การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานข้าวเกรียบ ด้วยกระบวนการหมักแบบไร้อากาศ
Wastewater Treatment from Cracker Industry by Biogas Production Process

ยะโก๊ะ ขาเร็มดาเบะ[1]

Received: May, 2014; Accepted: October, 2014

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดและอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพของระบบถังหมักก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศจากน้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบ โดยใช้ถังหมักก๊าซขนาด 20 ลิตร ระยะเวลาเก็บกัก 21 วัน ทำการทดลอง 0 – 24 วัน ประกอบด้วยชุดการทดลอง 1 เฟส, 2 เฟส และ 1 เฟสตัวกลาง พบว่าชุดถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง มีประสิทธิภาพการบำบัดและอัตราการเกิดก๊าซดีที่สุด คือ ประสิทธิภาพการบำบัด pH, COD, TSS และ TP มีค่าเฉลี่ยร้อยละ เท่ากับ 54.03%, 57.88%, 72.55% และ 78.89% ตามลำดับ และเกิดก๊าซได้ 7 ลิตร/วัน จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการหมักแบบไร้อากาศสามารถบำบัดน้ำเสียจากโรงงานข้าวเกรียบได้

คำสำคัญ : การบำบัดน้ำเสีย; โรงงานข้าวเกรียบ; ระยะเวลาเก็บกัก; กระบวนการหมักแบบไร้อากาศ

[1] *คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาฏอนี ปัตตานี*
E – mail : yakotsu@gmail.com

Abstract

This research was conducted to study removal efficiency and biogas production from wastewater from Cracker Industry by biogas production process. Using 20.0 L effective volume pilot scale reactor and hydraulic retention time(HRT) for 21 days, operated between 0 - 24 days. Treatments were investigated Include of in single-phase, two-phase and single-phase(mediated). The results show that the average optimum percentage of gas production and removal efficiency single-phase (mediated) were 54.03%, 57.88%, 72.55% and 78.89% respectively. The highest total gas productionfrom single-phase (mediated) were 7 l/d. The experimental results could be Wastewater Treatment from Cracker Industry by Anaerobic Digestion.

Keywords : Wastewater treatment; Cracker Industry; Hydraulic retention time (HRT); Biogas production process

บทนำ

ข้าวเกรียบปลาแบบสดหรือกรือโป๊ะ เป็นอาหารว่างที่คนทั่วไปนิยมรับประทานมาก โดยเฉพาะในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้ คือ ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส นิยมรับประทานเป็นกับแกล้มหรือรับประทานเล่นหาง่ายและมีรสชาติอร่อย กรอบ และมัน กระบวนการผลิตกรือโป๊ะนั้น มีขั้นตอนทำมาจากเนื้อปลาแล้วนำไปเข้าเครื่องบดให้ละเอียด เติมส่วนผสมแป้งมันและแป้งสาคู ใส่เกลือพอประมาณ นวดคลุกเคล้าให้ส่วนผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เสร็จแล้วปั้นเป็นแท่งทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 1 ฟุต จากนั้นนำมาต้มในน้ำเดือดจนสุก แล้วนำขึ้นมาผึ่งลมจนแห้ง ขายเป็นแท่ง โดยจะขายวันต่อวัน จากการสำรวจข้อมูลของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลาแบบสด (กรือโป๊ะ) และการแปรรูปผลิตภัณฑ์ พบว่า มีน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตกรือโป๊ะ ในแต่ละวันนับว่ามีปริมาณสูงถึง 300 - 400 ลิตรต่อวัน ซึ่งน้ำที่เหลือจากกระบวนการผลิตจะทำการเททิ้งสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ โรงงานผลิตส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและประชาชนรอบ ๆ โรงงานผลิต เนื่องจากโรงงานผลิตกรือโป๊ะ ยังขาดการจัดการที่เหมาะสม ไม่ได้ทำการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ซึ่งส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และส่งกลิ่นเหม็นบริเวณรอบ ๆ

ดังนั้นงานวิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตข้าวเกรียบหรือกรือโป๊ะมาผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจากในน้ำเสียข้าวเกรียบนั้น พบว่ามีองค์ประกอบของสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณสูง เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน จึงทำให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพหรือก๊าซมีเทน (CH_4) ได้ การแก้ปัญหาน้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบด้วยกระบวนการหมักแบบไร้อากาศนั้น อาจจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหามลพิษทางด้านสิ่งแวดล้อมและสามารถผลิตเป็นก๊าซชีวภาพที่อาจจะใช้ในระดับครัวเรือนได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **สำรวจและเก็บข้อมูล** น้ำเสียจากโรงงานผลิตข้าวเกรียบที่ปัตตานี เพื่อรวบรวมข้อมูลผลกระทบปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิตข้าวเกรียบ และทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียมาวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ

2. **วิเคราะห์ค่าต่างๆ** ได้แก่ 1. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 2. Chemical Oxygen Demand (COD) 3. ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids, TSS) 4. ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus, TP)

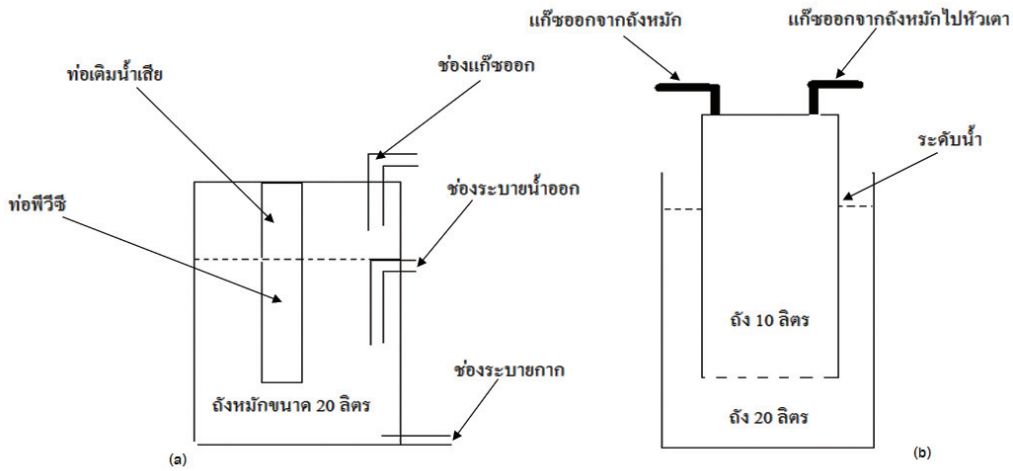
3. **การหมักในถังก๊าซชีวภาพ**

1) ระบบถังหมัก มีทั้งหมด 3 ชุด

ชุด 1 ระบบถังหมักชุด 1 เฟส ประกอบไปด้วย ตัวถังหมัก 1 ใบและถังเก็บก๊าซอีก 1 ใบ

ชุด 2 ระบบถังหมักชุด 2 เฟส ประกอบไปด้วย ถังหมักทั้งหมด 2 ใบ โดยมีท่อระบายน้ำมาเชื่อมโยงระหว่างถังทั้ง 2 ใบ และถังเก็บก๊าซอีก 1 ใบ

ชุด 3 ระบบถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง ประกอบไปด้วย ถังหมัก 1 ใบ แต่ในถังหมักนั้นจะมีการใส่ตัวกลางลงไปด้วย คือ ฟองน้ำ เพื่อใช้ในการดักจับเชื้อจุลินทรีย์ไม่ให้อยู่อย่างกระจัดกระจาย ตัวถังหมักทำด้วยถังพลาสติก ขนาด 20 ลิตร ด้านบนของถังต่อสายยาง (Polypropylene) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร เพื่อเป็นท่อนำก๊าซ ก๊าซชีวภาพที่ได้จะไหลผ่านท่อและผ่านจุดเก็บก๊าซก่อนเข้าสู่ถังเก็บก๊าซชีวภาพเป็นกระบวนการย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจน โดยวางระบบถังหมักไว้ที่อุณหภูมิห้อง แบบจำลองถังหมัก และชุดการทดลองแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 (a) ส่วนประกอบของถังหมัก และ (b) ส่วนประกอบถังเก็บก๊าซ ขนาด 20 ลิตร

2) การทดลอง

1. เดินระบบบำบัดน้ำเสียของชุดการทดลองถังหมักไร้อากาศ โดยป้อนน้ำเสียเข้าสู่ชุดทดลอง 1 เฟส และ 1 เฟส มีตัวกลาง เท่ากับ 0.90 ลิตรต่อวัน ชุดการทดลอง 2 เฟส เท่ากับ 1.8 ลิตรต่อวัน โดยควบคุมระยะเวลากักเก็บที่ (Hydraulic Retention Time, HRT) 21 วัน เพื่อให้จุลินทรีย์ได้มีการปรับสภาพทำการหมักเชื้อจุลินทรีย์เป็นเวลา 15 วัน เริ่มเดินระบบโดยป้อนน้ำเสียเข้าสู่ชุดการทดลองตามรายการที่คำนวณไว้ (Banerjee, A. et al., 1998)

2. ศึกษาปริมาณการเกิดก๊าซชีวภาพของอินทรียวัตถุ จากการหมักก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน โดยเตรียมสารอินทรียวัตถุที่ป้อนเข้าสู่ถังหมักเตรียมขึ้นจากน้ำเสียโรงงานผลิตข้าวเกรียบแล้วป้อนน้ำเสียลงไปในถังหมักจนเต็มถัง

3. วัดปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น โดยอาศัยหลักการแทนที่ เมื่อก๊าซที่ไหลเข้าสู่ถังเก็บก๊าซจะดันน้ำที่อยู่ในถังเก็บออกมาเท่ากับปริมาตรที่ก๊าซเข้าไป วัดปริมาตรน้ำวันละ 1 ครั้ง

4. นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบการเกิดก๊าซชีวภาพ ณ วันที่เกิดก๊าซชีวภาพมากที่สุดของการหมัก โดยการเปรียบเทียบชุดการทดลองทั้งหมดสามชุด

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. **จากการสำรวจและเก็บข้อมูล** ดำเนินการสำรวจข้อมูลในการผลิตข้าวเกรียบแบบสดนั้นส่วนใหญ่ทำมาจากปลาหลังเขียวกับปลาข้างเหลืองซำแหละล้างให้สะอาด แล้วนำเข้าเครื่องบดให้ละเอียดเติมส่วนผสมแป้งมัน ใส่เกลือพอประมาณ นวดคลุกเคล้าให้ส่วนผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เสร็จแล้วปั้นเป็นแท่งทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 1 ฟุต จากนั้นนำมาต้มในน้ำเดือดจนสุก แล้วนำขึ้นมาผึ่งลมจนแห้งและแช่เย็นเพื่อให้แท่งข้าวเกรียบแข็งตัว ในแต่ละวันของการผลิตข้าวเกรียบจะได้ประมาณ 150 - 300 กิโลกรัมต่อวันต่อของการผลิตข้าวเกรียบ และส่วนของน้ำเสียจากการต้มข้าวเกรียบโดยประมาณ 300 - 400 ลิตรต่อวัน จากการรวบรวมข้อมูลผลกระทบเบื้องต้นถึงสภาพปัญหาที่เกิดน้ำเสียจากข้าวเกรียบ พบว่าทางโรงงานได้มีการกำจัดแบบเททิ้งโดยใช้วิธีการทิ้งน้ำเสียจากข้าวเกรียบลงสู่แม่น้ำลำธาร ซึ่งน้ำเสียประกอบกับกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในบริเวณนั้น ๆ ส่งผลกระทบต่อประชาชนและสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแม่น้ำลำธารอีกด้วย จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานผลิตข้าวเกรียบมาวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อออกแบบชุดการทดลองจากการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียจากข้าวเกรียบได้ผลการทดลองตามข้อที่ 2

2. **ผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียจากข้าวเกรียบ** น้ำเสียจากกระบวนการผลิตข้าวเกรียบสดโดยวิเคราะห์น้ำเสียในพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ (pH, COD, TSS และ TP)

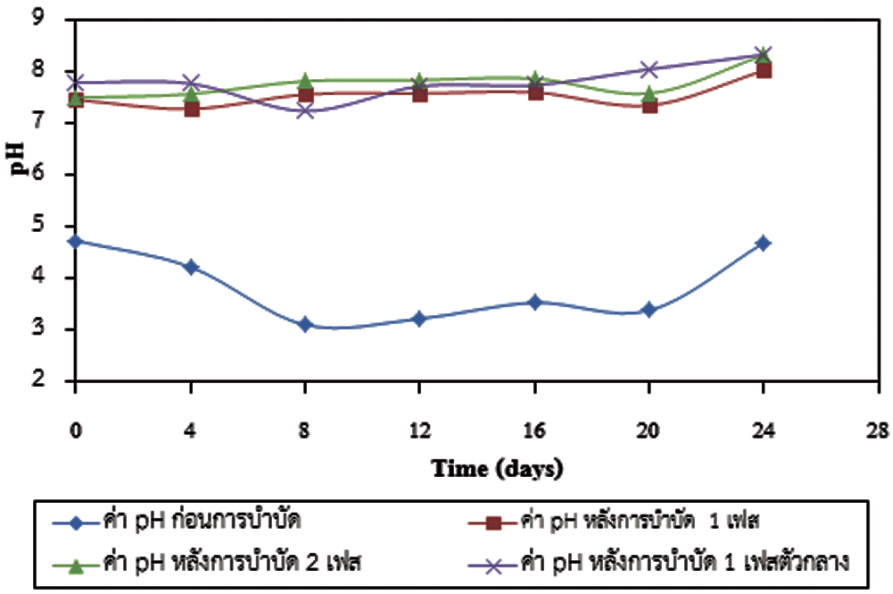
ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะน้ำเสียจากกระบวนผลิตข้าวเกรียบ

Parameters	range	Average
pH	3.00 - 4.16	4.15 ± 0.01
Chemical oxygen demand, COD (mg/L	1,013.20 - 1,311.20	1,132.40 ± 157.68
Total suspended solids, TSS (mg/L)	27,750 - 27,800	27,740.00 ± 0.01
Total phosphorus, TP (%)	2.16 - 2.18	2.17 ± 0.10

จากตารางที่ 1 แสดงค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำเสียจากการผลิตข้าวเกรียบมีค่า pH อยู่ในช่วง 3.00 - 4.16 ซึ่งมีค่าค่อนข้างเป็นกรดอาจจะส่งผลกระทบต่ออัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ เนื่องจากค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในถังหมักก๊าซชีวภาพแบบไร้ออกซิเจนคือ 6.9 - 7.0 (Bouallagui, H. et al., 2003) ส่วนค่า COD (mg/L) และ TSS (mg/L) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,132.40 ± 157.68 และ 27,740.00 ± 0.01 และ TP(%) 2.17 ± 0.10 ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตข้าวเกรียบ

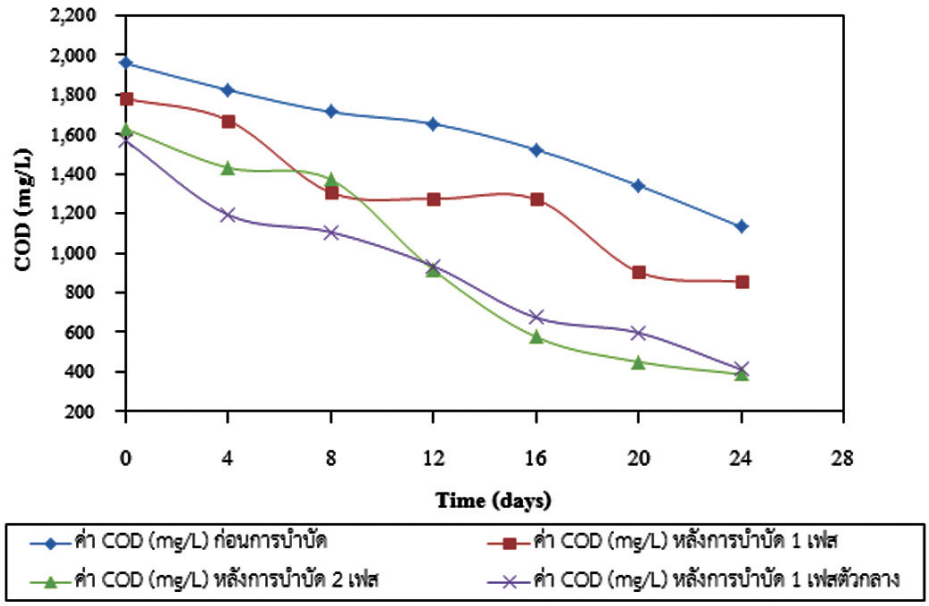
1) การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด - ด่าง



รูปที่ 2 ค่า pH น้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบก่อนทำการบำบัดและค่า pH หลังการบำบัดในแต่ละชุดการทดลอง

จากรูปที่ 2 แสดงค่า pH ในน้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบก่อนและหลังการบำบัด ในช่วงการทดลองตั้งแต่ 0 - 24 วัน ค่า pH น้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบที่เข้าระบบในถังหมักก๊าซตลอดการทดลองที่ HRT ของถังหมักก๊าซเท่ากับ 21 วัน ทั้งสามชุดการทดลองคือ ถังหมักชุด 1 เฟส, ถังหมักชุด 2 เฟส และถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง พบว่ามีค่า pH น้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบอยู่ในช่วง 3.00 - 4.50 โดยก่อนการเริ่มต้นระบบการหมักก๊าซจะทำการปรับค่า pH น้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบให้มีค่าเพิ่มขึ้นโดยทำการปรับค่า pH ด้วยขี้เถ้าให้มีค่า pH อยู่ในช่วงประมาณ 6.6 - 7.6 ก่อนที่จะทำการป้อนน้ำเสียเข้าระบบในถังหมักก๊าซการปรับค่าpH จะปรับช่วงเริ่มต้นของระบบเท่านั้น จากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างดำเนินการทดลองในถังหมักก๊าซตลอดการทดลองนั้น อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ที่จุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซมีเทน สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้และเหมาะสมต่อการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศเพราะการผลิตก๊าซชีวภาพจะเกิดขึ้นได้ดีที่ pH 6.6 - 7.6 (อาริยา, 2546) ในระยะสุดท้ายของการทดลอง พบว่าชุดการทดลองในถังหมักชุด 1 เฟส, ถังหมักชุด 2 เฟส และถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง พบว่า ค่า pH ระหว่าง 16 -24 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.66 ± 0.33, 7.93 ± 0.37 และ 8.05 ± 0.29 ตามลำดับ ค่า pH มีความสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนที่กำหนดให้ pH ของน้ำทิ้งจากชุมชนอยู่ในช่วงที่ 6.5 - 9 (ธงชัย, 2530)

2) **วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการใช้ออกซิไดซ์สารอินทรีย์** (Chemical Oxygen Demand, COD)

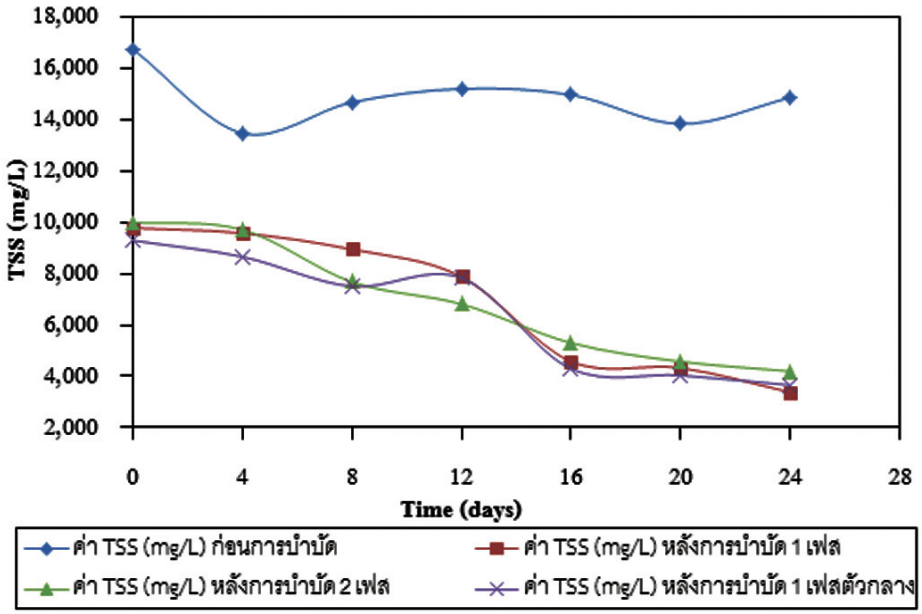


รูปที่ 3 ค่า COD (mg/L) น้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบ ก่อนและหลังการบำบัดในแต่ละชุดการทดลองใช้ระยะเวลาการทดลอง 24 วัน

จากรูปที่ 3 แสดงปริมาณ COD จากน้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบที่ป้อนเข้าระบบถังหมักก๊าซตลอดการทดลอง พบว่าปริมาณ COD เริ่มต้นในน้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบในถังหมักชุด 1 เฟส, ถังหมักชุด 2 เฟส และถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง มีปริมาณ COD เท่ากับ 1,780.00, 1,627.08 และ 1,567.48 mg/L ตามลำดับ จากกราฟจะเห็นได้ว่าปริมาณ COD มีค่าลดลง เริ่มต้นการทดลอง 0 - 24 ในถังหมักที่ 1 เฟส, ถังหมักชุด 2 เฟส และถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง หลังการทดลอง พบว่าปริมาณ COD มีค่าลดลงจนวันที่ 16 - 24 มีค่าเท่ากับ 1,010.16 ± 227.69, 471.21 ± 96.11 และ 560.92 ± 134.66 mg/L ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถบำบัดน้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบลงไปได้ระดับหนึ่ง แต่ปริมาณ COD ยังคงมีค่าสูงอยู่ เนื่องจากค่าตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมไม่เกิน 120 mg/L (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) ดังนั้น ถ้าต้องการลดปริมาณ COD ลงอีกอาจจะต้องใช้วิธีการอื่น เช่น ระบบการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนเข้ามาร่วมด้วย

3) **การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด** (Suspended Solids, TSS)

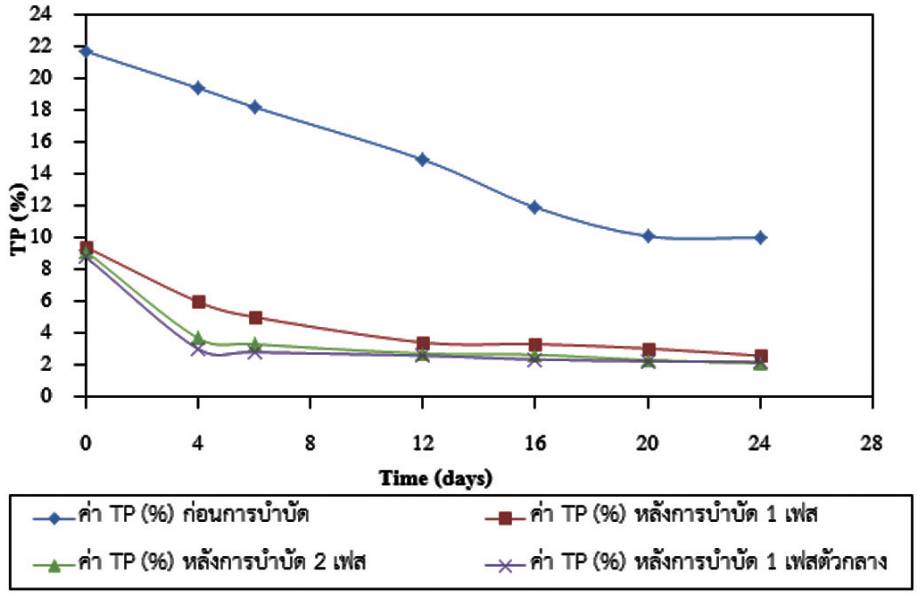
ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบในถังหมักก๊าซ ตลอดการทดลอง ถังหมักชุด 1 เฟส ถังหมักชุด 2 เฟส และถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง แสดงในรูปที่ 4 พบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดน้ำเสียจากโรงงานข้าวเกรียบเริ่มต้นก่อนการบำบัดอยู่ในช่วง 13,470 - 16,745 mg/L และถังหมักก๊าซหลังการบำบัด ถังหมักชุด 1 เฟส, ถังหมักชุด 2 เฟส และถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง เวลา 16 - 24 วัน พบว่า มีปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดลดลงเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4,093.00 ± 629.33, 4,689.00 ± 561.61 และ 3,993.00 ± 320.07 mg/L ตามลำดับ



รูปที่ 4 ค่า TSS (mg/L) ของน้ำเสียข้าวเกรียบก่อนและหลังการบำบัดในแต่ละชุดของการทดลองใช้ระยะเวลาของการทดลอง 24 วัน

4) การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)

ปริมาณของ TP(%) น้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบที่เข้าระบบในถังหมักก๊าซ ตลอดการทดลอง ถังหมักชุด 1 เฟส, ถังหมักชุด 2 เฟส และถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง แสดงดังรูปที่ 5 พบว่า ปริมาณ TP (%) ของเสียน้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบเริ่มต้นก่อนบำบัดเฉลี่ย 2.17 ± 0.10 เปอร์เซ็นต์ ผลที่ได้พบว่า ปริมาณ TP ที่ 16 - 24 วัน ในถังหมักก๊าซหลังการบำบัด ถังหมักชุด 1 เฟส, ถังหมักชุด 2 เฟส และ ถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง มีค่าเฉลี่ยคงเหลืออยู่ 2.97 ± 0.37, 2.35 ± 0.25 และ 3,993.00 ± 320.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



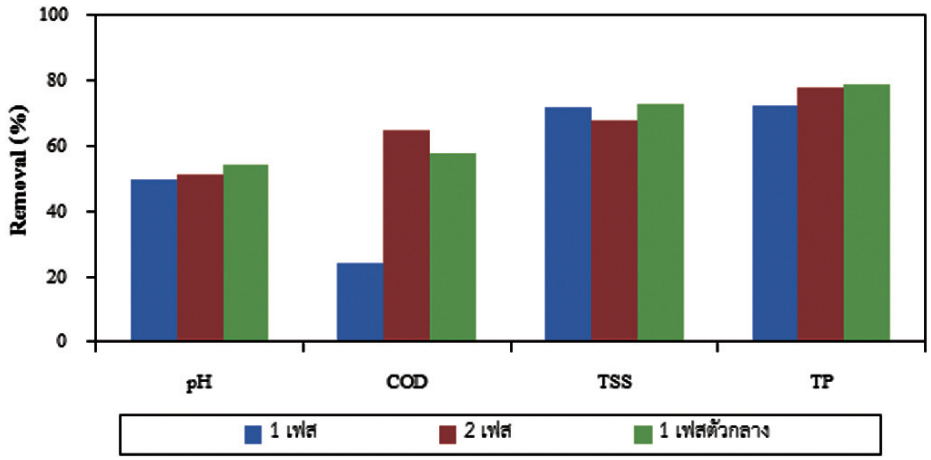
รูปที่ 5 ค่า TP (%) ของน้ำเสียโรงงานข้าวเกรียบก่อนและหลังการบำบัดในแต่ละชุดของการทดลอง ใช้ระยะเวลาของการทดลอง 24 วัน

ตารางที่ 2 ผลสรุปการทดลองเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ต่าง ๆ จาก 16 - 24 วันและประสิทธิภาพการบำบัดในระบบถังหมักก๊าซชีวภาพโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศ

Parameter	ระยะเวลา 16 - 24 วัน	Removal (%)
pH		
เริ่มต้นก่อนบำบัด	3.87 ± 0.71	-
1 เฟส	7.66 ± 0.33	49.47
2 เฟส	7.93 ± 0.37	51.19
1 เฟสตัวกลาง	8.05 ± 0.29	54.03

ตารางที่ 2 ผลสรุปการทดลองเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ต่าง ๆ จาก 16 - 24 วันและประสิทธิภาพการบำบัดในระบบถังหมักก๊าซชีวภาพโดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศ (ต่อ)

Parameter	ระยะเวลา 16 - 24 วัน	Removal (%)
COD (mg/L)		
เริ่มต้นก่อนบำบัด	1,331.90 ± 195.01	-
1 เฟส	1,010.16 ± 227.69	24.15
2 เฟส	471.21 ± 96.11	64.62
1 เฟสตัวกลาง	560.92 ± 134.66	57.88
TSS (mg/L)		
เริ่มต้นก่อนบำบัด	14,549.00 ± 624.79	-
1 เฟส	4,093.00 ± 629.33	71.86
2 เฟส	4,689.00 ± 561.61	67.77
1 เฟสตัวกลาง	3,993.00 ± 320.07	72.55
TP (%)		
เริ่มต้นก่อนบำบัด	10.66 ± 1.07	-
1 เฟส	2.97 ± 0.37	72.13
2 เฟส	2.35 ± 0.25	77.95
1 เฟสตัวกลาง	2.25 ± 0.08	78.89



รูปที่ 6 ผลสรุปการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ต่าง ๆ จาก 16 - 24 วัน และประสิทธิภาพการบำบัดในระบบถังหมักก๊าซชีวภาพ โดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศ ในชุดการทดลองต่าง ๆ

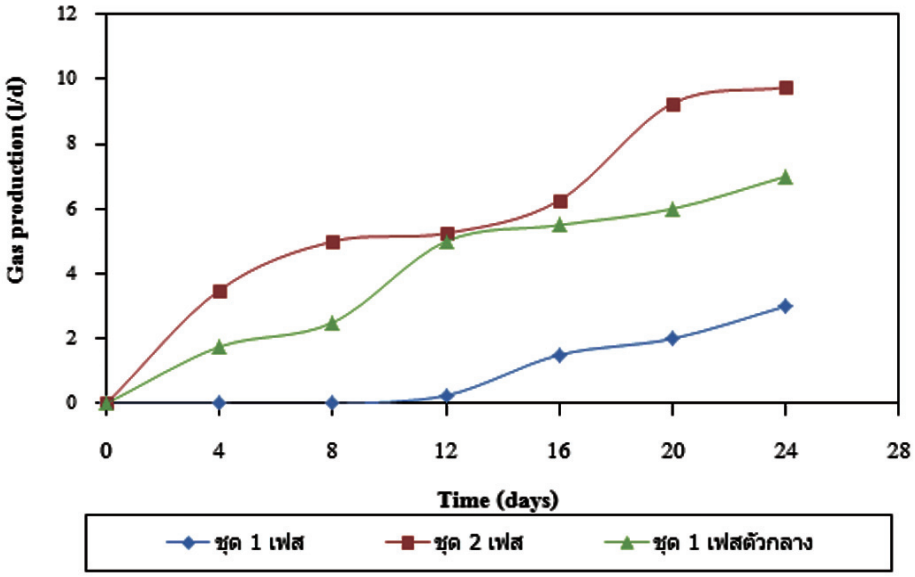
จากรูปที่ 6 แสดงผลสรุปการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ต่าง ๆ นับจาก 16 – 24 วัน เนื่องจากหลังวันที่ 16 ค่าตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ เริ่มมีความเสถียรมากขึ้น ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบในแต่ละชุดการทดลอง ทั้ง 3 ชุดการทดลองคือ ถังหมักชุด 1 เฟส, ถังหมักชุด 2 เฟส และถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง จากการคำนวณพบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดในระบบถังหมักก๊าซชีวภาพ โดยการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้อากาศแยกตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้ คือค่า pH, COD, TSS และ TP พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดของค่า pH ถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดร้อยละ 54.03 รองลงมาถังหมักชุด 2 เฟส ร้อยละ 51.19 ส่วนค่า COD ถังหมักชุด 2 เฟส มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดร้อยละ 64.62 รองลงมาถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง ร้อยละ 57.88 อีกทั้งพบว่า ค่า TSS ถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดร้อยละ 72.55 รองลงมาถังหมักชุด 1 เฟส ร้อยละ 71.86 จากการศึกษาชุดการทดลองแบบต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่าระบบของถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดและมีความเหมาะสมที่จะเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อออกแบบการทดลองที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

3 อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจากระบบหมักไร้อากาศ

จากการศึกษาอัตราการเกิดก๊าซจากชุดการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลอง ใช้การตรวจสอบด้วยวิธีการแทนที่น้ำ โดยใช้การต่อสายรวบรวมก๊าซที่ครอบอยู่ในน้ำ และทำการวัดอัตราก๊าซจากการดันถังเก็บก๊าซขึ้นเหนือผิวน้ำ เป็นระยะเวลาการทดลอง 24 วัน ทำการบันทึกปริมาตรก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยก๊าซชีวภาพทั้งหมดที่เกิดขึ้นต่อวัน (Gas Production) แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงปริมาตรเฉลี่ยก๊าซชีวภาพทั้งหมดที่เกิดขึ้นต่อวันตลอดการทดลอง 24 วัน

Time (days)	Gas production (l/d)		
	ชุด 1 เฟส	ชุด 2 เฟส	ชุด 1 เฟสตัวกลาง
0	0.00	0.00	0.00
4	0.00	3.50	1.75
8	0.00	5.00	2.50
12	0.25	5.25	5.00
16	1.5.00	6.25	5.50
20	2.00	9.25	6.00
24	3.00	9.75	7.00



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบปริมาตรเฉลี่ยก๊าซชีวภาพทั้งหมดที่เกิดขึ้นต่อวันตลอดการทดลอง 24 วัน ทั้ง 3 ชุดการทดลอง

จากรูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาตรเฉลี่ยก๊าซชีวภาพทั้งหมดที่เกิดขึ้นต่อวันตลอดการทดลองทั้งหมด ใช้ระยะเวลาการทดลองและเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 24 วัน ใช้ถังหมัก 3 ชุดการทดลอง คือ ถังหมักชุด 1 เฟส, ถังหมักชุด 2 เฟส และถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง จากการศึกษาพบว่า ปริมาตรก๊าซทั้งหมดที่เกิดขึ้น (Total Gas Production) ในถังหมักชุด 2 เฟส มีปริมาตรก๊าซเกิดขึ้นมากกว่าถังหมักชุด 1 เฟส และถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง คือ 9.75 ลิตรต่อวัน อาจเนื่องมาจากถังสองเฟสมีการเก็บปริมาตรก๊าซที่เกิดขึ้นโดยทำการเก็บรวบรวมจากถังหมักทั้ง2ถังจึงทำให้ได้ปริมาตรก๊าซมากกว่าชุดการทดลองอื่น รองลงมา คือ ถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง คือ 7.00 ลิตรต่อวัน และปริมาตรก๊าซที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด คือ ถังหมักชุด 1 เฟส คือ 3.00 ลิตรต่อวัน จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าชุดถังหมัก 1 เฟสตัวกลางมีความเหมาะสมที่สุด ก๊าซที่เกิดขึ้นนั้นได้มีการทดสอบชนิดก๊าซชีวภาพโดยใช้วิธีการจุดไฟทุกชุดถังก๊าซ พบว่า ก๊าซที่เกิดขึ้นนั้นสามารถติดไฟได้

สรุป

กระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลาแบบสดนั้นในแต่ละวันจะได้ข้าวเกรียบปลาแบบสดประมาณ 150 - 300 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งส่งผลทำให้เกิดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตหรือการต้มข้าวเกรียบปลาแบบสดนั้นประมาณสูงถึง 300 - 400 ลิตรต่อวัน ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพื่อบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวันก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ จากการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดและอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพของระบบถังหมักก๊าซชีวภาพแบบไร้อากาศจากโรงงานข้าวเกรียบ โดยใช้ถังหมัก

ก๊าซขนาด 20 ลิตร ระยะเวลาเก็บกัก (HRT) 21 วัน ทำการทดลอง 0 - 24 วัน ประกอบด้วยชุดการทดลอง 1 เฟส, 2 เฟส และ 1 เฟสตัวกลาง พบว่าชุดการทดลอง 1 เฟส มีประสิทธิภาพการบำบัดและอัตราการเกิดก๊าซ คือ ประสิทธิภาพการบำบัด pH, COD, TSS และ TP มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 49.47%, 24.15%, 71.86% และ 72.13% ตามลำดับ และในถังหมักชุด 2 เฟส มีค่าเท่ากับ 51.19%, 64.62%, 69.77% และ 77.95% ตามลำดับ และในถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลาง มีค่าเท่ากับ 54.03%, 57.88%, 72.55% และ 78.89% ตามลำดับ และก๊าซชีวภาพที่เกิดได้มากที่สุด คือ ถังหมักชุด 2 เฟส เกิดก๊าซได้ 9.75 ลิตร/วัน รองลงมาคือถังหมักชุด 1 เฟสตัวกลางเกิดก๊าซได้ 7 ลิตร/วัน และถังหมักชุด 1 เฟส เกิดได้ 3 ลิตร/วันตามลำดับ จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบร้อยละของประสิทธิภาพการบำบัด สามารถสรุปได้ว่า ชุดถังหมัก 1 เฟสตัวกลาง มีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำไปขยายระดับถังหมักที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษา อ้นทอง หน่วยวิจัยเคมีคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่คอยให้คำปรึกษาและคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยฟาฏอนี ที่สนับสนุนสถานที่วิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **มาตรฐานน้ำเสีย**. เข้าถึงเมื่อ 20 เมษายน 2557. เข้าถึงได้จาก (http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html)

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2530). **น้ำเสียชุมชนและมลภาวะทางน้ำในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล**. โครงการจัดทำคู่มือดำเนินงานระบบบำบัดน้ำเสียและการใช้มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร. กรมควบคุมมลพิษ. กรุงเทพฯ

อาริยา วิรัชวรกุล. (2546). **การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารโดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (จุลชีววิทยา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

Bouallagui, H., R.B. Cheikh, L. Marouani and M. Hamdi.(2003). **Mesophilic biogas production from fruit and vegetable waste in a tubular digester**. Bioresource Technology. pp. 85-89

Banerjee, A., P. Elefsiniotis and D. Tuhtar. (1998). **Effect of HRT and temperature on the acidogenesis of municipal primary sludge and industrial wastewater**. Water Science and Technology. pp. 417-423