องจากมีจุลินทรีย์ชนิดซัลเฟตรีดิวซ์แบคทีเรียมากขึ้น ซึ่งจุลินทรีย์ชนิดนี้จะสร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ซึ่งพบจากการทดลองว่ามีอยู่สูงถึง 42 %) ที่เป็นพิษแก่จุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซมีเทน จึงเป็นปัญหาในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานน้ำยางข้น ที่อาจทำ

ให้ระบบล้มเหลวได้ง่ายถ้าไม่มีการควบคุมที่ดี ดังนั้นการเริ่มต้นระบบที่ดีจึงมีความสำคัญมากสำหรับน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้น

จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นจึงมีการทดลองในการทดลองส่วนที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบสมรรถนะของจุลินทรีย์ในระบบที่ใช้น้ำเสียที่ได้จากกระบวนการผลิตยางสกิมที่ใช้พอลิเมอร์ A704 ซึ่งไม่มีส่วนประกอบของซัลเฟต กับน้ำเสียที่ได้จากการใช้กรดซัลฟิวริกในกระบวนการผลิตยางสกิม ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 5 พบว่าน้ำเสียที่ใช้พอลิเมอร์ A 704 มีก๊าซมีเทนสะสมมากกว่าน้ำเสียจากการผลิตยางสกิมที่ใช้กรดซัลฟิวริกอย่างชัดเจน โดยก๊าซมีเทนสะสมที่ระยะเวลา 184 ชั่วโมง เท่ากับ 214 และ 149 มิลลิลิตร ตามลำดับ จะเห็นว่าอัตราการผลิตก๊าซมีเทนจากน้ำเสียที่ใช้พอลิเมอร์ A 704 สูงกว่ากรดซัลฟิวริกมากเนื่องจากจุลินทรีย์ชนิดสร้างก๊าซมีเทนสามารถเจริญเติบโตและใช้สารอาหารในน้ำเสียที่ใช้ A 704 ได้ดีกว่า โดยที่ค่า SMA ของน้ำเสียที่ใช้พอลิเมอร์ A 704 และกรดซัลฟิวริก เท่ากับ 0.1 และ 0.02 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน ตามลำดับ ซึ่งต่างกันประมาณ 5 เท่า ที่ความเข้มข้นซีโอดีเริ่มต้นเท่ากัน



รูปที่ 5 แสดงปริมาณก๊าซมีเทนสะสมจากการใช้พอลิเมอร์ A 704 และกรดซัลฟิวริกในกระบวนการผลิตยางสกิม (ค่า COD เริ่มต้นเท่ากับ 8,800 มิลลิกรัมต่อลิตร และ pH เริ่มต้นเท่ากับ 7)

จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปริมาณซัลเฟตที่อยู่ในกระบวนการผลิตยางสกิมโดยใช้กรดซัลฟิวริกในโรงงานน้ำยางชั้นนั้นมีผลต่อจุลินทรีย์ชนิดสร้างก๊าซมีเทนโดยตรงเนื่องมาจาก การสร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยซัลเฟตรีดิคัลซึ่งแบคทีเรียซึ่งนอกจากจะเป็นเป็นพิษแก่จุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซ

มีเทนแล้วยังส่งผลต่อการนำก๊าซไปใช้เพราะก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มีอยู่สูงถึง 42 % เป็นปัญหาเรื่องการกัดกร่อน โดยเฉพาะหัวเทียนในเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง

4. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเริ่มต้นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศสำหรับการบำบัดน้ำเสียโรงงานน้ำยางชั้นโดยใช้ค่า SMA เป็นเกณฑ์พบว่า สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง คือ ที่ปริมาณตะกอน 125 มิลลิกรัมต่อลิตร ซีโอดีเริ่มต้น 4,160 มิลลิกรัมต่อลิตร และพีเอชเท่ากับ 7 ซึ่งให้ค่า SMA สูงสุด 0.11 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีเท่ากับ 75.96 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเดินระบบที่ไม่ต้องการเจือจางน้ำเข้าระบบคือที่ปริมาณตะกอน 125 มิลลิกรัมต่อลิตร ซีโอดีเริ่มต้น 8,800 มิลลิกรัมต่อลิตร และพีเอชเท่ากับ 7 ซึ่งให้ค่า SMA 0.02 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี 78.86 เปอร์เซ็นต์ การหาค่า SMA โดยเปรียบเทียบกันระหว่างน้ำเสียที่ได้จากการใช้กรดซัลฟิวริกและพอลิเมอร์ A 704 ในกระบวนการผลิตยางสกิม โดยทำการทดลองที่ความเข้มข้น COD 8,800 มิลลิกรัมต่อลิตร pH 7 และตะกอนที่ผ่านการใช้งานแล้วปริมาณ 125 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า น้ำเสียที่ได้จากการใช้กรดซัลฟิวริกได้ค่า SMA 0.02 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน ซึ่งน้อยกว่าพอลิเมอร์ A 704 (ได้ SMA 0.1 กรัมซีโอดี/กรัมวีเอสเอส/วัน) 5 เท่า จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าในทางสิ่งแวดล้อมนั้น การใช้น้ำเสียที่ใช้พอลิเมอร์ A 704 มีความเหมาะสมกว่ากรดซัลฟิวริกในกระบวนการผลิตก๊าซมีเทนแบบไร้อากาศ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะนำไปใช้ในการเริ่มต้นระบบ EGSB สำหรับโรงงานน้ำยางชั้นในลำดับต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักวิชาวิศวกรรมเคมีและกระบวนการมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และบริษัทวงษ์พาณิชย์ สาขา กระบี่ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย วัสดุอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกในการทดลองวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2002). ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
- [2] ศิววรรณ พูลพันธุ์. (2006) Environmental Microbiology Lab. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [3] สุบัณฑิต นิมรัตน์. (2005) จุลชีววิทยาของน้ำเสีย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [4] เทคโนโลยีการจับตัวขยงสภิมประสิทธิภาพสูง ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(MTEC).
- [5] Lettinga, G., Van Velsion, A.F.M., Hobma S.W., W. de Zeeuw and Klapwijk A. (1980). Use of Up flow Sludge Blanket (UASB) Reactor Concept for Biological Wastewater Treatment Especially of Anaerobic Treatment, *Biotechnol. Bioeng.*, vol. 22, , pp. 699-734.
- [6] APHA, AWWA, WEF. (1998). Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. Washington D.C.: American Public Health Association.
- [7] Ince, O., Anderson G. K and. Kasapgil, B.(1995). Control of Organic Loading Rate using Specific Methanogenic Activity Test During Start-Up-of an Anaerobic-Digestion System, *Water research* ,29(1), pp 349- 355
- [8] Jiunn, L. (1996). Influences of pH and Moisture Content on the Methane Production in High-Solids Sludge Digestion. Japan: Tohoku University
- [9] Barapouti, E.M.P. Mai, S.T. and Vlyssides, A.G.(2003). A Mathematical Model for The Estimation of Anaerobic Sludge Activity. 8 th International Conference on Environmental Science and Technology Lemnos island, Greece, 8-10 September 2003