

ความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์จาวปลวก ในถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นโดยใช้เชือกไนลอน และตัวกรองไม้ไผ่เป็นตัวกลาง

Possibility of Wastewater Treatment by Termite Comb Microbes in Anaerobic Up-flow Filter Using Nylon Rope and Bamboo Stick as Media

ทรงยศ มงคลพิศ (Songyot Mongkulphit)* ดร.เพชร เพ็งชัย (Dr.Petch Pengchai)^{1**}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้สำรวจความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์พื้นบ้านที่เรียกกันว่า “จุลินทรีย์จาวปลวก” ในระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นเพื่อบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร ระบบที่ใช้ในการทดลองเป็นถังกรองไร้อากาศอย่างง่าย 2 ระบบ ระบบหนึ่งใช้เชือกไนลอนเป็นตัวกลาง อีกระบบหนึ่งใช้ตอกไม้ไผ่เป็นตัวกลางทั้งสองระบบใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์จาวปลวกในขั้นตอนเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์และดำเนินการบำบัดน้ำเสียที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 24 ชั่วโมงเป็นเวลา 51 วันผลการทดลองพบว่า จุลินทรีย์จาวปลวกในระบบถังกรองไร้อากาศอย่างง่ายสามารถบำบัด COD ในน้ำเสียจากโรงอาหารได้สูงสุด 61 – 65 % โดยตัวกรองเชือกไนลอนและตัวกรองตอกไม้ไผ่ให้ค่าประสิทธิภาพการบำบัด COD สูงสุดใกล้เคียงกันคือ 64.2 % และ 65 % ตามลำดับ

ABSTRACT

This research investigated possibility of applying local microbial seed called “Termite comb microbes” to Up-flow Anaerobic Filter (UAF) for cafeteria wastewater treatment. Two experimental UAF systems were installed. One system use nylon rope, another system use bamboo stick as filter media. The systems were seeded by termite comb microbial seed at the start-up period and operated with hydraulic retention time of 24 hours for 51 days. Experimental results revealed that termite comb microbes could remove 61-65% of COD in cafeteria wastewater. Nylon rope and bamboo stick contributed comparable COD removal efficiencies of 64.2 % and 65 %, respectively.

คำสำคัญ: จุลินทรีย์จาวปลวก ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น น้ำเสียจากโรงอาหาร

Keywords: Termite comb microbes, Anaerobic Up-flow Filter, Cafeteria wastewater

¹ Correspondent author: petchpengchai@zoho.com

*นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

บทนำ

กระบวนการกำจัดของเสียด้วยการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ถือเป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่ประหยัดทรัพยากรชนิดหนึ่งเพราะสารอินทรีย์ประมาณร้อยละ 80-90 จะถูกย่อยสลายกลายเป็นก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนที่นำไปสังเคราะห์เป็นเซลล์จึงมีน้อยมาก ทำให้ไม่เกิดปัญหาเกี่ยวกับการเกิดตะกอนหรือการอุดตันซึ่งผิดกับการกำจัดแบบใช้ออกซิเจน [1] ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น (Anaerobic Up-flow Filter) เป็นระบบที่นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสียในที่พักอาศัย พัฒนามาจากกระบวนการกำจัดของเสียด้วยการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยภายในประกอบด้วยตัวกลาง (Media) เพื่อให้จุลินทรีย์เกาะน้ำเสียจะไหลเข้าระบบทางด้านล่างของถังและน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะไหลออกทางด้านบนของถัง หากตัวกลางมีพื้นผิวที่มากจะทำให้ปริมาณของจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่มีจำนวนมาก ส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียดีขึ้น [2] ข้อดีของระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นคือ น้ำเสียจะสัมผัสกับตัวกลาง อย่างทั่วถึงป้องกันปัญหาการไหลลัดวงจร อีกทั้งระบบนี้สามารถรองรับค่าความสกปรกของสารอินทรีย์ได้สูง ทนต่อค่าความแปรปรวนของภาระบรรทุกอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นได้ดี และยังสามารถบำบัดน้ำเสียได้เกือบทุกชนิด [1-2] อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของระบบคือต้องใช้ระยะเวลากักเก็บนานจึงจะมีประสิทธิภาพการบำบัดสูง ทำให้ถังมีขนาดใหญ่ เปลืองพื้นที่ในการติดตั้ง

การใช้ตัวกลางที่เหมาะสมถือเป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดของถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น นักวิจัยพบว่าพื้นที่ผิวตัวกลางขนาดใหญ่ทำให้บำบัดน้ำเสียได้ดีเนื่องจากจุลินทรีย์สามารถเกาะตัวกลางได้มากขึ้น [3] แต่ในขณะเดียวกันความขรุขระของพื้นผิวและขนาดรูพรุนบนตัวกลางก็มีผลต่อการกำจัดค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand; COD) มากกว่า

ขนาดพื้นที่ผิวจำเพาะของตัวกลาง [4] อย่างไรก็ตามตัวกลางที่หายากหรือราคาแพงย่อมไม่เหมาะแก่การใช้งาน ในการนี้ผู้วิจัยสนใจใช้ตอกไม้ไผ่และเชือกในลอนซึ่งถูกใช้เป็นตัวกลางของถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นในงานวิจัยจำนวนหนึ่ง [5-6] และถือว่าราคาถูกหาใช้ได้ทั่วไปในพื้นที่ชนบท ในส่วนของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียในระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นนั้นนักวิจัยนิยมนำมาจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานต่างๆ [7-9] เนื่องจากมีความสามารถในการย่อยสลายสิ่งสกปรกสูง แต่ในการติดตั้งระบบเพื่อใช้งานจริงในชุมชน การค้นหาและติดต่อขอจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ใกล้เคียงทำให้ผู้ใช้งานไม่สะดวก ในการนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทดสอบความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์พื้นบ้านที่เรียกกันว่า “จุลินทรีย์จาวปลวก” ในระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นเพื่อบำบัดน้ำเสียในชุมชน

จุลินทรีย์จาวปลวก หมายถึงกลุ่มจุลินทรีย์ที่เดิมอาศัยอยู่ในลำไส้ปลวก เมื่อปลวกขับถ่ายก็อาศัยอยู่ในช่องแข็งจากการขับถ่ายของปลวกซึ่งพบบริเวณใจกลางของรังปลวก ของแข็งนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าจาวปลวก จุลินทรีย์เหล่านี้บางส่วนเป็นสายพันธุ์ที่ดำรงชีพแบบไม่ใช้ออกซิเจนและยังสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี [10] Nanthakumar [11] ได้ทดลองนำจุลินทรีย์ในลำไส้ปลวกมาย่อยสลายสีสังเคราะห์ในน้ำเสียแล้วพบว่าจุลินทรีย์ในลำไส้ปลวกสามารถย่อยสลายสีน้ำเงินได้ 94.5% และสามารถย่อยสลายสีแดงได้ 94.4% อีกทั้งในลำไส้ปลวกยังประกอบไปด้วยแบคทีเรียและจุลินทรีย์อีกหลายชนิดที่มีความสามารถในการย่อยสลายอาทิจน ราชวพังใจ [12] แต่ในปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการบำบัดน้ำเสียจริงของจุลินทรีย์จาวปลวก

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นอย่างง่ายที่

ประยุกต์ใช้จุลินทรีย์จากปลวกในการเพาะเชื้อจุลินทรีย์

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของวัสดุกรองตอกไม้ไผ่กับเชือกไพล่อนในถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นอย่างง่าย

เครื่องมือและวิธีการวิจัย

ติดตั้งระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นอย่างง่าย 2 ระบบดังแสดงในภาพที่ (1) ใช้ถังกรองไร้อากาศเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.38 เมตร สูง 0.47 เมตร ปริมาตร 50.3 ลิตร จำนวน 2 ถังถึงหนึ่งบรรจุตัวกลางเชือกไพล่อน 1,400 ชิ้นซึ่งแต่ละชิ้นทำจากเชือกไพล่อนเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 20 เส้นรัดด้วยยางพลาสติกมีพื้นที่ผิว (surface area) 0.93 ตารางเมตรต่อชิ้น [6] อีกถึงหนึ่งบรรจุตัวกลางตอกไม้ไผ่จำนวน 1,000 ชิ้นซึ่งแต่ละชิ้นทำจากตอกไม้ไผ่ที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร กว้าง 1 เซนติเมตร และยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 20 แผ่น รัดด้วยยางพลาสติก คำนวณพื้นที่ผิวได้ 0.00002 ตารางเมตรต่อชิ้น ทั้งสองถังบรรจุตัวกลางลงไปจนเต็มถึงทำให้มีปริมาตรวัสดุกรอง (Fixed bed volume) เท่ากับปริมาตรของไหลในถังกรอง (Fluid volume) ซึ่งเท่ากับ 30 ลิตร ถึงกรองทั้ง 2 ถังเชื่อมต่อกับถังพักน้ำเสียขนาด 60.5 ลิตรจำนวน 1 ถังตั้งสูงจากพื้น 1 เมตร เพื่อปล่อยน้ำเสียเข้าสู่ถังกรองแต่ละถังพร้อม ๆ กัน

ในช่วงเริ่มต้นระบบ (Start-up) ใช้จาวปลวก 2-3 กำมือ ซึ่งหาได้ตามรังปลวกมาผสมกับข้าวเหนียวหนึ่งสุก 2 กิโลกรัม แล้วนำมาหมักในถังที่ผสมน้ำสะอาด 20 ลิตร ปิดฝาให้สนิททิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน จะได้หัวเชื้อจาวปลวกซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำสีน้ำตาล มีกลิ่นเฉพาะ หลังจากนั้นนำหัวเชื้อจาวปลวกมาใส่ในถังกรองที่บรรจุตัวกลางแล้วทั้ง 2 ถัง ถึงละ 15 ลิตรใส่น้ำประปาเข้าผสมถึงละ 15 ลิตร วัดค่า COD ของน้ำในถังได้ 446.4 มิลลิกรัม/ลิตร จากนั้นเวียนน้ำออกจากถังแล้วนำกลับมาเข้าถังใหม่ด้วยอัตราการไหล 60 ลิตรต่อวัน เป็นเวลา 3 วัน ตรวจวัดค่า COD ในน้ำออกเพื่อ

ทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ที่หลุดออกจากตัวกลาง

ในช่วงทำการทดลอง นำน้ำเสียจากโรงอาหารมหาวิทยาลัยมหาสารคามมาใส่ไว้ในถังพักน้ำเสีย จากนั้นปรับให้น้ำเสียเข้าถังกรองแต่ละถังด้วยอัตราการไหล 30 ลิตร/วัน เพื่อให้ได้ระยะเวลาเก็บน้ำ (Hydraulic Retention Time) ในแต่ละถังเท่ากับ 24 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างน้ำเสียก่อนเข้าระบบ และออกจากระบบด้วยความถี่ 3 วันต่อครั้ง แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อพิจารณาความสามารถในการบำบัดน้ำเสียของระบบ ค่า COD ตรวจวัดโดยวิธี Close Reflux Method ค่าพีเอช อุณหภูมิ และค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) ตรวจวัดทันทีด้วยเครื่องวัด DO ภาควิชา (รุ่น Pro 20 บริษัท YSI ผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา) ขณะเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบทั้งนี้ระยะเวลาดำเนินการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงที่ 1 อยู่ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม 2557 - 24 สิงหาคม 2557 (วันที่ 1-24 ของการเดินระบบ) ใช้น้ำเสียจากโรงอาหารกลางมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ส่วนช่วงที่ 2 อยู่ระหว่างวันที่ 24 สิงหาคม 2557 - 20 กันยายน 2557 (วันที่ 24-51 ของการทดลองเดินระบบ) เป็นช่วงที่โรงอาหารกลางปิดจึงเปลี่ยนมาใช้น้ำเสียจากโรงอาหารหลังคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในช่วงเริ่มต้นระบบ (start-up) พบว่า ในวันที่ 1 2 และ 3 ของการเวียนน้ำถึงบรรจุไพล่อนมีค่า COD ในน้ำออกเท่ากับ 388 256 และ 160 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ น้ำออกในวันที่ 1 มีสีน้ำตาลคล้ายสีของจุลินทรีย์จาวปลวกแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลใสในวันที่ 2 และในที่สุดก็เปลี่ยนเป็นสีขาวใสในวันที่ 3 ดังแสดงในภาพที่ (2) ส่วนถังบรรจุตอกไม้ไผ่มีค่า COD ในน้ำออกเท่ากับ 205.4 176 และ 160 มิลลิกรัม/ลิตร ในวันที่ 1 2 และ 3 ของการเวียนน้ำตามลำดับ สีของน้ำออกมีสีขาวขุ่นในวันที่ 1 แล้วเปลี่ยนเป็นขาวใสในวันที่ 2 และ วันที่ 3 ดังแสดงในภาพที่ (2) จากข้อมูล

ข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่าจุลินทรีย์จำพวกในถังกรองทั้ง 2 ถังมีการเกาะกับตัวกลางและอาจเริ่มมีการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยสังเกตจากค่า COD ในน้ำออกที่ลดลง แต่ในกรณีของถังบรรจุในลอนจุลินทรีย์อาจการเกาะติดกับตัวกรองได้น้อยกว่าถังบรรจุตอกไม้ไผ่ โดยสังเกตจากสีของน้ำออก

ในช่วงทดลองเดินระบบพบว่า น้ำเสียที่เข้าระบบถังกรองไร้อากาศทั้ง 2 ถังมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 5-6 อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28-37 องศาเซลเซียส และมีค่า DO 0.12-0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนน้ำเสียที่ออกจากถังกรองทั้ง 2 ถังมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6-7 อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 28-35 องศาเซลเซียส และมีค่า DO 0.11-0.3 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6.6-7.8 [13] อุณหภูมิอยู่ในช่วง 35 – 55 องศาเซลเซียส [14] และ DO มีค่าน้อยกว่า 2 มิลลิกรัม/ลิตร [2] จึงกล่าวได้ว่าระบบอยู่ในสภาวะไร้อากาศตามที่ได้ออกแบบไว้

ผลการวิเคราะห์ค่า COD ในน้ำเสียเป็นดังแสดงไว้ในภาพที่ (3) พบว่า COD ของน้ำเสียเข้าระบบมีพิสัยกว้างเนื่องจากความสกปรกของน้ำเสียจากโรงอาหารขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้บริการซึ่งมีค่าไม่คงที่ โดยช่วงที่ 1 ของการเดินระบบ COD มีค่าระหว่าง 300-900 มิลลิกรัม/ลิตรซึ่งสูงกว่าช่วงที่ 2 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 90-200 มิลลิกรัม/ลิตรความต่างนี้เป็นผลมาจากมีผู้มาใช้บริการในโรงอาหารกลางมากกว่าโรงอาหารหลังคณะวิศวกรรมศาสตร์สำหรับค่า COD ในน้ำเสียออกจากระบบ พบว่าทั้ง 2 ระบบมีค่าไม่คงที่ทั้ง 2 ช่วงโดยจะส่วนใหญ่จะแปรผันตามค่า COD ของน้ำเสียเข้าระบบซึ่งไม่เสถียรเช่นกันจากผลข้างต้นจึงระบุไม่ได้ว่าจุลินทรีย์ในระบบมีความเสถียรอย่างไรก็ตาม กล่าวได้ว่าค่า COD ในน้ำออกของการทดลองทั้ง 2 ระบบมีค่าน้อยกว่าน้ำเข้า บ่งบอกว่าระบบที่ออกแบบไว้สามารถบำบัดน้ำเสียได้

จากภาพที่ (4) พบว่า ในช่วงที่ 1 ถังบรรจุเชือกในลอนสามารถบำบัดน้ำเสียได้สูงสุด 61 %

และถังบรรจุตอกไม้ไผ่สามารถบำบัดน้ำเสียได้สูงสุด 65 % ส่วนในช่วงที่ 2 ถังบรรจุเชือกในลอนสามารถบำบัดน้ำเสียได้สูงสุด 64.2 % และถังบรรจุตอกไม้ไผ่สามารถบำบัดน้ำเสียได้สูงสุด 65 % ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าศักยภาพการกำจัดซีโอดีของตัวกลางทั้งสองแบบมีความใกล้เคียงกันแม้ว่าความเข้มข้น COD ในน้ำเสียเข้าระบบจะต่างกันและระบบยังไม่เสถียรจากแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพการบำบัด COD ในภาพที่ (4) พบว่าตัวกลางตอกไม้ไผ่มีประสิทธิภาพการบำบัดลดลงมากในวันที่ 30 33 และ 39 ของการทดลอง ในขณะที่ตัวกลางเชือกในลอนมีประสิทธิภาพการบำบัดลดลงมากในวันที่ 18 48 และ 51 ของการทดลองสันนิษฐานว่าเป็นเพราะตัวกลางทั้ง 2 ชนิดกำลังอยู่ในช่วงสร้างแผ่นฟิล์มชีวภาพ (biofilm) บนผิวตัวกลางที่ละชั้นๆ บางช่วงที่จุลินทรีย์เกาะตัวกันมากเกินไปหรือมีตะกอนถูกดักจับไว้ในตัวกลางมากเกินไป บางชั้นของแผ่นฟิล์มหรือตะกอนก็จะหลุดลอกออกมากับน้ำเสีย (washout) ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัด COD ลดลง หากพิจารณาความหนาของแผ่นฟิล์มชีวภาพในตัวกลางอาจพบว่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเดินระบบ และกลับลดลงเมื่อระบบดำเนินการถึงช่วงเวลาหนึ่งเหมือนดังที่พบในงานวิจัยของ Langer และคณะ [15] โดยช่วงเวลาในการสะสมจนกระทั่งหลุดลอกในกรณีตัวกลางตอกไม้ไผ่อาจอยู่ที่ประมาณ 30 วัน กรณีตัวกลางในลอนอาจอยู่ที่ประมาณ 20-30 วัน จากการสังเกตด้วยตาพบว่าในวันที่ 18 ของการทดลอง ถังบรรจุเชือกในลอนมีเมือกไหลปะปนออกมากับน้ำออก ดังเห็นได้จากภาพที่ (5) และในช่วงวันที่ 30-33 ถังบรรจุตอกไม้ไผ่เกิดตะกอนสีดำไหลปะปนออกมากับน้ำดังภาพที่ (6) ผลข้างต้นชี้ให้เห็นความสำคัญของการเดินระบบบำบัดจนเกิดความเสถียรและความสามารถในการเก็บกักจุลินทรีย์ของถังกรองซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความสูงของถังกรองความพรุนของตัวกลางลักษณะการวางชั้นตัวกลาง [6] นอกจากนี้การสร้างถังพักน้ำหลังบำบัดเพื่อกำจัดเมือกหรือตะกอนที่อาจ

เกิดขณะเดินระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นก็ถือเป็นวิธีหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ

เมื่อเทียบประสิทธิภาพการบำบัดของงานวิจัยนี้กับงานของ Sunwanee [6] ซึ่งได้ใช้เชื้อจุลินทรีย์จากบริษัท สุทธินันท์ จำกัด นำมาใส่ในถังกรองไร้อากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 100 เซนติเมตร และใช้เชือกไนลอนเป็นตัวกลางที่ระยะเวลาพักเก็บน้ำ 16 ชั่วโมง พบว่าประสิทธิภาพการกำจัด COD ที่ความสูงของตัวกลาง 0.6 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.5 % ซึ่งสูงกว่าค่าสูงสุดที่ได้จากการทดลองที่ 2 ของงานวิจัยนี้ (65%) กว่า 15 % จากผลดังกล่าวและการสังเกตเงื่อนไขในการเดินระบบของ Sunwanee [6] ผู้วิจัยคาดว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดของระบบได้โดยปรับความสูงของถังกรองให้อยู่ในช่วง 1.0-1.8 เมตรเพื่อลดโอกาสน้ำไหลลัดวงจร (Short Circuit) [1- 2] และจัดวางตัวกลางให้ไม่กดทับกันมากเกินไปเพื่อให้ชั้นกรองมีความพรุนสูงน้ำสัมผัสตัวกลางทุกตัวได้ดีขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การเติมจุลินทรีย์จากปลวกในน้ำเสียสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัด COD ได้โดยจุลินทรีย์จากปลวกในระบบถังกรองไร้อากาศอย่างง่ายสามารถบำบัด COD ในน้ำเสียจากโรงอาหารได้สูงสุด 61 - 65 % เมื่อเปรียบเทียบความสามารถบำบัดน้ำเสียของตัวกลางเชือกไนลอนและตัวกลางตอกไม้ไผ่พบว่ามีความประสิทธิภาพการบำบัด COD สูงสุดใกล้เคียงกันคือ 64.2 % และ 65 % ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

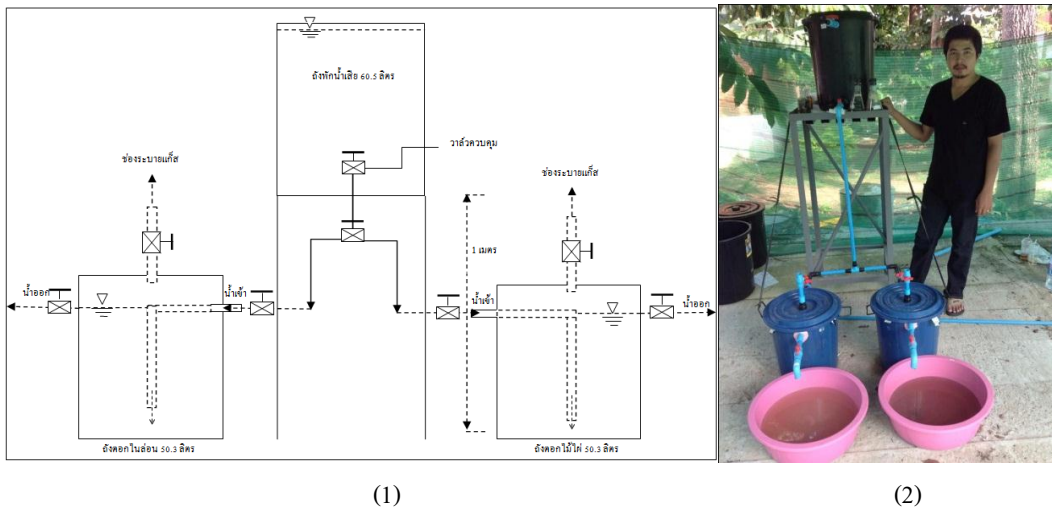
งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ระดับปริญญาโท) ประจำปี พ.ศ. 2558 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขอขอบพระคุณศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และศูนย์วิจัยรุกขเวช ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณธรรมบุญ ม้าวเศษ ที่เอื้อเฟื้อจาวปลวกให้ใช้ในการทดลอง

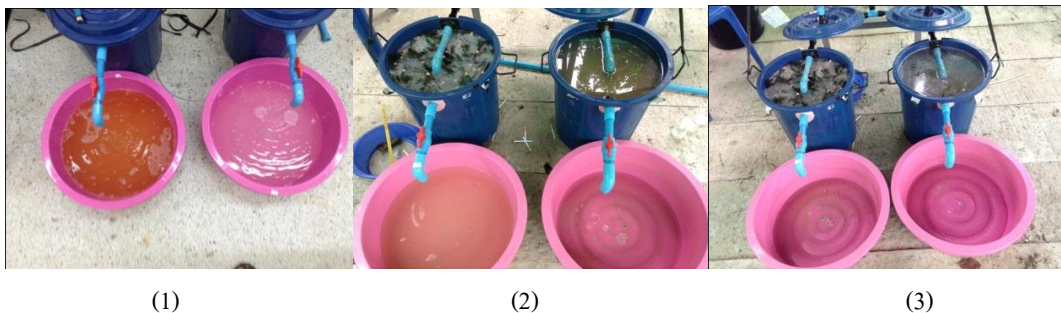
เอกสารอ้างอิง

1. Munsin T. The treated wastewater through anaerobic wastewater. Bangkok: Chulalongkorn University Press; 1984.
2. Young CJ, McCarty LP. The Anaerobic Filter for Waste Treatment. Journal of Water Pollution Control and Federal. 1969; 41(5): 160-173.
3. Metcalf & Eddy, et al. Wastewater engineering Treatment, Disposal and Reuse. New York: McGraw-Hill; 1991.
4. TayJoo-Hwa, Show Kuan-Yeow, JeyaseelanS. Media Factors Affecting the Performance of Upflow Anaerobic Packed-Bed Reactors. Environmental Monitoring and Assessment. 1997; 249-261.
5. Tritt WP. The anaerobic treatment of slaughterhouse wastewater in fixedbed-reactors. Bioresource Technol. 1992; 41: 201-207.
6. Sunwanee J. Wastewater Treatment of Fixed Film Microorganism on Nylon Rope Media by Anaerobic Filter. KU Res, 2006; 2: 974-16-2661-4.
7. Buyukkamaci N, Filibeli A. Determination of kinetic constants of an anaerobic hybrid reactor. Process Biochem. 2002; 38: 73-79.
8. Isik M, Sponza DT. Substrate removal kinetics in an upflow anaerobic sludge blanket reactor decolorizing simulatedtextile wastewater. Process Biochem. 2005; 40: 1189-1198.

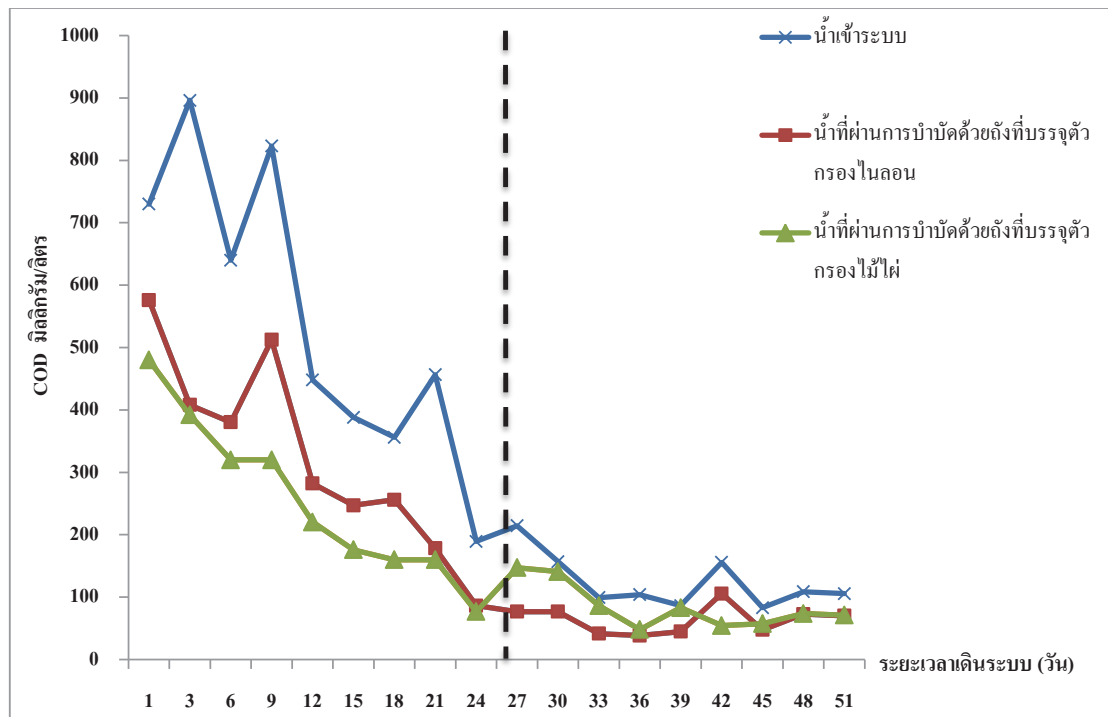
9. Padilla-Gasca E, Lopaz Lopez A. Kinetics of Organic Matter Degradation in an Up-flow Anaerobic Filter Using Slaughterhouse Wastewater. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*.2010; 1:106.
10. Breznak JA, Brune A. Role of microorganisms in the digestion of lignocellulose by termites. *Annu.Rev. Entomol.*1994; 39: 453-487.
11. Nanthakumar K. Decolorization of structurally dissimilar dyes by a termite derived bacterial consortium BUTC17 in a cost effective nutrient medium, *Pelagia Research Library Advances in Applied Science Research*. 2013; 4(2): 276-285.
12. GhellaiLotfi. Lignia-degrading Bacteria, *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 2014;20(1): 64-68.
13. McCarty LP. Kinetics of Waste Assimilation in Anaerobic Treatment. *Developments in Industrial Microbiology*. American Institute Biology and Science.1966;7: 140-144.
14. Gray NF. *Biology of wastewater treatment*. United Kingdom: Oxford University Press; 1989.
15. Langer S, Schropp D, Bengelsdorf FR, Othman M, Kazda M. Dynamics of biofilm formation during anaerobic digestion of organic waste. *Anaerobe*. Forthcoming.2013.



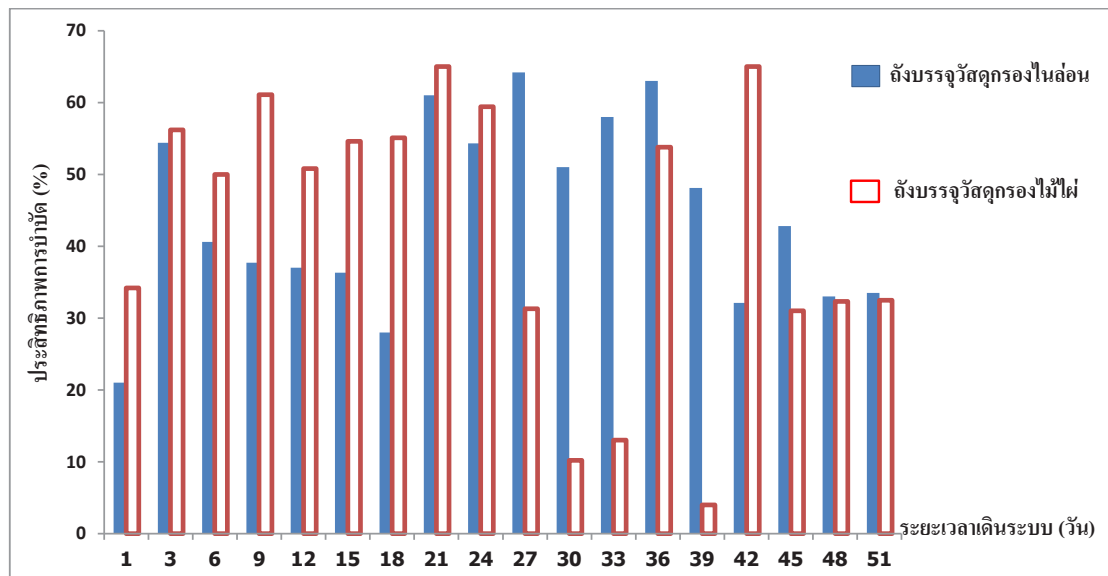
ภาพที่ 1 (1) แบบจำลองระบบถังกรองไร้อากาศ (2) ระบบถังกรองไร้อากาศที่ใช้งานจริง



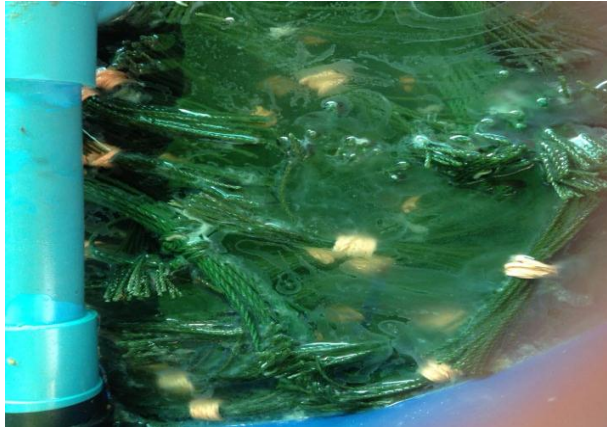
ภาพที่ 2 (1) น้ำที่ออกจากระบบถังกรองที่บรรจุตัวกรองโคลน (ถังขั้ว) และถังกรองที่บรรจุตัวกรองตอกไม้ไผ่ (ถังขาว) ในช่วงเริ่มต้นระบบวันที่ 1 (2) น้ำที่ออกจากระบบในช่วงเริ่มต้นระบบวันที่ 2 (3) น้ำที่ออกจากระบบในช่วงเริ่มต้นระบบวันที่ 3



ภาพที่ 3 ค่า COD เข้าและออกจากระบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น



ภาพที่ 4 ค่าประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารของถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น



ภาพที่ 5 เมือกที่เกิดขึ้นในถังกรองไร้อากาศที่บรรจุตัวกรองเชือกไนลอน



ภาพที่ 6 ตะกอนสีดำที่เกิดขึ้นในถังกรองไร้อากาศที่บรรจุตัวกลางไม้นไผ่