วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 27 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2565
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 27 (No.3) September – December 2022 บทความวิจัย

การบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือนและร้านจำหน่ายอาหารโดยการประยุกต์ใช้ถังดักไขมันร่วมกับวัสดุธรรมชาติท้องถิ่น

Wastewater Treatments from Household and Canteen by Applying Grease Trap Combined with Locally Available Natural Materials

อังศุมา ก้านจักร*, รติกร แสงห้าว และ เมตตา เก่งชูวงศ์

Angsuma Kanchak*, Ratikorn Sanghaw and Metta Kengchuwong

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

Environmental science Department, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Mahasarakham University

Received : 2 September 2021

Revised : 7 November 2021

Accepted : 27 April 2022

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับวัสดุจากธรรมชาติในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือนและร้านจำหน่ายอาหารโดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ 1) การใช้ถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาที่มีปริมาณแตกต่างกันคือ 0, 10, 20 และ 30 กรัม ตามลำดับ ในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน และ 2) การใช้ถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวที่มีปริมาณแตกต่างกัน คือ 0, 50, 100, 150 และ 200 กรัม ตามลำดับ ในการบำบัดน้ำเสียจากร้านจำหน่ายอาหาร ในการทดลองทั้งสองแบบได้มีการเก็บตัวอย่างน้ำเข้าและออกแบบผสมรวมเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณไขมันและน้ำมันของแข็งแขวนลอย และบีโอดี สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการบำบัดด้วยสถิติ F-test (One-way ANOVA) ที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาที่ปริมาณ 0, 10, 20 และ 30 กรัม ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมันมีค่าร้อยละ 7.95, 14.53, 15.19 และ 18.42 ตามลำดับ ของแข็งแขวนลอยมีค่าร้อยละ 14.26, 30.31, 44.89 และ 48.98 ตามลำดับ บีโอดีมีค่าร้อยละ 7.10, 9.99, 11.99 และ 13.12 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวที่ปริมาณ 0, 50, 100, 150 และ 200 กรัม ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมันมีค่าร้อยละ 48.21, 52.57, 62.66, 65.28 และ 76.52 ตามลำดับ ของแข็งแขวนลอยมีค่าร้อยละ 43.86, 41.47, 36.71, 36.66 และ 36.16 ตามลำดับ บีโอดีมีค่าร้อยละ 32.84, 42.07, 43.85, 53.43 และ 69.57 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดพบว่า ไขมันและน้ำมัน บีโอดี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : ถังดักไขมัน ; วัสดุจากธรรมชาติ ; การบำบัดน้ำเสีย ; น้ำเสียจากครัวเรือนและร้านจำหน่ายอาหาร

Abstract

This study aimed to investigate and compare the efficiency of grease traps combined with locally available natural materials in wastewater treatments from households and canteens. There were two experiments of the wastewater treatment, i.e., 1)applying grease traps combined with water hyacinth for different amounts of 0, 10, 20 and 30grams, respectively, in household 's wastewater treatments, and 2) applying grease traps combined with coconut husk for different amounts of 0, 50, 100 and 150 grams, respectively, in canteen 's wastewater treatment. The influent and effluent were collected in both experiments. The water samplers were analyzed. i.e., grease and oil, suspended solids (SS), and biochemical oxygen demand (BOD). The data were statistically analyzed using percentage, mean, and standard deviation. The different efficiency of each treatment was compared using F-test (one-way ANOVA) at $p \leq 0.05$The efficiency (%) of wastewater treatment from the household using grease traps combined with different amounts of 0, 10, 20 and 30 grams, respectively, of the water hyacinth. The grease and oil removal efficiency were 7.95, 14.53, 15.19, and 18.42, respectively. The efficiency of SS removal was 14.26, 30.31, 44.89, and 48.98, respectively. As for BOD removal efficiency, it was 7.10, 9.99, 11.99, and 13.12, respectively. As for wastewater treatment from the canteen applying grease traps combining with different amounts of 0, 50, 100 and 150 grams, respectively, of the coconut husk, the removal efficiency of grease and oil was 48.21, 52.57, 62.66, 65.28, and 76.52, respectively. The efficiency of SS removal was 43.86, 41.47, 36.71, 36.66, and 36.16, respectively. As for removal efficiency of BOD was 32.84, 42.07, 43.85, 53.43, and 69.57, respectively. The different amounts of the water hyacinth and the coconut husk inhibited statistically significantly different efficiency ($p \leq 0.05$) in the treatments of all parameters in the exception of SS of the coconut husk experiment ($p \leq 0.05$). High amount of the materials showed the high efficiency of the treatment.

Keywords : grease trap ; natural materials ; wastewater treatment ; household and canteen 's wastewater

***Corresponding author. E-mail** : Angsuma1983@gmail.com

บทนำ

ปัญหาน้ำเสียที่มีคราบไขมันและน้ำมันจากการปนเปื้อนในแหล่งน้ำเป็นปัญหาสำคัญ เพราะสารมลพิษที่เกิดจากการปนเปื้อนมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เป็นอันตรายต่อพืชและสัตว์ที่อยู่อาศัยในแหล่งน้ำ ซึ่งไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil) เป็นสารอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติได้มาจากพืชหรือสัตว์ ลักษณะทั่วไปของไขมันและน้ำมันจะมีน้ำหนักเบาและลอยน้ำ เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่พบในน้ำเสียจากชุมชน มีปริมาณร้อยละ 10 ของปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด (Pollution Control Department, 2008) ปัญหาน้ำเสียจากบ้านเรือนส่วนใหญ่จะเกิดจากห้องครัวหรือที่ล้างจาน เนื่องจากมีไขมันและน้ำมันปนเปื้อนอยู่มาก ลักษณะน้ำเสียจากห้องครัว ถ้าไม่ผ่านตะแกรงจะมีไขมันและน้ำมันประมาณ 2,700 มิลลิกรัมต่อลิตร หากผ่านตะแกรงจะมีไขมันและน้ำมันประมาณ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำเสียจากร้านอาหารจะมีไขมันและน้ำมันปนเปื้อนประมาณ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร (Pollution Control Department, 2008) ซึ่งไขมันและน้ำมันจัดเป็นสารมลพิษทางน้ำที่มีน้ำหนักเบาและลอยน้ำ ทำให้เกิดสภาพไม่น่าดู ขวางกั้นการซึมของออกซิเจนจากอากาศลงสู่แหล่งน้ำ เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากทำให้เกิดแผ่นฟิล์มหรือฝ้า (Scum) ที่ผิวน้ำ (Thanthulwet, 1999) หากไม่กำจัดออกจะทำให้ท่อระบายน้ำอุดตันและเมื่อปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำอาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำได้ (Thongpan, 2007) ดังนั้นการลดไขมันและน้ำมันจากแหล่งกำเนิดจะช่วยลดปัญหาและผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาติได้

การบำบัดไขมันและน้ำมันในปัจจุบัน จะใช้ถังดักไขมันหรือบ่อดักไขมันซึ่งเป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นที่ใช้กันทั่วไป ต้องออกแบบให้ถังมีความจุเพียงพอที่จะกักเก็บน้ำเสียไว้ระยะหนึ่ง เพื่อให้ไขมันและน้ำมันแยกตัวออกจากน้ำเสียและลอยสู่ผิวน้ำเพื่อรอการกวาดหรือตักออกไปกำจัดโดยถังดักไขมันที่นิยมใช้มี 3 รูปแบบ ได้แก่ ถังดักไขมันอย่างง่าย ถังดักไขมันแบบสำเร็จรูปและถังดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์ (Pollution Control Department, 2008) ซึ่งการใช้ถังดักไขมันแบบสำเร็จรูปสามารถนำมาติดตั้งได้เลยแต่ข้อเสียคือมีราคาแพง เช่น ที่ขนาดปริมาตร 30 ลิตร มีราคาประมาณ 2,500-2,800 บาท (Kaigate *et al.*, 2011) ส่วนถังดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์ จะต้องใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างและเหมาะกับบ้านเรือนที่มีพื้นที่ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้ถังดักไขมันอย่างง่าย ซึ่งเป็นถังดักไขมันที่สามารถประดิษฐ์ใช้ได้เองโดยใช้วัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่นและเน้นการใช้ประโยชน์ได้จริง นอกจากการใช้ถังดักไขมันในการบำบัดไขมันและน้ำมันในน้ำเสียแล้ว ปัจจุบันยังได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้วิธีการดูดซับไขมันและน้ำมันด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหลายชนิด เช่น ชานอ้อย (Wisetra *et al.*, 2012) ธูปฤาษี (Lamdual *et al*., 2010) ดอกธูปฤาษี (Wichienpet & Numhom, 2003) กกราชินี (Siriwan *et al.*, 2015) ฝ้ายละขนไก่ (Pongsantisuk, 1998) ใบสนทะเลและถ่านกะลามะพร้าวอัดแท่ง (Suwattanamala et ak., 2018) เป็นต้น นอกจากนั้นได้มีผู้ที่ทำการศึกษาการดูดซับคราบน้ำมันด้วยฟางข้าว กาบมะพร้าว ผักตบชวาแบบสดและแบบแห้งพบว่าวัสดุที่สามารถดูดซับคราบน้ำมันได้เป็นอย่างดีคือผักตบชวาและกาบมะพร้าว (Phuengphai & Kheangkhun, 2018)

ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีความสนใจที่จะนำผักตบชวาและกาบมะพร้าวมาใช้ร่วมกับถังดักไขมันในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือนและร้านจำหน่ายอาหารประเภทข้าวราดแกงโดยใช้ถังดักไขมันอย่างง่ายที่ทำจากวัสดุเหลือใช้หาได้ง่ายใน

ท้องถิ่น เน้นต้นทุนการผลิตที่ต่ำ ออกแบบให้มีขนาดเล็ก สามารถจัดทำได้เองเพื่อนำไปติดตั้งได้ง่าย ที่สำคัญเป็นการประยุกต์ใช้ร่วมกับวัสดุทางธรรมชาติและใช้ประโยชน์ได้จริงโดยไม่ต้องใช้กระบวนการที่ยุ่งยาก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง เป็นน้ำเสียจากครัวเรือนและน้ำเสียจากร้านจำหน่ายอาหารประเภทข้าวราดแกง โดยจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำเข้าและออกจากถังดักไขมันแบบผสมรวม (Composite Samples)

2. วัสดุจากธรรมชาติที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

2.1 ผักตบชวา นำผักตบชวาสดจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยเลือกส่วนของลำต้นที่มีขนาดเส้นรอบวงใกล้เคียงกัน ตัดเอาส่วนกลางของลำต้น นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งแดดให้แห้ง หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดความยาวประมาณ 1 นิ้ว นำไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) เก็บใส่ถุงซิปล็อคพลาสติก จากนั้นนำไปบรรจุในถังดักไขมัน ดังภาพที่ 1

ก. ผักตบชวาแบบแห้ง ข. ผักตบชวาที่ใช้ในการทดลอง ค. ผักตบชวาที่บรรจุในถังดักไขมัน

ภาพที่ 1 ผักตบชวาที่ใช้ในการทดลอง

2.2 กาบมะพร้าว นำลูกมะพร้าวแห้งมาทำการปอกเปลือกด้วยมีดและสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดความยาวประมาณ 1 นิ้วนำไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) เก็บใส่ถุงซิปล็อคพลาสติก จากนั้นนำไปบรรจุในถังดักไขมัน ดังภาพที่ 2

ก. กาบมะพร้าว ข. กาบมะพร้าวที่ใช้ในการทดลอง ค. กาบมะพร้าวที่บรรจุในถังดักไขมัน

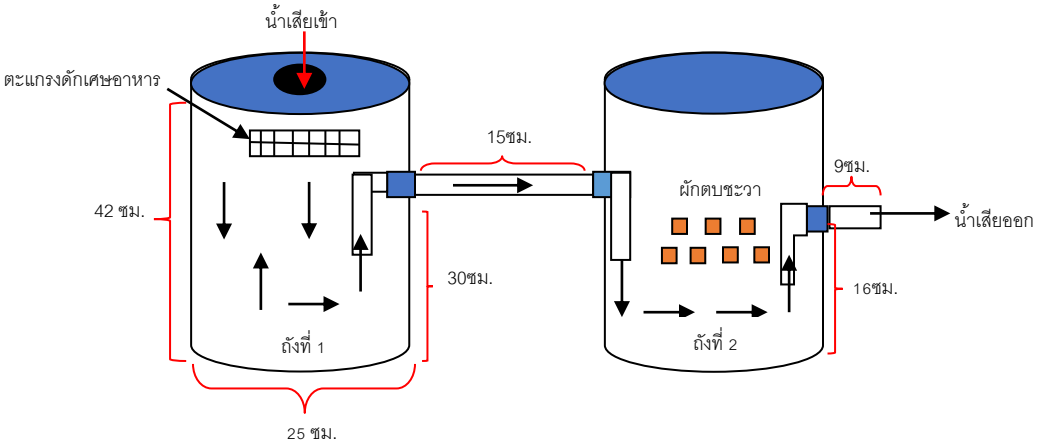
ภาพที่ 2 กาบมะพร้าวที่ใช้ในการทดลอง

3. ถังดักไขมัน

ถังดักไขมันที่ใช้ในการทดลอง เป็นถังดักไขมันอย่างง่ายที่สามารถประดิษฐ์ใช้ได้เอง ซึ่งในการทดลองนี้จะแบ่งถังดักไขมันออกเป็น 2 รูปแบบ โดยรูปแบบที่ 1 นำไปติดตั้งในครัวเรือน และรูปแบบที่ 2 นำไปติดตั้งที่ร้านจำหน่ายอาหารประเภทข้าวราดแกง รายละเอียดดังนี้

3.1 ถังดักไขมันที่ติดตั้งในครัวเรือน

ในการออกแบบถังดักไขมันจะนำถังสีทาบ้านความจุ 20 ลิตร จำนวน 2 ถัง มาเชื่อมต่อกัน โดยถังใบที่ 1 เป็นถังพักน้ำเสีย ทำหน้าที่ดักไขมันและน้ำมันให้แยกตัวออกจากน้ำเสียและลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ จากนั้นน้ำเสียที่อยู่ใต้ชั้นไขมันจะลอยเข้าสู่ถังใบที่ 2 ซึ่งในส่วนนี้จะบรรจุด้วยผักตบชวาปริมาณแตกต่างกันในแต่ละวัน ทำหน้าที่ดูดซับไขมันและน้ำมัน โดยจะขังน้ำเสียไว้ระยะหนึ่ง เพื่อให้ไขมันและน้ำมันที่ปะปนอยู่ในน้ำลอยขึ้นมาบนผิวน้ำส่วนน้ำที่ถูกแยกเอาไขมันออกก็จะไหลออกทางช่องระบายน้ำต่อไป โดยปริมาณน้ำเสียที่ไหลเข้าถังดักไขมันจากการวัดปริมาตรน้ำเสียทุกๆ ชั่วโมงด้วยวิธีวัดปริมาตร (Bucket and Stopwatch Method) ใช้ภาชนะรองรับน้ำเสียช่วงเวลา 04.00-04.00 น. ที่ปลายท่อน้ำทิ้ง แล้วนำมาหาปริมาตรน้ำด้วยวิธีการตวง รวมปริมาณน้ำเสียทั้งหมด 114 ลิตรต่อวัน เฉลี่ย 4.75 ลิตรต่อชั่วโมง ปริมาณน้ำเสียไม่ล้นถัง โดยแบบจำลองของถังดักไขมัน ดังภาพที่ 3 และถังดักไขมันที่ใช้ในการทดลองและนำไปติดตั้งที่ครัวเรือน ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 แบบจำลองของถังดักไขมันที่ใช้ในครัวเรือน

ก. ถังดักไขมันที่ใช้ทดลอง

ข. ถังดักไขมันที่นำไปติดตั้งใต้ซิงค์ล้างจานในครัวเรือน

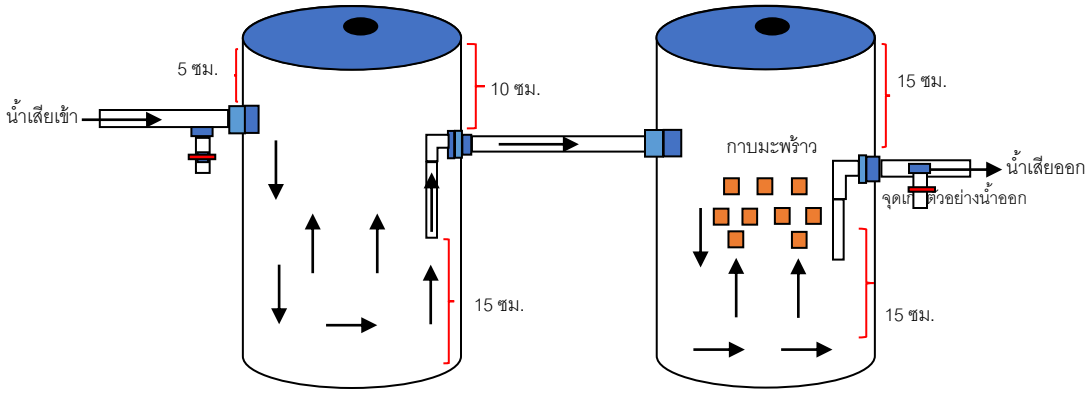
ภาพที่ 4 ถังดักไขมันที่ติดตั้งในครัวเรือน

3.2 ถังดักไขมันที่ติดตั้งในร้านจำหน่ายอาหาร

ในการออกแบบถังดักไขมันจะนำถังพลาสติกสีดำความจุ 80 ลิตร จำนวน 2 ถัง มาเชื่อมต่อกัน โดยถังใบที่ 1 เป็นถังพักน้ำเสีย ทำหน้าที่ดักไขมันและน้ำมันให้แยกตัวออกจากน้ำเสียและลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ จากนั้นน้ำเสียที่อยู่ใต้ชั้นไขมันจะลอยเข้าสู่ถังใบที่ 2 ซึ่งในส่วนนี้จะบรรจุด้วยกาบมะพร้าวปริมาณแตกต่างกันในแต่ละวัน ทำหน้าที่ดูดซับไขมันและน้ำมัน โดยจะขังน้ำเสียไว้ระยะหนึ่ง เพื่อให้ไขมันและน้ำมันที่ปะปนอยู่ในน้ำลอยขึ้นมาบนผิวน้ำ ส่วนน้ำที่ถูกแยกเอาไขมันออกก็จะไหลออกทางช่องระบายน้ำต่อไป โดยปริมาณน้ำเสียที่ไหลเข้าถังดักไขมันจากการวัดปริมาตรน้ำเสียทุกๆ ชั่วโมงด้วยวิธีวัดปริมาตรใช้ภาชนะรองรับน้ำเสียช่วงเวลา 06.00-17.00 น. ที่ปลายท่อน้ำทิ้ง แล้วนำมาหาปริมาตรน้ำด้วยวิธีการตวง

จุดเก็บตัวอย่างน้ำเข้า ถังที่ 1 ถังที่ 2

รวมปริมาณน้ำเสียทั้งหมด 657 ลิตรต่อวัน เฉลี่ย 59.72 ลิตรต่อชั่วโมงปริมาณน้ำเสียไม่ล้นถัง โดยแบบจำลองของถังดักไขมันดังภาพที่ 5 และถังดักไขมันที่ใช้ทดลองและนำไปติดตั้งในร้านจำหน่ายอาหารประเภทข้าวราดแกง ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 แบบจำลองถังดักไขมันที่ใช้ในร้านจำหน่ายอาหาร

ก. ถังดักไขมันที่ใช้ทดลอง

ข. ถังดักไขมันที่นำไปติดตั้งในร้านจำหน่ายอาหาร

ภาพที่ 6 ถังดักไขมันที่ติดตั้งในร้านจำหน่ายอาหาร

3.4 ขั้นตอนการทดลอง

ในการทดลองจะนำถังดักไขมันไปติดตั้งบริเวณที่ทำการศึกษาแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

3.4.1 การทดลองโดยใช้ถังดักไขมันที่ติดตั้งในครัวเรือน

1) น้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ ภายในห้องครัว จะไหลมาตามท่อระบายน้ำทิ้งที่อยู่ใต้ซิงค์ล้างจานและไหลผ่านตะแกรงดักเศษอาหารเข้าสู่ถังดักไขมันถังที่ 1 และถังที่ 2 ซึ่งภายในถังที่ 2 จะบรรจุด้วยผักตบชวาที่มีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละวัน คือ 0, 10, 20 และ 30 กรัม ตามลำดับ โดยวันที่ 1, 2 และ 3 ไม่ได้บรรจุด้วยผักตบชวา วันที่ 4, 5 และ 6 บรรจุด้วยผักตบชวา ปริมาณ 10 กรัม วันที่ 7, 8 และ 9 บรรจุด้วยผักตบชวา 20 กรัม และวันที่ 10, 11 และ 12 บรรจุด้วยผักตบชวา 30 กรัม ส่วนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจะไหลออกทางช่องระบายน้ำทิ้ง ทำการทดลองทั้งหมด 12 วัน และล้างถังดักไขมันทุกวันที่ทำการทดลอง

2) เก็บตัวอย่างน้ำเข้าและออกจากถังดักไขมันแบบผสมรวม ช่วงเวลาเช้า กลางวัน และเย็น โดยตัวอย่างน้ำเข้าจะเก็บก่อนเข้าถังที่ 1 ส่วนตัวอย่างน้ำออกจะเก็บหลังออกจากถังที่ 2 ซึ่งตัวอย่างน้ำแต่ละช่วงเวลาจะเก็บประมาณครั้งละ 1 ลิตร ผสมกันและเก็บรักษาตัวอย่างน้ำระหว่างวันในขวดเก็บตัวอย่างน้ำและแช่เย็นในกล่องโฟมที่บรรจุด้วยน้ำแข็ง จากนั้นนำตัวอย่างน้ำไปตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยพารามิเตอร์และมีวิธีการวิเคราะห์ตามวิธี Standard Methods for The Examination of water and Waste (APHA, 2005) ดังตารางที่ 1

3.4.2 การทดลองโดยใช้ถังดักไขมันที่ติดตั้งในร้านจำหน่ายอาหาร

1) น้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ ของร้านจำหน่ายอาหารประเภทข้าวราดแกง จะไหลผ่านตะแกรงดักเศษอาหารที่อยู่ภายในอ่างล้างจาน ซึ่งทำหน้าที่แยกเศษอาหารที่ปะปนมากับน้ำเสีย จากนั้นน้ำเสียจะไหลมาตามท่อระบายน้ำเข้าสู่ถังดักไขมันถังที่ 1 และถังที่ 2 ซึ่งภายในถังที่ 2 บรรจุด้วยกาบมะพร้าวที่มีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละวันคือ 0, 50, 100, 150 และ 200 กรัม โดยวันที่ 1, 2 และ 3 ไม่ได้บรรจุด้วยกาบมะพร้าว วันที่ 4, 5 และ 6 บรรจุกาบมะพร้าวปริมาณ 50 กรัม วันที่ 7, 8 และ 9 บรรจุกาบมะพร้าว 100 กรัม วันที่ 10, 11 และ 12 บรรจุกาบมะพร้าว 150 กรัม วันที่ 13, 14 และ 15 บรรจุกาบมะพร้าว 200 กรัมส่วนน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจะไหลออกทางช่องระบายน้ำทิ้ง ทำการทดลองทั้งหมด 15 วัน และล้างถังดักไขมันทุกวันที่ทำการทดลอง

2) เก็บตัวอย่างน้ำเข้าและออกจากถังดักไขมันแบบผสมรวม ทุกๆ 3 ชั่วโมง โดยตัวอย่างน้ำเข้าจะเก็บก่อนเข้าถังที่ 1 เวลา 06.00 น. 09.00 น. 12.00 น. และ 15.00 น. ส่วนตัวอย่างน้ำออกจะเก็บหลังออกจากถังที่ 2 เวลา 07.00 น. 10.00 น. 13.00 น. และ 16.00 น. โดยตัวอย่างน้ำแต่ละช่วงเวลาจะเก็บประมาณครั้งละ 1 ลิตร ผสมกันและเก็บรักษาตัวอย่างน้ำระหว่างวันในขวดเก็บตัวอย่างน้ำและแช่เย็นในกล่องโฟมที่บรรจุด้วยน้ำแข็ง จากนั้นนำตัวอย่างน้ำไปตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยพารามิเตอร์และมีวิธีการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ที่ใช้ศึกษาและเครื่องมือ/วิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	หน่วย	เครื่องมือ/วิธีการวิเคราะห์
1. ของแข็งแขวนลอย	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธีทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Disc)
2. ปริมาณออกซิเจนที่จุลชีพใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือบีโอดี	มิลลิกรัมต่อลิตร	Dilution Method ใช้วิธีการ Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน
3. ไขมันและน้ำมัน	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธีสกัดด้วยกรวยแยก (Partition Gravimetric Method)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิภาพถังดักไขมันร่วมกับวัสดุจากธรรมชาติเพื่อนำไปใช้ประโยชน์จริงในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือนและร้านจำหน่ายอาหาร โดยนำถังดักไขมันที่บรรจุด้วยผักตบชวาไปติดตั้งใต้ซิงค์ล้างจานภายในห้องครัว และนำถังดักไขมันที่บรรจุด้วยกาบมะพร้าวไปติดตั้งที่ร้านจำหน่ายอาหารประเภทข้าวราดแกง จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำเข้าและออกจากถังดักไขมันไปวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. ผลการศึกษาการใช้ถังดักไขมันในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน

1.1 คุณภาพของน้ำเสียเข้าและออกจากถังดักไขมัน

คุณภาพของน้ำเสียเข้าและออกจากถังดักไขมันที่บรรจุด้วยผักตบชวาที่ปริมาณแตกต่างกันคือ 0, 10, 20 และ 30 กรัม ตามลำดับ พบว่า ค่าเฉลี่ยไขมันและน้ำมันของน้ำเข้าอยู่ในช่วงประมาณ 147.45-233.83 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยไขมันและน้ำมันของน้ำออกอยู่ในช่วงประมาณ 125.39-197.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าอยู่ในช่วงประมาณ 262-96-515.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยของน้ำออกอยู่ในช่วงประมาณ 142.96-346.30 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยบีโอดีของน้ำเข้าอยู่ในช่วงประมาณ 491.67-698.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยบีโอดีของน้ำออกอยู่ในช่วงประมาณ 451.67-606.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณภาพของน้ำเสียเข้าและออกจากถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน

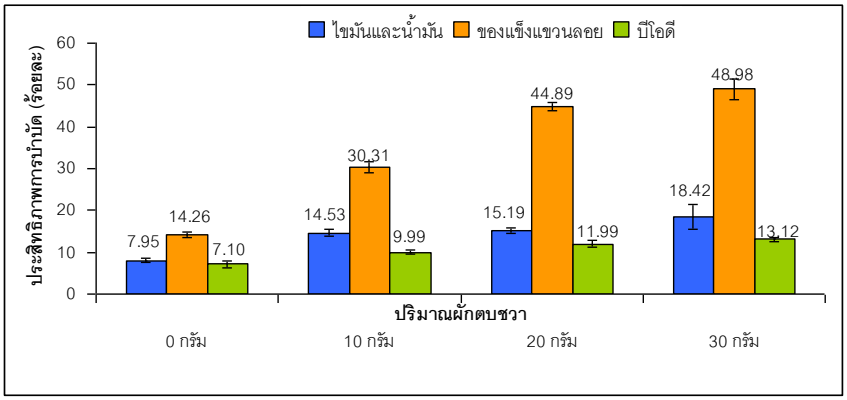
ปริมาณผักตบชวาในถังดักไขมัน	ไขมันและน้ำมัน (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)		บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
0 กรัม	163.61±8.99	150.56±7.95	262.96±241.22	224.45±204.24	491.67±20.82	456.76±16.07
10 กรัม	233.83±172.21	197.50±141.22	502.22±242.47	346.30±160.93	518.33±20.21	466.67±29.30
20 กรัม	147.45±1.95	125.39±3.09	515.56±276.25	288.52±166.20	513.33±30.14	451.67±25.17
30 กรัม	147.78±1.84	125.39±3.09	280.74±176.29	142.96±89.37	698.33±28.43	606.67±25.66

1.2 ประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน

ประสิทธิภาพการบำบัดของถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาที่มีปริมาณแตกต่างกัน คือ 0, 10, 20 และ 30 กรัม ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมันมีค่าร้อยละ 7.95±0.51, 14.53±0.83, 15.19±0.58 และ 18.42±2.94 ตามลำดับ ของแข็งแขวนลอยมีค่าร้อยละ 14.26±0.69, 30.31±1.22, 44.89±0.99 และ 48.98±2.37 และบีโอดีมีค่าร้อยละ 7.10±0.95, 9.99±0.50, 11.99±0. และ 13.12±0.48 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 7

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน

ปริมาณผักตบชวาในถังดักไขมัน	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)		
	ไขมันและน้ำมัน	ของแข็งแขวนลอย	บีโอดี
0 กรัม	7.95±0.51	14.26±0.69	7.10±0.95
10 กรัม	14.53±0.83	30.31±1.22	9.99±0.50
20 กรัม	15.19±0.58	44.89±0.99	11.99±0.73
30 กรัม	18.42±2.94	48.98±2.37	13.12±0.48



ภาพที่ 7 ประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน

1.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาที่ปริมาณแตกต่างกันคือ 0, 10, 20 และ 30 กรัม ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมันของแข็งแขวนลอย และบีโอดีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 โดยเมื่อปริมาณผักตบชวาเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการบำบัดสูงขึ้น โดยปริมาณผักตบชวา 30 กรัม มีประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมันของแข็งแขวนลอยและบีโอดีได้ดีที่สุด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาในการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน

ปริมาณผักตบชวาในถังดักไขมัน	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)		
	ไขมันและน้ำมัน	ของแข็งแขวนลอย	บีโอดี
0 กรัม	7.950 C	14.257 C	7.103 B
10 กรัม	14.533 B	30.310 B	9.987 AB
20 กรัม	15.187 B	44.887 A	11.990 A
30 กรัม	18.420 A	48.980 A	13.113 A
p-value	0.0005***	0.0000***	0.0103*

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษในแนวตั้ง แสดงถึงระดับความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพการบำบัดที่มีปริมาณกาบมะพร้าวแตกต่างกัน

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.005$

*** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.001$

2. ผลการศึกษาการใช้ถังดักไขมันในการบำบัดน้ำเสียร้านจำหน่ายอาหาร

2.1 คุณภาพของน้ำเสียเข้าและออกจากถังดักไขมัน

คุณภาพของน้ำเสียเข้าและออกจากถังดักไขมันที่บรรจุด้วยกาบมะพร้าวที่ปริมาณแตกต่างกันคือ 0, 50, 100, 150 และ 200 กรัม ตามลำดับ พบว่า ค่าเฉลี่ยไขมันและน้ำมันของน้ำเข้าอยู่ในช่วงประมาณ 153.06-285.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยไขมันและน้ำมันของน้ำออกอยู่ในช่วงประมาณ 56.06-113.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าอยู่ในช่วงประมาณ 163.33-400.74 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยของแข็งแขวนลอยของน้ำออกอยู่ในช่วงประมาณ 100.74-225.56 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยบีโอดีของน้ำเข้าอยู่ในช่วงประมาณ 1,027.00-1,409.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยบีโอดีของน้ำออกอยู่ในช่วงประมาณ 388.00-816.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณภาพของน้ำเสียเข้าและออกจากถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวในการบำบัดน้ำเสียร้านจำหน่ายอาหาร

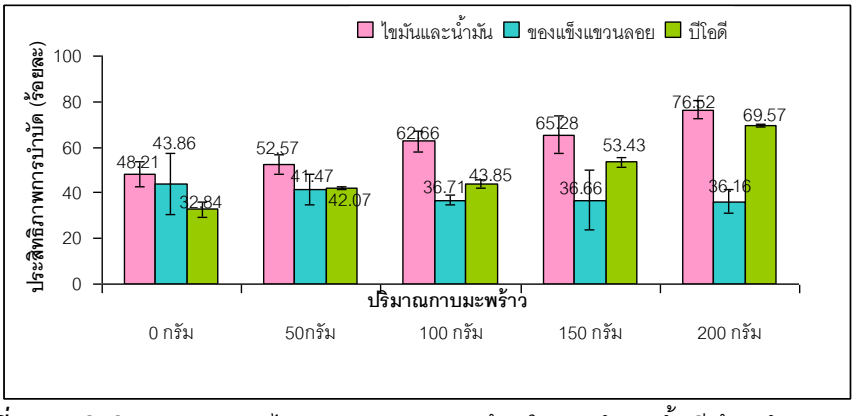
ปริมาณกาบมะพร้าวในถังดักไขมัน	ไขมันและน้ำมัน (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)		บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
0 กรัม	153.06±24.71	80.00±20.64	400.74±14.29	225.56±58.72	1,027.00±17.09	689.33±23.86
50กรัม	244.00±121.97	113.83±52.12	221.85±40.13	125.93±10.68	1,409.00±48.57	816.00±19.31
100 กรัม	285.72±262.65	108.56±102.14	337.41±52.78	214.07±41.19	1,399.67±170.24	787.67±120.18
150 กรัม	238.89±12.37	82.33±15.26	163.33±31.17	100.74±7.40	1,291.33±31.39	601.00±14.00
200 กรัม	245.67±75.40	56.06±13.00	265.56±29.12	168.89±14.44	1,274.33±76.17	388.00±28.58

2.2 ประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวในการบำบัดน้ำเสียจากร้านจำหน่ายอาหาร

ประสิทธิภาพการของถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวที่ปริมาณแตกต่างกันคือ 0, 50, 100, 150 และ 200 กรัม ตามลำดับ พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมันมีค่าร้อยละ 48.21±5.36, 52.57±4.35, 62.66±4.43, 65.28±8.20 และ 76.52±3.81 ตามลำดับ ของแข็งแขวนลอยมีค่าร้อยละ 43.86±13.32, 41.47±6.81, 36.71±2.23, 36.66±13.07 และ 36.16±5.27 ตามลำดับ และบีโอดีมีค่าร้อยละ 32.84±3.30, 42.07±0.75, 43.85±1.95, 53.43±2.09 และ 69.57±0.45 ตามลำดับ ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 8

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวในการบำบัดน้ำเสียร้านจำหน่ายอาหาร

ปริมาณกาบมะพร้าวในถังดักไขมัน	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)		
	ไขมันและน้ำมัน	ของแข็งแขวนลอย	บีโอดี
0 กรัม	48.21±5.36	43.86±13.32	32.84±3.30
50 กรัม	52.57±4.35	41.47±6.81	42.07±0.75
100 กรัม	62.66±4.43	36.71±2.23	43.85±1.95
150 กรัม	65.28±8.20	36.66±13.07	53.43±2.09
200 กรัม	76.52±3.81	36.16±5.27	69.57±0.45



ภาพที่ 8 ประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวในการบำบัดน้ำเสียร้านจำหน่ายอาหาร

2.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการบำบัดไขมันและน้ำมันโดยใช้ถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าว

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวที่ปริมาณแตกต่างกันคือ 0, 50, 100, 150 และ 200 กรัม ตามลำดับ พบว่า มีเพียงประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมัน บีโอดี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.5 เมื่อปริมาณกาบมะพร้าวเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการบำบัดสูงขึ้น ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวในการบำบัดน้ำเสียร้านจำหน่ายอาหาร

ปริมาณกาบมะพร้าว	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)		
	ไขมันและน้ำมัน	ของแข็งแขวนลอย	บีโอดี
0 กรัม	48.210 C	43.860	32.843 D
50 กรัม	52.563 C	41.473	42.067 C
100 กรัม	62.663 B	36.707	43.847 C
150 กรัม	65.277 B	36.660	53.430 B
200 กรัม	76.523 A	36.507	69.567 A
p-value	0.0000***	0.7788^{ns}	0.0007***

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษในแนวตั้ง แสดงถึงระดับความแตกต่างทางสถิติของประสิทธิภาพการบำบัดที่มีปริมาณกาบมะพร้าวแตกต่างกัน

ns (Not Statistically Significant) หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

*** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.001$

วิจารณ์ผลการวิจัย

คุณภาพของน้ำเสียเข้าและออกจากถังดักไขมัน มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละวันขึ้นอยู่กับกิจกรรมต่างๆ ในการใช้น้ำของครัวเรือนและร้านจำหน่ายอาหาร โดยค่าไขมันและน้ำมัน ของแข็งแขวนลอย และบีโอดี ส่วนใหญ่มาจากการปนเปื้อนด้วยเศษอาหาร ไขมันและน้ำมันที่มาจากการประกอบอาหารของพืชและสัตว์ซึ่งจัดเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยาก (Udomsinrot, 2004) จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมัน ของแข็งแขวนลอย และบีโอดี โดยใช้ถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวา พบว่ามีประสิทธิภาพอยู่ระหว่างร้อยละ 7.10-48.98 และมีคุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร (Pollution Control Department, 2008) แต่อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษานี้พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมัน ของแข็งแขวนลอย และบีโอดี สูงขึ้นเมื่อปริมาณผักตบชวาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการนำผักตบชวามาใช้ในการบำบัดสารมลพิษในน้ำเป็นการนำพืชที่มีความสามารถในการดูดซึมทั้งสารมลพิษอินทรีย์และอนินทรีย์ได้ (Ariyakanon *et al.,* 2013) และผักตบชวาแบบแห้งมีน้ำหนักเบาภายในมีรูพรุนขนาดใหญ่จึงสามารถกรองของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียให้ยึดติดกับรูพรุนของผักตบชวาได้และไม่มีน้ำอยู่ในโพรงที่คอยกีดขวางการดูดซับคราบน้ำมันชนิดต่างๆ จึงทำให้น้ำมันเข้าไปในโพรงได้จำนวนมาก ส่งผลให้ผักตบชวาแบบแห้งดูดซับคราบน้ำมันได้ดี (Phuengphai *et al.,* 2018) ผักตบชวา สามารถบำบัดน้ำมันและไขมันได้ (Chalermwat & Saripan, 2019) และการใช้ถังดักไขมันจากถังสีนอกจากจะสามารถบำบัดไขมันได้แล้วยังมีราคาที่ถูกกว่าการใช้ถังดักไขมันแบบสำเร็จรูปอีกด้วย โดยถังดักไขมันและน้ำมันที่ทำการทดลองปริมาตร 20 ลิตร จำนวน 2 ถัง รวม 40 ลิตร

มีค่าใช้จ่ายประมาณ 300 บาท เทียบกับถังดักไขมันแบบสำเร็จรูป ประมาณ 30 ลิตร มีค่าใช้จ่ายประมาณ 2,500-2,800 บาท (Kaigate *et al.*, 2011)

ส่วนคุณภาพของน้ำเสียเข้าและออกจากถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวในการบำบัดน้ำเสียจากร้านอาหาร พบว่า เมื่อปริมาณกาบมะพร้าวเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมัน และบีโอดีสูงขึ้นเนื่องจากคุณสมบัติของกาบมะพร้าวที่สามารถลอยตัวบนน้ำ ทำให้เกิดการดูดซับน้ำมันและไขมันได้ (Jiramaitree, 2008) และกาบมะพร้าวยังมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันพืชน้ำมันสัตว์น้ำมันดีเซลน้ำมันหล่อลื่นได้ (Phuengphai *et al.*, 2018) จากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่าปริมาณกาบมะพร้าวในถังดักไขมันที่แตกต่างกันมีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมัน และบีโอดี โดยเมื่อปริมาณกาบมะพร้าวเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการบำบัดจะสูงขึ้นและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอย พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อใช้ในปริมาณที่แตกต่างกัน แต่การใช้กาบมะพร้าวในปริมาณที่เพิ่มขึ้นกลับทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจากของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียส่วนใหญ่เกิดจากเศษอาหารที่ปนเปื้อนในแต่ละวัน โดยร้านอาหารประเภทข้าวราดแกง ประกอบอาหารหลากหลายเมนูในแต่ละวันไม่ว่าจะเป็นประเภทผัด ทอด แกง ยำและลาบ อีกทั้งตะแกรงที่ใช้ในการดักเศษอาหารมีขนาดใหญ่ ทำให้เศษอาหารเกิดหลุดลอดไปตามท่อระบายน้ำทิ้งได้ ซึ่งในการทดลองได้ออกแบบถังดักไขมันที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อประมาณ 2 นิ้ว มีการบรรจุกาบมะพร้าวที่ปริมาณแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะของกาบมะพร้าวมีลักษณะเป็นเส้นใยและขุยทำให้หลุดลอยออกมากับน้ำทิ้งได้ แต่ทั้งนี้การใช้กาบมะพร้าวร่วมกับถังดักไขมันก็สามารถลดค่าไขมันและน้ำมันของแข็งแขวนลอยและบีโอดีในน้ำเสียจากร้านจำหน่ายอาหารได้ ที่สำคัญเป็นการนำวัสดุจากธรรมชาติที่เหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้

สรุปผลการวิจัย

ประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับผักตบชวาที่ปริมาณแตกต่างกันคือ 0, 10, 20 และ 30 กรัม ตามลำดับ มีประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมัน ของแข็งแขวนลอยและบีโอดีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อปริมาณผักตบชวาเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการบำบัดสูงขึ้น โดยประสิทธิภาพของการบำบัดสูงขึ้นตามปริมาณของผักตบชวาที่ใช้ ส่วนประสิทธิภาพของถังดักไขมันร่วมกับกาบมะพร้าวที่ปริมาณแตกต่างกัน คือ 0, 50, 100, 150 และ 200 กรัม ตามลำดับ มีเพียงประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมันและบีโอดี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อปริมาณกาบมะพร้าวเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการบำบัดสูงขึ้น ส่วนประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณกาบมะพร้าว และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผักตบชวาและกาบมะพร้าวเป็นวัสดุธรรมชาติที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในถังดักไขมันในระดับครัวเรือนและร้านจำหน่ายอาหารได้ เพื่อลดการปนเปื้อนในน้ำเสียและลดการเกิดมลพิษในแหล่งน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ได้อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่พร้อมทั้งสนับสนุนด้านเครื่องมือทดลองทางวิทยาศาสตร์อันเป็นประโยชน์ต่อความสำเร็จของการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

APHA. (2005). Standard methods for the examination of water and waste water, 21st ed. American Public Health Association, Washington, DC.

Ariyakanon, N., Choowongsirikul, J., & Sookwong, B. (2013). Phytoremediation of copper by water hyacinth (Eichhornia crassipes) and water lettuce (Pistia stratiotes). Internation Conference on Environmental and Hazardous Substance Management (EHSM), Bangkok, Thailand, May 21-23, 2013. Pp 319-320.

Chalermwat, M., & Saripan, K. (2019). Effects of pH and Waste Water Loading on Fat Oil and Grease Adsorption Efficiency by Cattail Flowers Sugarcane Bagasse and Water Hyacinth. Received: May 10, 2019; Accepted: November 8, 2019. From file:///C:/Users/sony/Downloads/188283-Article%20Text-860154-2-10-20201214.pdf. (in Thai)

Jiramaitree, M. (2008).The Development of Grease Tank using Coconut Husk as a Filter. (M.Ed. Industrial Education). Bangkok: Srinakharinwirot University. (in Thai)

Kaigate, B.,Ungsoongnern, S., Kaewdam, J.,& Bunprom, P. (2011). Efficiency of Grease Trap from Recycled Material as Wastewater Treatment in Soi Soda Community, Bangkok.*Journal of Environmental Management*, *7*(1), 30-42. (in Thai)

Lamdual, R., Wibuloutai, J., & Phornpimolthape, C. (2010). Efficiency of Oil Removal from Cafeteria Wastewater by Using Flower of Typha Angustifoli Linn.*Journal of Environmental Management, 6*(1),42-51. (in Thai)

Phuengphai, P.,Wattanakornsiri, A., & Kheangkhun, N. (2018). Comparison of Absorptive Efficiency of Oil SpillDispersants Using Naturally Nano-technologically PorousMaterials. *Koch Cha Sarn Journal of Science*, *40*(1), 38-49. (in Thai)

Pollution Control Department. (2008). *Grease Trap Oil and Grease Management Guidelines and Their Uses for Restaurants*. Retrieved August 30, 2020, from https://www.pcd.go.th/publication/4377. (in Thai)

Pongsantisuk, S. (1998). *Oil SpillClean upby Using Natural Materials as Sorbents*.(M.Sc. Environmental Technology). Mahidol University. Bangkok (Thailand).

Suwattanamala, R., Akarawong, K., Soongsappaisal, C., Boontor, T., & Prachuabmorn, A. (2018). Removal of oil and grease from convenience store wastewater using grease trap with natural sorbents, From https://kukr.lib.ku.ac.th/proceedings/KUCON2/search_detail/result/383057. (in Thai)

Siriwan, K., Saensom, A., & Phianchana, A. (2015). *Treatment of Fat Cafeteria Wastewater by Grease Trap with Sedge*. Retrieved July11, 2020, from http://nestc.sci.ubu.ac.th/2015/upload/Poster/N2015219.pdf. (in Thai)

Thanthulwet, M. (1999). Industrial Wastewater Treatment Technology. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Thongpan, S. (2007). The Appropriate Wastewater Treatment System forSchools : An Environmentral Learning Resource for Extension Secondary Schools in Bangkok. *Journal of Education*, *8*(3), 44-55. (in Thai)

Udomsinrot, K. (2004).*Wastewater Engineering*,*Volume 5*.Nonthaburi: S.R.Printing Mass Products Co., Ltd. (in Thai)

Wisetra, O., Ngamsombat, R., Saueprasearsit, P.,&Prasara-A, J. (2012). Adsorption of Suspended Oil Using Bagasse and Modified Bagasse. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, *31*(4),354-362. (in Thai)

Wichienpet, T., & Numhom, C. (2023). Efficiency of Oil Removal in Wastewater by Using Typha angustifolia Linn. In *Proceedings of 41thKasetsart University Annual Conference: Science, Natural Resources and Environmental Economics* (pp.607-614). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)