การบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวล

Treatment of Wastewater Contaminated with Engine Oil using Biomass Absorbent Material

พงษกร ชมภูแสน*
Pongsakorn Chompusan
สุนันทา เลาวัณย์ศิริ**
Sunantha Laowansiri

Received : April 24, 2022
Revised : September 2, 2022
Accepted : October 19, 2022

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ลักษณะวัสดุดูดซับชีวมวลและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับจากหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝกส่วนใบและลำต้น ที่ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ที่อัตราการไหล 25 มิลลิลิตรต่อนาที ผ่านคอลัมน์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร ที่บรรจุวัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ 2 กรัม สูง 10 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ที่ผ่านวัสดุดูดซับชีวมวลเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่าคุณลักษณะวัสดุดูดซับส่วนใบของหญ้าทั้งสองชนิดสามารถผลิตวัสดุดูดซับชีวมวลได้มากกว่าส่วนลำต้น โดยหญ้าแฝกสามารถผลิตวัสดุชีวมวลได้มากกว่าหญ้าเนเปียร์ หญ้าแฝกส่วนใบมีความชื้นน้อยที่สุด และมีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมากที่สุด ในขณะที่หญ้าแฝกส่วนลำต้นมีค่าของแข็งระเหยง่ายมากที่สุดและเถ้าน้อยที่สุด เมื่อบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับจากหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝกส่วนใบและลำต้น ที่ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ พบว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 24.25-32.15 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.73-8.35 โดยไม่พบค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าวัสดุดูดซับทุกชนิดสามารถบำบัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมดได้เป็นอย่างดี หญ้าเนเปียร์สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์และซีโอดีได้ดีกว่าหญ้าแฝก โดยหญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นขนาด 0.5 มิลลิเมตร สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ได้สูงสุด

*นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Students of Master Degree of Science, Program in Environmental Administration and Management, Faculty of Environmental and Resource Studies, Mahasarakham University
**อาจารย์สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Lecture in Department of Sustainable Environmental Management, Faculty of Environmental and Resource Studies, Mahasarakham University

เท่ากับ 15.92 มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 72.53) หญ้าเนเปียร์ส่วนใบขนาด 0.5 มิลลิเมตร สามารถกำจัดซีโอดีสูงสุด เท่ากับ 71.67 มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 40.95) ในขณะที่หญ้าแฝกส่วนใบขนาด 2.0 มิลลิเมตร สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์มากที่สุดเท่ากับ 9.39 มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 66.60) หญ้าแฝกส่วนใบขนาด 0.5 มิลลิเมตร สามารถกำจัดซีโอดีมากที่สุดเท่ากับ 68.8 มิลลิกรัม/ลิตร (ร้อยละ 41.75)

คำสำคัญ : การบำบัดน้ำเสีย / น้ำมันเครื่อง / วัสดุดูดซับชีวมวล

ABSTRACT

This research aimed to study the characteristics of biomass sorbents and compare the efficiency of the treatment of wastewater contaminated with engine oil using leaves and stems of napier grass and vetiver grass at the various sizes of 0.5, 1.0, and 2.0 millimeter, respectively. The wastewater contaminated with engine oil was pumping at a flow rate of 25 milliliter per minute pass through a column with a diameter of 1.3 centimeter packed bed with biomass absorbent material with the mass of 2 gram and the bed length of 10 centimeter. The sampling of wastewater contaminated with engine oil passed through biomass absorbent material was collected after 6 hours. The results demonstrated that the absorbent characteristics of the leaves of both types of grasses were able to yield more biomass absorbent material than the stems and the vetiver grass can yield more biomass material than the napier grass. When treating wastewater contaminated with engine oil by using absorbents made from leaves and stems of napier grass and vetiver grass at the sizes of 0.5, 1.0, and 2.0 millimeter, respectively, the temperature was in the range of 24.25-32.15°C. The pH were in the range of 7.73-8.35 with no total suspended solids had been detected, indicated that all sorbents were able to treat all total suspended solids exceptionally well. The napier grass was able to remove engine oil and COD better than vetiver grass. The 0.5 millimeter of napier grass stem has the highest engine oil removal efficiency equivalent to 15.92 mg/L (72.53 %). The napier grass leaves at the size of 0.5 millimeter has the highest COD removal efficiency at 71.67 mg/L (40.95%). While the leaves of vetiver grass at the size of 2.0 millimeter has the highest engine oil removal efficiency at 9.39 mg/L (66.60%). The vetiver grass leaves at the size of 0.5 millimeter has the highest COD removal efficiency at 68.8 mg/L (41.75%).

Keywords : Wastewater Treatment / Engine Oil / Biomass Absorbent Material

บทนำ

ปัจจุบันการพัฒนาและการเติบโตของอุตสาหกรรมสมัยใหม่ รวมถึงการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ทำให้เกิดความต้องการในการใช้ทรัพยากรน้ำมันปิโตรเลียมเพื่อใช้ในการขนส่งและการเดินทางเพิ่มขึ้นมาก ซึ่งการดำเนินกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการใช้น้ำมันปิโตรเลียมย่อมมีน้ำเสียที่เกิดการปนเปื้อนน้ำมันปิโตรเลียมอยู่เสมอ ผลกระทบที่ตามมาคือการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมัน โดยเฉพาะน้ำเสียที่มาจากการชะล้างของเครื่องยนต์ เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่มีการบำบัดที่ถูกวิธีจะทำให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ น้ำมันเครื่องที่ปนเปื้อนมากับน้ำเสียมีความเป็นพิษต่อระบบทางเดินอาหารและระบบสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต จึงส่งผลต่อระบบนิเวศโดยรวม (พรวิวาห์, 2564)

นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมท่องเที่ยว ทำลายทัศนียภาพ มีกลิ่นเหม็น ส่งผลกระทบทางอ้อมต่อเศรษฐกิจในชุมชนท้องถิ่นและระดับประเทศ เมื่อน้ำมันเครื่องยนต์มีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำจะเกิดการระเหยทำให้ประชาชนได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายผ่านทางเดินหายใจ การสัมผัสที่ผิวหนัง หรือการกินอาหารที่ปนเปื้อนน้ำมันเข้าไป โดยผู้ที่ได้รับสารเคมีจากน้ำมันเครื่องยนต์จะส่งผลให้เกิดร่างกายมีอาการ ทั้งระยะเฉียบพลัน ระยะยาว ลามไปจนถึงก่อมะเร็ง ดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการจัดการน้ำที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์

การบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์อยู่หลากหลายวิธี เช่น การเผาทำลายน้ำมันเครื่องยนต์ใช้แล้วในเตาเผาซีเมนต์ (พงษ์สิทธิ์, 2547) การย่อยสลายน้ำมันเครื่องยนต์ใช้แล้วโดยสาหร่ายคลอเรลลา และสาหร่ายชินนิโคคอกคัส (หทัย และสุมนทิพย์, 2557) การแยกน้ำและน้ำมันด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravitational Separation) (บริษัท ออยเซิร์ฟ จำกัด, 2565) เป็นต้น หนึ่งในวิธีที่มีประสิทธิภาพและประหยัดต้นทุนมากที่สุดคือการใช้ตัวดูดซับที่ใช้วัสดุจากธรรมชาติ จากงานวิจัย Li, et al. (2017) ได้ศึกษาการแยกน้ำออกจากน้ำมันโดยใช้ตัวกรองที่สร้างจากผงของเปลือกวอลนัท โดยพบว่าประสิทธิภาพในการแยกน้ำมันจากน้ำมากกว่าร้อยละ 99.94 และมีการดูดซับสีจากน้ำเสียได้มากกว่าร้อยละ 99.2 โดยเศษเปลือกวอลนัทที่ใช้ได้มาจากการรวบรวมจากแหล่งต่างๆ มาใช้ประโยชน์ได้คุ้มค่ามากที่สุดอีกทางหนึ่ง

ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม จึงได้มีการใช้หญ้าหลายชนิดมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ หญ้าที่นิยมปลูกและใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบันได้แก่ หญ้าแฝก และหญ้าเนเปียร์ มีการนำหญ้าแฝก และหญ้าเนเปียร์มาใช้ประโยชน์ ได้แก่ เชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝก (ศิริขวัญ และฐิติพร, 2557) ปลูกเพื่อบำบัดโลหะหนักจากโรงงานอุตสาหกรรม (อุดมศักดิ์ และพันธวัศ, 2563) และนิยมใช้ปลูกเพื่อบำรุงดิน หญ้าเนเปียร์เป็นหญ้ามีลำต้นใหญ่ ต้องการน้ำและธาตุอาหารน้อยในการปลูก ใช้เป็นอาหารสัตว์และใช้เป็นวัสดุชีวมวล (ศุภชัย, 2559; ศรัณย์พงศ์ และคนอื่นๆ 2564) โดยหญ้าทั้งสองชนิดนี้เป็นวัสดุจากธรรมชาติที่หาได้ง่าย และมีคุณสมบัติในการดูดซับชีวมวลได้ดี

งานวิจัยของพงษ์ธิพันธ์ และคนอื่นๆ (2561) ได้ศึกษาการดูดซับคราบน้ำมันโดยใช้วัสดุที่มีรูพรุนนาโนเทคโนโลยีธรรมชาติ เขมนิจจารีย์ (2561) ศึกษาวิจัยนำเอาวัสดุดูซับชีวมวล ได้แก่ ดอกธูปฤาษี ชานอ้อย และผักตบชวาเพื่อใช้ในการดูดซับน้ำมัน งานวิจัยนี้จึงได้มีการนำเอาวัสดุดูดซับชีวมวลที่ผลิตจากใบและลำต้นของหญ้าแฝกและหญ้าเนเปียร์ เพื่อใช้ในการดูดซับน้ำมันจากน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ลักษณะวัสดุดูดซับชีวมวลและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับจากหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝกในส่วนของใบและลำต้น โดยผลการวิจัยที่ได้จะเป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุชีวมวลธรรมชาติที่มีในท้องถิ่นไปใช้บำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ และเกิดประโยชน์ต่อสถานประกอบการที่มีการปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ในน้ำต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวดูดซับ

1. วัสดุดูดซับที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ หญ้าเนเปียร์ และหญ้าแฝกโดยใช้ส่วนใบและลำต้น

2. นำหญ้าเนเปียร์ และหญ้าแฝก ส่วนใบและลำต้นมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ แล้วตากแดดเป็นระยะเวลา 7 วัน ให้แห้ง

3. นำใบและลำต้นของหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝก มาวิเคราะห์หาค่าความชื้น (Moisture Content) ของแข็งทั้งหมด (Total Solid) ของแข็งคงตัว (Fixed Solid) ของแข็งระเหยง่าย (Volatile Solid) และเถ้า (Ash Content) ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D3173 (จุฑาภรณ์ และ กนกวรรณ, 2562)

4. นำวัสดุดูดซับทั้งหมดมาบดและร่อนให้ได้ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ

การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์

1. นำน้ำมันเครื่องยนต์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว 100 มิลลิลิตร มาผสมกับน้ำสะอาด 1000 มิลลิลิตร ในกรวยแยกสาร เขย่ากรวยแยกให้น้ำและน้ำมันผสมกัน

2. วางกรวยแยกตั้งทิ้งไว้จนน้ำมันเครื่องยนต์แยกตัวจากน้ำ โดยน้ำมันเครื่องยนต์ส่วนที่ไม่ละลายน้ำจะอยู่ด้านบน ปล่อยน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ด้านล่างออก โดยไม่ให้น้ำมันเครื่องยนต์ด้านบนแยกออกมาด้วย น้ำเสียที่ใช้ในงานวิจัยคือส่วนที่ปล่อยออกด้านล่าง

3. ทำซ้ำข้อ 1 และ 2 จนได้ปริมาตรน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ 11 ลิตร

คอลัมน์สำหรับใส่วัสดุดูดซับชีวมวล

คอลัมน์สำหรับใส่วัสดุดูดซับชีวมวล ผลิตจากแก้วรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.3 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร บรรจุวัสดุดูดซับชีวมวล 2 กรัม สูง 10 เซนติเมตร

การดำเนินงานวิจัย

1. นำน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ 11 ลิตร โดยมีการกวนตลอดเวลาด้วยเครื่อง Hotplate Stirrer หลังจากนั้นใส่น้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ที่อัตราการไหล 25 มิลลิลิตรต่อนาที ผ่านคอลัมน์ที่มีวัสดุดูดซับชีวมวล ได้แก่ หญ้าเนเปียร์ และหญ้าแฝก โดยใช้ส่วนใบและลำต้นขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ

2. เก็บตัวอย่างน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ที่ผ่านวัสดุดูดซับชีวมวล เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง จำนวน 1 ครั้ง แล้วนำตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ซีโอดี ไขมันและน้ำมัน (น้ำมันเครื่องยนต์) และของแข็งแขวนลอยทั้งหมด ทำการวิเคราะห์ 2 ซ้ำ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ ตามวิธีการของ AWWA, APHA, WPCF (2017); มั่นสิน และมั่นรักษ์ (2551)

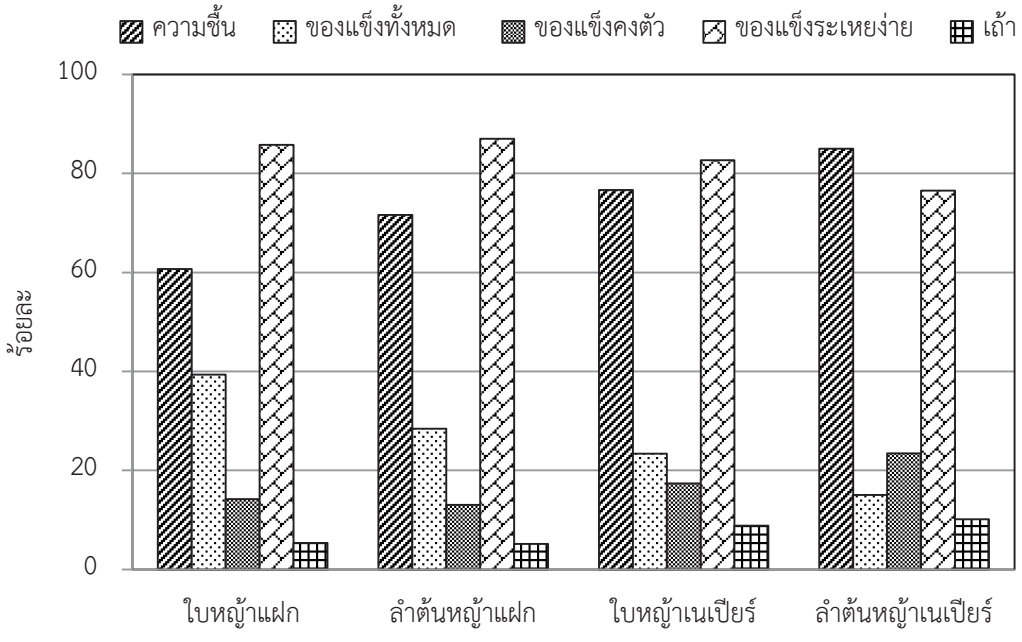
ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ = (ความเข้มข้นน้ำเสียก่อนบำบัด-ความเข้มข้นของน้ำเสียหลังบำบัด)/ (ความเข้มข้นน้ำเสียก่อนบำบัด) x 100

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์ ข้อมูลทั่วไปของชุดทดลองตัวอย่าง แต่ละชุดมีการเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันยนต์ วิเคราะห์ 2 ซ้ำ การวิเคราะห์คุณลักษณะวัสดุดูดซับ วิเคราะห์ 4 ซ้ำ โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

ลักษณะวัสดุดูดซับ



ภาพที่ 1 ลักษณะวัสดุดูดซับชีวมวล

จากภาพที่ 1 แสดงคุณลักษณะวัสดุดูดซับชีวมวล พบว่าค่าความชื้นของหญ้าแฝกส่วนใบ มีความชื้นน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 60.68 รองมา คือ หญ้าแฝกส่วนลำต้น โดยมีความชื้น เท่ากับร้อยละ 71.59 ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นมีความชื้นมากที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 84.97 ค่าของแข็งทั้งหมดของวัสดุดูดซับชีวมวลจากหญ้าแฝกส่วนใบมีปริมาณมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 39.32 รองลงมาคือ หญ้าแฝกส่วนลำต้น เท่ากับร้อยละ 28.41 ในขณะที่ค่าของแข็งทั้งหมดของหญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นมีปริมาณน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 15.03 ซึ่งค่าของแข็งทั้งหมดมีค่าร้อยละที่สูงจะบ่งบอกถึงการผลิตวัสดุดูดซับชีวมวลได้ปริมาณที่มาก โดยพบว่าหญ้าแฝกส่วนใบสามารถผลิตเป็นวัสดุดูดซับชีวมวลได้ปริมาณมากที่สุด ค่าของแข็งคงตัวของวัสดุดูดซับชีวมวลจากหญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นมีค่าของแข็งคงตัวมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 23.46 รองลงมาคือ หญ้าเนเปียร์ส่วนใบ

เท่ากับร้อยละ 17.34 ในขณะที่ค่าของแข็งคงตัวของหญ้าแฝกส่วนลำต้นมีปริมาณน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 13.03 ค่าของแข็งระเหยง่ายของวัสดุดูดซับจากหญ้าแฝกส่วนลำต้นมีปริมาณมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 86.97 ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นมีค่าของแข็งระเหยง่ายน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 76.54 โดยค่าของแข็งระเหยง่ายสูงบ่งบอกถึงความสามารถในการการเผาไหม้ได้ดี ค่าเถ้าของวัสดุดูดซับชีวมวลจากหญ้าแฝกส่วนลำต้นมีเถ้าน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 5.15 ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นมีเถ้ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 10.12

ประสิทธิภาพการบำบัด

ตารางที่ 1 อุณหภูมิก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ

ขนาด (มม.)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)							
	หญ้าแฝก				หญ้าเนเปียร์			
	ใบ		ลำต้น		ใบ		ลำต้น	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
0.5	27.10	28.20	23.70	26.75	22.55	24.25	30.30	32.15
1.0	24.60	26.60	23.55	26.15	24.20	25.80	27.50	29.20
2.0	29.20	30.05	29.80	31.85	29.30	31.75	30.75	32.05

จากตารางที่ 1 แสดงอุณหภูมิก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ พบว่า น้ำเสียก่อนการบำบัดโดยใช้หญ้าแฝกส่วนใบและลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 23.55-29.80 องศาเซลเซียส เมื่อน้ำเสียได้รับการบำบัดโดยใช้หญ้าแฝกส่วนใบและลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 26.15- 31.85 องศาเซลเซียส ในขณะที่น้ำเสียก่อนการบำบัดโดยใช้หญ้าเนเปียร์ส่วนใบและลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 22.55-30.75 องศาเซลเซียส เมื่อน้ำเสียได้รับการบำบัดโดยใช้หญ้าเนเปียร์ส่วนใบและลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 24.25-32.15 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2 ความเป็นกรด-ด่างก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ

ขนาด (มม.)	ความเป็นกรด-ด่าง							
	หญ้าแฝก				หญ้าเนเปียร์			
	ใบ		ลำต้น		ใบ		ลำต้น	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
0.5	7.71	7.92	8.09	7.88	7.55	7.91	7.81	8.00
1.0	7.80	8.35	7.63	7.78	8.12	8.07	7.88	7.94
2.0	8.12	8.16	7.99	8.21	7.42	7.73	7.84	8.12

จากตารางที่ 2 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ พบว่า น้ำเสียก่อนการบำบัดโดยใช้หญ้าแฝกส่วนใบและลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 7.63- 8.12 เมื่อน้ำเสียได้รับการบำบัดโดยใช้หญ้าแฝกส่วนใบและลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 7.78-8.35 ในขณะที่น้ำเสียก่อนการบำบัดโดยใช้หญ้าเนเปียร์ส่วนใบและลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 7.42-8.12 เมื่อน้ำเสียได้รับการบำบัดโดยใช้หญ้าเนเปียร์ส่วนใบและลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 7.73-8.12

ตารางที่ 3 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ

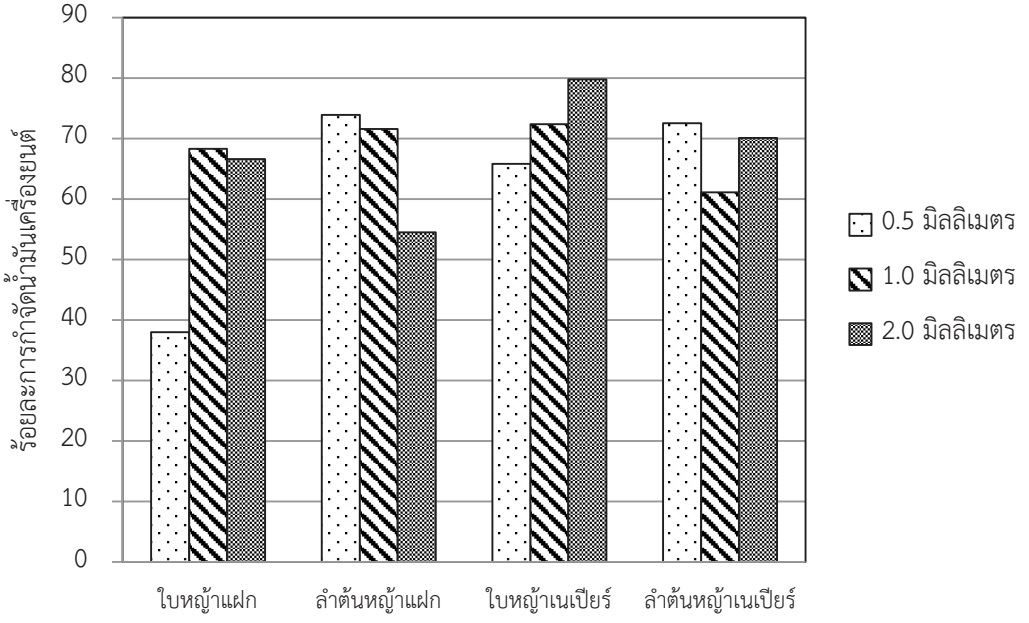
ขนาด (มม.)	ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)							
	หญ้าแฝก				หญ้าเนเปียร์			
	ใบ		ลำต้น		ใบ		ลำต้น	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
0.5	13.13	ไม่พบ	17.88	ไม่พบ	22.78	ไม่พบ	27.64	ไม่พบ
1.0	17.99	ไม่พบ	15.70	ไม่พบ	15.05	ไม่พบ	23.76	ไม่พบ
2.0	26.59	ไม่พบ	22.49	ไม่พบ	19.19	ไม่พบ	29.64	ไม่พบ

จากตารางที่ 3 แสดงค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ พบว่าค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดโดยใช้วัสดุชีวมวลหญ้าแฝกและหญ้าเนเปียร์ส่วนของใบและลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร ก่อนการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ มีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดอยู่ในช่วง 13.13 - 29.64 มิลลิกรัม/ลิตร ในขณะที่เมื่อผ่านการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ ไม่พบค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดซึ่งแสดงให้เห็นว่าวัสดุดูดซับชีวมวลทั้งหมดและทุกขนาดสามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมดได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 4 ค่าน้ำมันเครื่องยนต์ก่อนและหลังการบำบัดด้วยวัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ

ขนาด (มม.)	น้ำมันเครื่องยนต์ (มิลลิกรัม/ลิตร)							
	หญ้าแฝก				หญ้าเนเปียร์			
	ใบ		ลำต้น		ใบ		ลำต้น	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
0.5	12.14	7.53	7.32	1.91	15.29	5.23	21.95	6.03
1.0	12.78	4.05	10.81	3.07	9.30	2.57	9.18	3.57
2.0	14.10	4.71	6.77	3.08	11.17	2.26	10.97	3.28

จากตารางที่ 4 แสดงค่าน้ำมันเครื่องยนต์ก่อนและหลังการบำบัดด้วยวัสดุดูดซับชีวมวล ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าหญ้าแฝกส่วนใบ ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ เท่ากับ 4.61, 8.73 และ 9.39 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยหญ้าแฝกส่วนลำต้นขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ เท่ากับ 5.41, 7.74 และ 3.69 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ในขณะหญ้าเนเปียร์ส่วนใบ ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าสามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ เท่ากับ 10.06, 6.73 และ 8.91 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยหญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าสามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ เท่ากับ 15.92, 5.61 และ 7.69 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้น ขนาด 0.5 สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ได้สูงสุด เท่ากับ 15.92 มิลลิกรัม/ลิตร ในขณะที่หญ้าแฝกส่วนใบ ขนาด 2.0 มิลลิเมตร สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์มากที่สุด เท่ากับ 9.39 มิลลิกรัม/ลิตร



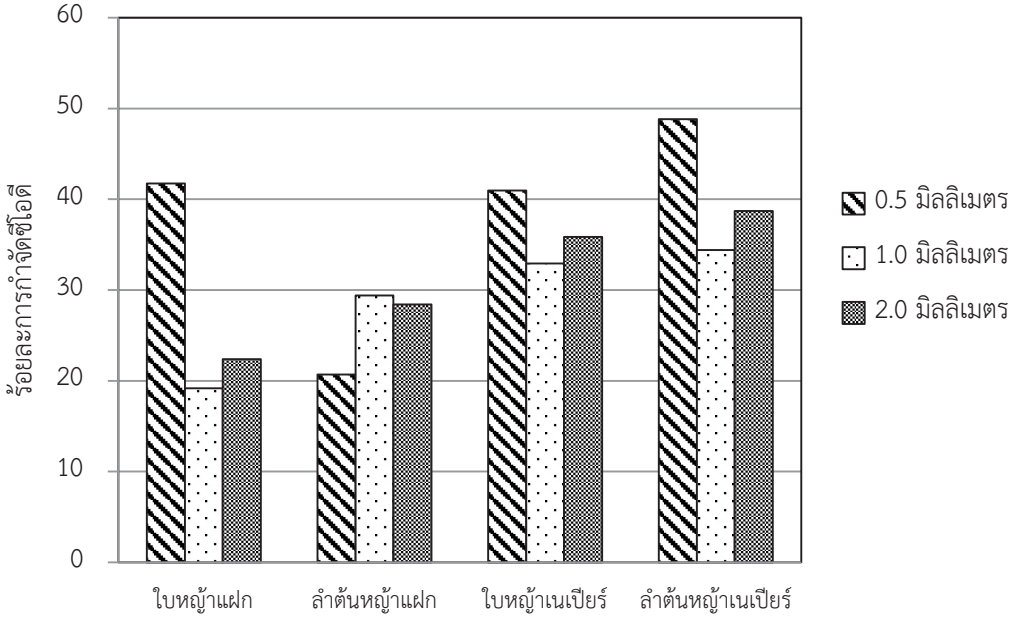
ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ด้วยวัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ

จากภาพที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ด้วยวัสดุชีวมวลขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าหญ้าเนเปียร์ส่วนใบ ขนาด 2.0 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ได้สูงสุด เท่ากับร้อยละ 79.77 และหญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นขนาด 0.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์มากที่สุดเท่ากับร้อยละ 72.53 ในขณะที่หญ้าแฝกส่วนใบขนาด 1.0 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ได้มากที่สุดเท่ากับร้อยละ 68.31 หญ้าแฝกส่วนลำต้นขนาด 0.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 73.91

ตารางที่ 5 ซีโอดีก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ

ขนาด (มม.)	ซีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)							
	หญ้าแฝก				หญ้าเนเปียร์			
	ใบ		ลำต้น		ใบ		ลำต้น	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
0.5	80.164	00.96	96.67	76.67	175.00	103.33	93.65	73.33
1.0	116.80	94.40	93.58	60.41	147.33	98.80	60.129	00.85
2.0	121.60	94.40	72.83	52.13	84.80	54.40	20.99	80.60

จากตารางที่ 5 แสดงค่าซีโอดีก่อนและหลังการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ พบว่าหญ้าแฝกส่วนใบ ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร สามารถกำจัดซีโอดี เท่ากับ 68.8, 22.40 และ 27.20 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยหญ้าแฝกส่วนลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร สามารถกำจัดซีโอดี เท่ากับ 20.00, 17.33 และ 20.70 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ส่วนใบ ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าสามารถกำจัดซีโอดี เท่ากับ 71.67, 48.53 และ 30.40 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยหญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าสามารถกำจัดซีโอดี เท่ากับ 32.20, 44.6 และ 38.4 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ หญ้าเนเปียร์ส่วนใบ ขนาด 0.5 มิลลิเมตร พบว่าสามารถกำจัดซีโอดีสูงสุด เท่ากับ 71.67 มิลลิกรัม/ลิตร ในขณะที่หญ้าแฝกส่วนใบ ขนาด 0.5 มิลลิเมตร สามารถกำจัดซีโอดีมากที่สุด เท่ากับ 68.8 มิลลิกรัม/ลิตร



ภาพที่ 3 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจากน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ

จากภาพที่ 3 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีจากน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าหญ้าแฝกส่วนใบขนาด 0.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 41.75 หญ้าแฝกส่วนลำต้น ขนาด 1.0 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 29.41 ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ส่วนใบและส่วนลำต้น ขนาด 0.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 40.95 และ 48.84 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการกำจัดซีโอดีด้วยหญ้าแฝกและหญ้าเนเปียร์ขนาดต่างๆ พบว่าหญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นขนาด 0.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูงสุด เท่ากับร้อยละ 48.84 ในขณะที่หญ้าแฝกส่วนใบ ขนาด 0.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 41.75

อภิปรายผล

คุณลักษณะวัสดุดูดซับ พบว่าส่วนใบของหญ้าทั้งสองชนิดสามารถผลิตวัสดุดูดซับชีวมวลได้มากกว่าส่วนลำต้น และพบว่าหญ้าแฝกสามารถผลิตวัสดุดูดซับชีวมวลได้มากกว่าหญ้าเนเปียร์ โดยหญ้าแฝกส่วนใบสามารถผลิตเป็นวัสดุดูดซับชีวมวลได้ปริมาณมากที่สุด โดยหญ้าแฝกส่วนใบมีความชื้นน้อยที่สุด และมีค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมากที่สุด ในขณะที่ค่าของแข็งระเหยง่ายพบว่าหญ้าแฝกมีของแข็งระเหยง่ายมากกว่าหญ้าเนเปียร์ โดยหญ้าแฝกส่วนลำต้นมีค่าของแข็งระเหยง่ายมากที่สุด ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นมีค่าของแข็งระเหยง่ายน้อยที่สุด ค่าเถ้าของวัสดุดูดซับจากหญ้าแฝกส่วนลำต้นมีเถ้าน้อยที่สุดในขณะที่หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นมีเถ้ามากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าหญ้าทั้งสองชนิดทั้งส่วนใบและลำต้นสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุดูซับชีวมวลได้ดี อีกทั้งเมื่อมีการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ยังมีคุณสมบัติในการเผาไหม้ได้ดี โดยค่าของแข็งระเหยง่ายสูงบ่งบอกถึงความสามารถในการการเผาไหม้ได้ดี (วัฒนณรงค์ และคนอื่นๆ, 2564)

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลหญ้าแฝกและหญ้าเนเปียร์ ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร หลังผ่านการบำบัด พบว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วง 24.25-32.15 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม และเขตประกอบการอุตสาหกรรม (2559) ซึ่งค่าอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2559) ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 7.73-8.35 พบว่างานวิจัยนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน (2553) และมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (2549) ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.5-9.0 (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2549; กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553) เมื่อผ่านการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ ไม่พบค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดซึ่งแสดงให้เห็นว่าวัสดุดูดซับชีวมวลทั้งหมดและทุกขนาด สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยทั้งหมดได้เป็นอย่างดี โดยค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน (2553) ซึ่งค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดไม่เกิน 30 มิลลิกรัม/ลิตร และมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (2549) ซึ่งค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดไม่เกิน 60 มิลลิกรัม/ลิตร (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2549; กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553)

การบำบัดน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้หญ้าแฝกส่วนใบ ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าหลังได้รับการบำบัดมีค่าน้ำมันเครื่องยนต์เท่ากับ 7.53, 4.05 และ 4.71 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ค่าน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้หญ้าแฝกส่วนลำต้นขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร พบว่าหลังได้รับการบำบัดมีค่าน้ำมันเครื่องยนต์เท่ากับ 1.91, 3.07 และ 3.08 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ค่าน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้หญ้าเนเปียร์ส่วนใบ ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร มีค่าน้ำมันเครื่องยนต์หลังได้รับการบำบัดมีค่าน้ำมันเครื่องยนต์เท่ากับ 5.23, 2.57 และ 2.26 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร มีค่าน้ำมันเครื่องยนต์ หลังได้รับการบำบัดมีค่าน้ำมันเครื่องยนต์ เท่ากับ 6.03, 3.57 และ 3.28 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้น ขนาด 0.5 สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ได้สูงสุด เท่ากับ 15.92 มิลลิกรัม/ลิตร (ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์เท่ากับร้อยละ 72.53) โดยพบว่าค่าน้ำมันเครื่องยนต์ที่ผ่านการบำบัดด้วยวัสดุดูดซับชีวมวลทุกชนิดและทุกขนาด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (2549) ซึ่งค่าน้ำมันและไขมันไม่เกิน 15 มิลลิกรัม/ลิตร (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2549) หญ้าเนเปียร์ส่วนใบ ขนาด 2.0 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ได้สูงสุดเท่ากับร้อยละ 79.77 ในขณะที่หญ้าแฝกส่วนลำต้นขนาด 0.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 73.91 โดยพบว่าการดูดซับน้ำมันเครื่องยนต์ด้วยหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝกขึ้นอยู่กับลักษณะองค์ประกอบ โครงสร้างของเส้นใย พื้นที่ผิว ขนาด และอนุภาคของน้ำที่ไม่ยึดเกาะของวัสดุดูดซับ จากงานวิจัยของเขมนิจจารีย์ (2561) ได้ศึกษาการดูดซับน้ำมันด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตัวดูดซับน้ำมัน พบว่าประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของดอกธูปฤาษีมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 99.54 รองลงมาคือผักตบชวามีประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันเท่ากับร้อยละ 95.56 และชานอ้อยมีประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันเท่ากับร้อยละ 78.14 ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้

การบำบัดซีโอดีในน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์โดยใช้วัสดุดูดซับชีวมวลขนาดต่างๆ พบว่าค่าซีโอดีหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้หญ้าแฝกส่วนใบ ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับ 96, 94.40 และ 94.40 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และค่าซีโอดีหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้หญ้าแฝกส่วนลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร มีค่าซีโอดีเท่ากับ 76.67, 41.60 และ 52.13 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าซีโอดีหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้หญ้าเนเปียร์ส่วนใบ ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร มีค่าซีโอดีเท่ากับ 103.33, 98.80 และ 54.40 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และค่าซีโอดีหลังการบำบัดน้ำเสียโดยใช้หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้น ขนาด 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร มีค่าซีโอดี เท่ากับ 33.73, 85.00 และ 08.60 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ หญ้าเนเปียร์ส่วนใบขนาด 0.5 มิลลิเมตร พบว่าสามารถกำจัดซีโอดีสูงสุดเท่ากับ 71.67 มิลลิกรัม/ลิตร (ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเท่ากับร้อยละ 40.95) เมื่อบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ด้วยวัสดุชีวมวลทุกชนิดและทุกขนาดพบว่าค่าซีโอดีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (2549) ซึ่งค่าซีโอดีไม่เกิน 200 มิลลิกรัม/ลิตร (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2549) หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้นขนาด 0.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีสูงสุดเท่ากับร้อยละ 48.84 ในขณะที่

หญ้าแฝกส่วนใบขนาด 0.5 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 41.75 โดยพบว่าการดูดซับซีโอดีจากน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ด้วยหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝกขึ้นอยู่กับลักษณะองค์ประกอบ โครงสร้างของเส้นใย พื้นที่ผิว ขนาด และอนุภาคของน้ำที่ไม่ยึดเกาะของวัสดุดูดซับ

จากงานวิจัยพบว่าน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ก่อนบำบัดมีค่าความเข้มข้นซีโอดีและน้ำมันเครื่องยนต์ไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบวัสดุดูดซับชีวมวลที่สามารถกำจัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ใดดีกว่า จึงให้ความสำคัญกับค่าการกำจัดที่ค่าความเข้มข้นซีโอดีและน้ำมันเครื่องยนต์เป็นหลัก งานวิจัยนี้พบว่าหญ้าเนเปียร์สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์และซีโอดีได้ดีกว่าหญ้าแฝก หญ้าเนเปียร์ส่วนลำต้น ขนาด 0.5 มิลลิเมตร สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์ได้สูงสุด เท่ากับ 15.92 มิลลิกรัม/ลิตร และมีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์เท่ากับร้อยละ 72.53 เนื่องจากหญ้าเนเปียร์ส่วนใบขนาด 0.5 มิลลิเมตร พบว่าสามารถกำจัดซีโอดีสูงสุดเท่ากับ 71.67 มิลลิกรัม/ลิตร และมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเท่ากับร้อยละ 40.95 ในขณะที่หญ้าแฝกส่วนใบขนาด 2.0 มิลลิเมตร สามารถกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์มากที่สุดเท่ากับ 9.39 มิลลิกรัม/ลิตร และมีประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันเครื่องยนต์เท่ากับร้อยละ 66.60 หญ้าแฝกส่วนใบขนาด 0.5 มิลลิเมตร สามารถกำจัดซีโอดีมากที่สุดเท่ากับ 68.8 มิลลิกรัม/ลิตร และมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเท่ากับร้อยละ 41.75 จากงานวิจัยนี้สามารถนำวัสดุดูดซับชีวมวลหญ้าแฝกและหญ้าเนเปียร์นำไปประยุกต์ใช้กับร้านซ่อมรถยนต์ อู่ซ่อมรถยนต์ และสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ในการบำบัดมลพิษของน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันเครื่องยนต์ขั้นต้นก่อนปล่อยลงสู่ระบบบำบัดขั้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) ประจำปีงบประมาณ 2563 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

เขมนิจจารีย์ สาริพันธ์. (2561). **การดูดซับน้ำมันด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตัวดูดซับน้ำมัน**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

จุฑาภรณ์ ชนะถาวร และกนกวรรณ ภูมิวณิชกิจ. (2562). ผลของเปลือกหุ้มเมล็ดกาแฟและกากกาแฟต่อสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, 13**(1), 78-89.

บริษัท ออยเซิร์ฟ จำกัด. (2565). **การแยกน้ำออกจากน้ำมัน**. [Online] .Available : https://www.oilservethai.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539165407&Ntype=11 [2565, มีนาคม 1].

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2549). **เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง**. [Online] .Available : https://www.pcd.go.th/laws/ประกาศกระทรวงทรัพยากร-63/ [2565, มีนาคม 1].

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2553)**. เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน**. [Online] .Available : https://www.pcd.go.th/laws/ประกาศกระทรวงทรัพยากร-71/ [2565, มีนาคม 1].

จากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน. (2559). **เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม และเขตประกอบการอุตสาหกรรม**. [Online] . Available : https://www.pcd.go.th/laws/ประกาศกระทรวงทรัพยากร-56/ [2565, มีนาคม 1].

พงษ์ธิพันธ์ ผึ่งผาย, อำนวย วัฒนกรสิริ และนภาพร แข่งขัน. (2561). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับคราบน้ำมันโดยใช้วัสดุที่มีรูพรุนนาโนเทคโนโลยีธรรมชาติ. **วารสารวิทยาศาสตร์ คชสาส์น**, **40**(1), 38-49.

พงษ์สิทธิ์ บุญรักษา. (2547). ปัญหาน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วกับแนวทางการจัดการในประเทศไทย.**วารสาร มฉก. วิชาการ, 8**(15), 59-69.

พรวิวาห์ กึกก้อง. (2564). **ผลกระทบจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง**. [Online] .Available : https://sites.google.com/site/resourcemanagemen00/phlk-ra-thb-cak-kar-chi-naman-cheux-pheling [2565, มีนาคม 1].

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์. (2551). **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัฒนณรงค์ มากพันธ์, ธัญญารัตน์ รัตนถาวร, อุดม ทิพย์รักษ์, วรรธนศักดิ์ สุขสง และสมพงศ์ โอทอง. (2564). ศักยภาพการให้ค่าพลังงานความร้อนของขยะเทศบาล การณีศึกษาเทศบาลพรหมโลก. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ววท.), 29**(4), 587-603.

ศรัณย์พงศ์ ทองเรือง, กานต์กวี แคล้วเครือ, พงศธร พรมบุตร และสุภาวดี มานะไตรนนท์. (2564). การเปรียบเทียบผลผลิต ลักษณะทางพืชอาหารสัตว์ความหวาน และคุณค่าทางโภชนะของหญ้าหวาน *(Pennisetum purpureum cv. Mahasarakham)* และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum*) ที่อายุการตัดต่างกัน. **วารสารแก่นเกษตร, 49**(5), 1092-1102.

ศิริขวัญ กาศเกษม และฐิติพร เจาะจง. (2557). เชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์และหญ้าแฝก. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ "พิบูลสงครามวิจัย" และนิทรรศการ "การพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยว" จากท้องถิ่นสู่อาเซียน วันที่ 19-20 กุมภาพันธ์ 2557**(หน้า 72-76). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

ศุภชัย ธรรมศิริทรัพย์. (2559). **การศึกษาค่าพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งจากหญ้าเนเปียร์**. วิทยนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. (2547). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านอัดแท่ง**. [Online] . Available : http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps238_47.pdf [2565, เมษายน 6].

หทัย การณ์สูงเนิน และสุมนทิพย์ บุนนาค. (2557). การย่อยสลายน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วโดยสาหร่ายคลอเรลลา (*Chlorella* sp.) และสาหร่ายชินนิโคคอกคัส (*Synechoccocus* sp.). **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15 (the 15th Graduate Research Conferences)** (หน้า 828-835). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อุดมศักดิ์ บุญมีรติ และพันธวัศ สัมพันธ์พานิช. (2563). การกำจัดสารหนูปนเปื้อนในกากโลหกรรมจากการทำเหมืองแร่ด้วยพืชพลังงานและจลนศาสตร์ไฟฟ้าอย่างยั่งยืน. **วารสารสิ่งแวดล้อม, 24**(4), 1-8.

AWWA, APHA, WPCF. (2017). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 23rd ed. Washington D.C. APHA.

Li, J., Zhao, Z., Li, D.,Tang, X., Feng, H., Qi, W., and Wang, Q. (2017). Multifunctional walnut shell layer used for oil/water mixtures separation and dyes adsorption**. Appl. Surf. Sci, 419**, 869-874.