Research Article

Received: May 10, 2019; Accepted: November 8, 2019

ผลของค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมันด้วยดอกธูปฤาษี ชานอ้อย และผักตบชวา

Effects of pH and Waste Water Loading on Fat Oil and Grease Adsorption Efficiency by Cattail Flowers Sugarcane Bagasse and Water Hyacinth

มัฑณาวี เฉลิมวัฒน์ และเขมนิจจารีย์ สาริพันธ์*

หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ถนนนารายณ์มหาราช ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000

Mattanawee Chalermwat and Khamanitjaree Saripan*

Environmental Science Program, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University, Naraimaharat Road, Talaychubsorn, Muang, Lopburi 15000

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของความเป็นกรด-ด่างและปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมันและการกรองของแข็งแขวนลอย โดยการใช้ดอกธูปฤาษี ชานอ้อย และผักตบชวาเป็นตัวดูดซับ น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้มีลักษณะสมบัติคล้ายกับน้ำเสียชุมชน ศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง 5 ระดับ ที่ 4, 5, 6, 7 และ 8 ปริมาณตัวดูดซับ 20 กรัมต่อน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาตร 2 ลิตร ผลการศึกษาพบว่าตัวดูดซับจากดอกธูปฤาษีซึ่งมีการปรับความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสังเคราะห์เป็น 7 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ โดยมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันและไขมันมากที่สุด (99.54 %) และกรองของแข็งแขวนลอยมากที่สุด (80.61 %) เมื่อเพิ่มปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์เป็น 3, 4, 5, 6 และ 7 ลิตร พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันและไขมันและการกรองของแข็งแขวนลอยของตัวดูดซับดอกธูปฤาษีลดลงเมื่อปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์เพิ่มขึ้น โดยปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์สูงสุด 4 ลิตร ทำให้ตัวดูดซับดอกธูปฤาษี 20 กรัม ยังคงความสามารถในการบำบัดน้ำมันและไขมันและของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียสังเคราะห์ในช่วงที่ไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพการดูดซับ; ดอกธูปฤาษี; ชานอ้อย; ผักตบชวา; น้ำมันและไขมัน; ของแข็งแขวนลอย

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** fangkum.a@gmail.com **doi:** 10.14456/tstj.2020.156

Abstract

In this work, the investigation of the potential of acidity and basicity (pH) and amount of synthetic wastewater affecting the efficiency of the fat oil and grease adsorption and the filtration of the suspended solid was carried out using cattail flowers, sugarcane bagasse and water hyacinth as adsorbents. The synthetic wastewater used in the study was similar to community wastewater. The pH of the synthetic wastewater used in the study was adjusted to 4, 5, 6, 7, and 8. Twenty grams of adsorbent was used to adsorb oil and grease in two liters of the wastewater. The results indicated that the pH of the wastewater was 7 with the cattail flowers as an adsorbent that were suitable for adsorbing fat oil and grease. The efficiency of fat oil and grease adsorption and the percentage of removal suspended solid were 99.54 and 80.61 %, respectively. The results showed that when synthetic wastewater increased to 3, 4, 5, 6 and 7 liters, the ability of the fat oil and grease adsorption in the synthetic wastewater decreased. The cattail flowers (20 grams) could adsorb the oil and grease of 4 liters. The synthetic wastewater, the fat oil and grease remaining in the synthetic wastewater did not exceed the standard of the community effluent. In addition, the results pointed out that the filtration of the suspended solid decreased if the synthesis wastewater increased.

Keywords: adsorption efficiency; cattail flower; sugarcane bagasse; water hyacinth; fat oil and grease; suspended solid

1. บทนำ

น้ำเสียจากครัวเรือนมักพบน้ำมันและไขมันที่มาจากการประกอบอาหาร ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 10 ของสารอินทรีย์ทั้งหมด [1] น้ำมันและไขมันในน้ำเสียจะขัดขวางการส่องผ่านของแสงแดด ทำให้พืชน้ำสังเคราะห์ด้วยแสงได้น้อยลง ลดการแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างอากาศลงสู่น้ำ ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและอาจทำให้น้ำเน่าเสีย [2] จากผลกระทบดังกล่าวจึงควรมีการบำบัดหรือแยกน้ำมันและไขมันออกจากน้ำเสีย โดยทำได้หลายวิธี เช่น วิธีทางกายภาพ วิธีทางเคมี [3] ปัจจุบันมีการสร้างถังดักไขมันเป็นอุปกรณ์บำบัดน้ำเสียขั้นต้นจากน้ำเสียครัวเรือน ซึ่งน้ำเสียจะเข้าสู่ถังดักไขมันแล้วมีการเก็บพักมากกว่า 6 ชั่วโมง เพื่อให้ไขมันลอยตัวขึ้นมาบนผิวน้ำแล้วจึงตักออกไปกำจัด [4] วิธีการนี้มีข้อเสีย คือ ใช้เวลานานในการกำจัด การกำจัดน้ำมันและไขมันโดยวิธีการดูดซับเป็นอีกวิธีที่น่าสนใจ เนื่องจากดำเนินการได้ง่าย อุปกรณ์น้อย ไม่ต้องมีการควบคุมระบบ และใช้เวลาไม่นาน [2] นอกจากนี้งานวิจัยที่ผ่านมายังพบว่ามีการใช้วิธีการดูดซับน้ำมันและไขมันด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรหลายชนิด ได้แก่ ชานอ้อย [2] กาบมะพร้าว [5] ผักตบชวา [6] ดอกธูปฤาษี [7] เป็นต้น เนื่องจากวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มีลักษณะโครงสร้างเป็นรูพรุนที่เกิดจากท่อลำเลียงต่าง ๆ ทำให้มีพื้นที่ผิวในการดูดซับได้มากน้อยต่างกันไป ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับน้ำมันมีหลายปัจจัย ได้แก่ ปริมาณของตัวดูดซับ ขนาด

ของตัวดูดซับ อัตราการไหลของตัวถูกดูดซับ ความเข้มข้นเริ่มต้นของตัวถูกดูดซับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และเวลาในการสัมผัส [8] ทั้งนี้ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดูดซับมากเนื่องจากมีผลต่อสมบัติผิวสัมผัสและบริเวณยึดเกาะของตัวดูดซับ [9] ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการดูดซับของตัวดูดซับต่าง ๆ จะมีค่าต่างกัน เช่น งานวิจัยของอรทัย และคณะ [2] ศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำมันโดยใช้ชานอ้อย พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมันจะลดลง เมื่อเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่างประสิทธิภาพการดูดซับจะเพิ่มขึ้น โดยค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการดูดซับ คือ 6 อย่างไรก็ตาม Simonovic และคณะ [10] พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 3.0 ถึง 10.5 ให้ผลประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมัน โดยถ่านหินแต่ละชนิดพัฒนาประสิทธิภาพในการดูดซับให้เพิ่มขึ้นได้ อีกทั้งข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความสามารถของการดูดซับของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อปริมาณของน้ำเสียที่มีน้ำมันและไขมันยังมีน้อย การดูดซับน้ำมันและไขมันโดยใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรจึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวและช่วยลดปัญหาน้ำเสียได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณน้ำเสียที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำมันและไขมันโดยใช้ดอกธูปฤาษี ชานอ้อย และผักตบชวา

2. วิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมวัสดุดูดซับ อุปกรณ์ และน้ำเสียสังเคราะห์

2.1.1 การเตรียมวัสดุดูดซับ

บดดอกธูปฤาษี ชานอ้อย และผักตบชวาให้ได้ขนาด 1-2 มิลลิเมตร ล้างด้วยน้ำกลั่นเพื่อกำจัดฝุ่นและสิ่งปนเปื้อนออก โดยให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำล้างสุดท้ายประมาณ 5-8 แล้วนำไปผึ่งและอบที่ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเก็บรักษาตัวอย่างในตู้ดูดความชื้น [2]

2.1.2 การเตรียมอุปกรณ์ทดลอง

ออกแบบอุปกรณ์ในการทดลองซึ่งสามารถนำไปติดตั้งในอ่างล้างจานก่อนปล่อยน้ำทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ (รูปที่ 1) โดยตัวกระบอกกลางใช้ท่อพีวีซี (PVC) เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 2.5 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว หุ้มตะแกรงที่ปลายข้อต่อท่อน้ำ ใช้กาวติดข้อต่อท่อน้ำเข้ากับท่อพีวีซีรูปกรวย ใส่ตัวดูดซับลงในท่อน้ำและปิดด้วยตะแกรงดักเศษอาหารด้านบน ซึ่งตะแกรงดักเศษอาหารจะถอดออกได้เพื่อเปลี่ยนตัวดูดซับ

2.1.3 การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ให้มีสมบัติใกล้เคียงกับน้ำเสียจากครัวเรือนมากที่สุด โดยการใช้น้ำมันพืช 50 มิลลิลิตร แป้งมันสำปะหลัง 2 มิลลิกรัม และน้ำตาล 2 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

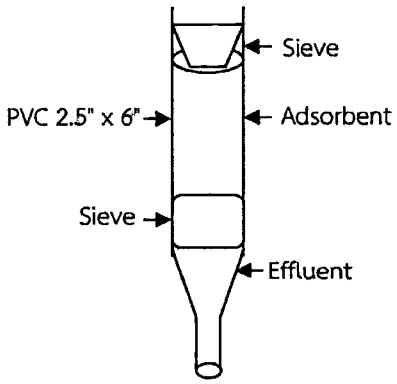

Figure 1 Equipment of adsorption experiment

2.2 ขั้นตอนการทดลอง

2.2.1 การศึกษาผลของค่าความเป็นกรด-ด่าง

ผลของค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมันและการกรองของแข็งแขวนลอย ศึกษาโดยปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสังเคราะห์ให้เป็น 4, 5, 6 และ 7 ด้วย 1 N H_2SO_4 และ 1 N NaOH ปล่อยน้ำเสียสังเคราะห์ที่ความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ ปริมาตร 2 ลิตร ผ่านอุปกรณ์ทดลองดูดซับน้ำมันและไขมันที่มีตัวดูดซับเป็น ดอกธูปฤาษี ชานอ้อย และผักตบชวา ขนาด 1-2 มิลลิเมตร ปริมาณ 20 กรัม ปล่อยน้ำเสียสังเคราะห์ผ่านตัวดูดซับซ้ำ 7 ครั้ง แล้วเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันและไขมันด้วยวิธีพาร์ทิชั่น-ชั่งน้ำหนัก [11] โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำเสียสังเคราะห์ 1 ลิตร และปริมาณของแข็งแขวนลอย [11] ทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณหาประสิทธิภาพการดูดซับ [12] และประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอย [5]

ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมัน (%) = $[(C_i - C_{ef}) \div C_i] \times 100$

เมื่อ C_i = ความเข้มข้นของน้ำมันเริ่มต้น (มิลลิกรัมต่อลิตร); C_{ef} = ความเข้มข้นของน้ำมันที่เหลือ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอย (%) = $[(SS_{in} - SS_{out}) \div SS_{in}] \times 100$

เมื่อ SS_{in} = ของแข็งแขวนลอยเริ่มต้น (มิลลิกรัมต่อลิตร); SS_{out} = ของแข็งแขวนลอยหลังบำบัด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

2.2.2 การศึกษาผลของปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์

ศึกษาผลของปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับและการกรองของแข็งแขวนลอย โดยคัดเลือกตัวดูดซับและค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการดูดซับปริมาณน้ำมันและไขมันและปริมาณของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการทดลองที่ 2.2 ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสังเคราะห์ด้วย 1 N H_2SO_4 และ 1 N NaOH ให้เป็น 7 แล้วปล่อยน้ำเสียสังเคราะห์ ปริมาตร 3, 4, 5, 6 และ 7 ลิตร ผ่านอุปกรณ์ทดลองดักน้ำมันและไขมันที่มีตัวดูดซับเป็นดอกธูปฤาษี ปริมาณ 20 กรัม ปล่อยน้ำเสียสังเคราะห์ผ่านตัวดูดซับซ้ำ 7 ครั้ง แล้วเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันและไขมันและของแข็งแขวนลอย ทดลอง 3 ซ้ำ คำนวณหาประสิทธิภาพการดูดซับและประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอย

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ผลของค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีต่อประสิทธิภาพการดูดซับปริมาณน้ำมันและไขมันและปริมาณของแข็งแขวนลอย

น้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นมีปริมาณน้ำมันและไขมัน 48.64-52.29 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณของแข็งแขวนลอย 6.51-7.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสังเคราะห์เป็น 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ แล้วปล่อยน้ำเสียสังเคราะห์ผ่านอุปกรณ์ทดลองดูดซับน้ำมันและไขมันโดยมีดอกธูปฤาษี ชานอ้อย และผักตบชวาเป็นวัสดุดูดซับ ผลการทดลองพบว่าน้ำเสียสังเคราะห์ที่ผ่านการดูดซับด้วยดอกธูปฤาษีมีปริมาณน้ำมันและไขมันลดลงเป็น 2.89±0.23, 1.26±0.17, 0.30±0.07, 0.24±0.01 และ 0.94±0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ความเป็นกรด-ด่าง 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ ส่วนน้ำเสียสังเคราะห์ที่ผ่านการดูดซับด้วยชานอ้อยมีปริมาณน้ำมันและไขมันลดลงเป็น 9.78±0.43, 10.30±1.04, 10.56±0.56, 10.83± 0.98 และ 10.66±0.14 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ความเป็นกรด-ด่าง 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ และน้ำเสียสังเคราะห์ที่ผ่านการดูดซับด้วยผักตบชวามีปริมาณน้ำมันและไขมันลดลงเป็น 4.14±0.37, 3.11±0.12, 2.26±0.05, 2.16±0.25 และ 3.94±0.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ความเป็นกรด-ด่าง 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

Table 1 Remaining oil and greases after adsorption by cattail flowers, sugarcane bagasse and water hyacinth at different pH values

Adsorbents	Fat oil and greases (mg/L)				
	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8
Cattail flowers	2.89±0.23^{A}	1.26±0.17^{B}	0.30±0.07^{D}	0.24±0.01^{D}	0.94±0.11^{c}
Sugarcane bagasse	9.78±0.43^{A}	10.30±1.04^{A}	10.56±0.56^{A}	10.83±0.98^{A}	10.66±0.14^{A}
Water hyacinth	4.14±0.37^{A}	3.11±0.12^{C}	2.26±0.05^{D}	2.16±0.25^{D}	3.94±0.81^{B}

Different letters indicate significant difference among treatment in column by the Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$)

Table 2 Effect of pH on adsorption and filtration efficiency using cattail flowers as adsorbent

pH	Fat oil and grease (mg/L)			Suspended solid (mg/L)		
	In	Out	Efficiency (%)	In	Out	Efficiency (%)
4	52.29±1.47	2.89±0.23	94.45±0.56^{C}	7.05±0.98	3.09±0.60	56.21±4.40^{C}
5	52.29±1.47	1.26±0.17	97.60±0.30^{B}	7.05±0.98	2.84±0.59	58.58±13.08^{C}
6	52.29±1.47	0.30±0.07	99.42±0.11^{A}	7.05±0.98	1.72±0.01	73.44±2.63^{B}
7	52.29±1.47	0.24±0.01	99.54±0.01^{A}	7.05±0.98	1.32±0.25	80.61±6.17^{A}
8	52.29±1.47	0.94±0.11	98.19±0.25^{B}	7.05±0.98	2.73±0.71	61.46±6.17^{B}

Different letters indicate significant difference among treatment in row by the Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$)

ผลการทดลองจะเห็นได้ว่าดอกธูปฤาษี ชานอ้อย และผักตบชวามีความสามารถใช้ในการดูดซับปริมาณน้ำมันและไขมัน โดยประสิทธิภาพการดูดซับสูง คือ ดอกธูปฤาษี รองลงมา คือ ผักตบชวา และชานอ้อย ตามลำดับ เมื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันและไขมันของดอกธูปฤาษีและผักตบชวาที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6 และ 7 แตกต่างกับความเป็นกรด-ด่างที่ 4, 5 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2 และ 3) และเมื่อใช้ตัวดูดซับเป็นชานอ้อยพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 4, 5, 6, 7 และ 8 ให้ผลประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันและไขมันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) ดังนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสังเคราะห์ที่ 6 และ 7 จึงมีความเหมาะสมในการดูดซับปริมาณน้ำมันและไขมันโดยดอกธูปฤาษี ชานอ้อย และผักตบชวา

นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสังเคราะห์ยังมีผลต่อประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอย โดยตัวดูดซับดอกธูปฤาษีเมื่อเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสังเคราะห์จาก 4 ถึง 7

ประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันหากเพิ่มค่าความเป็นด่างของน้ำเสียสังเคราะห์มากกว่า 7 ประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอยจะมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง 7 มีประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอยดีที่สุด (80.61 %) (ตารางที่ 2)

ประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอยของตัวดูดซับผักตบชวาและชานอ้อยในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4-8 มีผลต่อประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ตารางที่ 3 และ 4)

Table 3 Effect of pH on adsorption and filtration efficiency using water hyacinth as adsorbent

pH	Fat oil and grease (mg/L)			Suspended solid (mg/L)		
	In	Out	Efficiency (%)	In	Out	Efficiency (%)
4	48.64±1.24	4.13±0.37	91.50±0.53^{B}	6.51±0.34	3.58±0.20	44.80±5.74^{A}
5	48.64±1.24	3.10±0.12	93.25±1.02^{B}	6.51±0.34	4.33±0.35	33.25±7.42^{A}
6	48.64±1.24	2.25±0.05	95.36±0.16^{A}	6.51±0.34	3.94±0.27	39.19±6.78^{A}
7	48.64±1.24	2.15±0.25	95.56±0.41^{A}	6.51±0.34	3.91±0.44	35.60±4.19^{A}
8	48.64±1.24	3.94±0.81	91.86±1.56^{B}	6.51±0.34	4.16±0.28	35.87±6.20^{A}

Different letters indicate significant difference among treatment in column by the Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$)

Table 4 Effect of pH on adsorption and filtration efficiency using sugarcane bagasse as adsorbent

pH	Fat oil and grease (mg/L)			Suspended solid (mg/L)		
	In	Out	Efficiency (%)	In	Out	Efficiency (%)
4	49.55±1.15	9.78 ± 0.43	86.24±1.30^{A}	6.51±0.76	3.94±0.81	41.69±18.19^{A}
5	49.55±1.15	10.29±1.04	79.18±2.50^{A}	6.51±0.76	5.18±0.18	24.24±10.90^{A}
6	49.55±1.15	10.55±0.58	79.26±0.60^{A}	6.51±0.76	4.39±0.79	36.28±10.10^{A}
7	49.55±1.15	10.83±0.98	78.14±1.94^{A}	6.51±0.76	5.53±0.61	19.82±6.61^{A}
8	49.55±1.15	10.65±0.14	78.48±0.68^{A}	6.51±0.76	4.94±0.99	28.24±6.20^{A}

Different letters indicate significant difference among treatment in column by the Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$)

ตาราง 2 ถึง 4 จะเห็นว่าตัวดูดซับดอกธูปฤาษีมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันและไขมันและการกรองของแข็งแขวนลอยได้สูงกว่าตัวดูดซับผักตบชวาและชานอ้อย เนื่องจากโครงสร้างของดอกธูปฤาษีมีลักษณะเป็นเส้นใยฝอย ทำให้มีพื้นที่ผิวมาก อนุภาคของน้ำไม่ยึดเกาะ [13] จึงทำให้มีการดูดซับ

น้ำมันและไขมันได้ดี ส่วนชานอ้อยมีประสิทธิภาพในการดูดซับได้น้อยกว่าเนื่องจากลักษณะโครงสร้างของชานอ้อยที่มีเส้นใยขนาดใหญ่ยาว เนื้อหยาบ และมีช่องว่างขนาดใหญ่ [14] ทำให้อนุภาคน้ำยึดเกาะได้ง่าย ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำมันและไขมันหลังดูดซับไม่ผ่านค่ามาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน โดยกรมควบคุมมลพิษกำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากชุมชนไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และของแข็งแขวนลอยมีค่าไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการดูดซับน้ำมันและไขมันและการกรองของแข็งแขวนลอยที่ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสังเคราะห์ 7 ผ่านอุปกรณ์ทดลองโดยมีตัวดูดซับ คือ ดอกธูปฤาษี ชานอ้อย และผักตบชวา พบว่าดอกธูปฤาษีมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์มากที่สุด โดยมีประสิทธิภาพในการดูดซับ 99.54 % ปริมาณน้ำมันและไขมันที่เหลือ 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งแขวนลอย 1.32 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาประสิทธิภาพของถังดักไขมันแบบชุดกรองในการลดไขมันและน้ำมันจากน้ำเสียชุมชนของ พัฒนพงษ์ [15] พบว่าชุดกรองดอกธูปฤาษีมีประสิทธิภาพการบำบัด 90.87 % ปริมาณไขมันหลังบำบัด 6.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งแขวนลอย 5.89 มิลลิกรัมต่อลิตร การเปรียบเทียบจะเห็นว่างานวิจัยนี้มีประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมันมากกว่างานวิจัยของ พัฒนพงษ์ 8.58 % เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมต่อการดูดซับ ผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำ ประสิทธิภาพการดูดซับจะต่ำ เพราะน้ำเสียสังเคราะห์จะเต็มไปด้วยไฮโดรเจนอิออน (H^+) เข้าไปล้อมรอบตัวดูดซับ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันซึ่งเป็นสารไม่มีขั้วอันเป็นสมบัติที่ตรงกันข้ามกับน้ำที่เป็นสารมีขั้วมีค่าลดลง และเมื่อเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียสังเคราะห์จะทำให้ H^+ มีค่าลดลงทำให้ประสิทธิภาพการดูดซับจึงมีค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการดูดซับและประเภทของน้ำมัน [2,16] แต่ถ้าเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่างสูงเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพการดูดซับต่ำลง เนื่องจากน้ำมันและไขมันที่เป็นองค์ประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์เกิดปฏิกิริยา saponification เมื่อเกิดปฏิกิริยาในน้ำที่มีความกระด้างทำให้ได้เกลือแมกนีเซียมหรือเกลือแคลเซียมซึ่งไม่ละลายน้ำ มีลักษณะเป็นตะกอนและฝ้าลอยอยู่บนผิวน้ำ ทำให้พื้นที่ผิวของตัวดูดซับอุดตัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการดูดซับต่ำลง

3.2 ผลของปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ชุมชนที่มีต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมันและการกรองของแข็งแขวนลอย

ผลของปริมาณน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมันและการกรองของแข็งแขวนลอย พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์เป็น 3, 4, 5, 6 และ 7 ลิตร ตามลำดับ ความสามารถในการดูดซับน้ำมันและไขมันของดอกธูปฤาษีลดลง โดยปริมาณน้ำมันและไขมันที่เหลือเมื่อน้ำเสียสังเคราะห์ผ่านตัวดูดซับดอกธูปฤาษีเป็น 2.95± 1.03, 2.94±0.43, 8.85±0.55, 11.47±10.82 และ 18.57± 0.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันความสามารถในการกรองของแข็งแขวนลอยก็ลดลงเมื่อปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์เพิ่มขึ้น โดยแนวโน้มของของแข็งแขวนลอยเพิ่มขึ้นเป็น 3.5±0.18, 3.08±0.81, 4.1±0.79, 5.07±0.61 และ 5.29±0.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จะเห็นได้ว่าตัวดูดซับดอกธูปฤาษี 20 กรัม สามารถรับภาระบรรทุกในการดูดซับน้ำมันและไขมันและกรองของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาตรไม่เกิน 4 ลิตร จึงจะทำให้ปริมาณน้ำมันและไขมันมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน โดยตัวดูดซับดอกธูปฤาษีจะมีประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมัน (94.07 %)

ประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอย (37.53 %) (ตารางที่ 6) เมื่อเปรียบ เทียบประสิทธิภาพของการดูดซับน้ำมันและไขมันกับงานวิจัยอื่น (ตารางที่ 7) จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการดูดซับของดอกธูปฤาษีในงานวิจัยนี้สูงกว่างานวิจัยของ รุ่งทิพย์ [7] ทั้งนี้เนื่องจากใช้ปริมาณตัวดูดซับมากกว่าและความเข้มข้นของน้ำมันที่ถูกดูดซับน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับกับงานวิจัยอื่นจะเห็นได้ว่าความสามารถในการดูดซับน้ำมันจะต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของตัวดูดซับ ปริมาณตัวดูดซับ และความเข้มข้นของน้ำมันที่ถูกดูดซับ นอกจากนี้ตัวดูดซับที่ต่างกันยังมีสมบัติอื่นที่แตกกันซึ่งมีผลต่อความ สามารถหรือประสิทธิภาพในการดูดซับ ได้แก่ ความไม่ชอบน้ำ (hydrophobility) หมู่ฟังก์ชัน (functional group) ลักษณะของผิวดูดซับ (surface morphology) ความสามารถในการลอยตัว (buoyancy) [8] เป็นต้น

Table 5 Remaining oil and greases and suspended solid after adsorption by cattail flowers at different wastewater loadings

Wastewater (L)	Cattail flowers (g)	Fat oil and grease (mg/L)	Suspended solid (mg/L)
3	20	2.95 ± 1.03^{D}	3.50 ± 0.18^{C}
4	20	2.94 ± 0.43^{D}	3.08 ± 0.81^{C}
5	20	8.85 ± 0.55^{C}	4.10 ± 0.79^{B}
6	20	11.47 ± 10.82^{B}	5.07 ± 0.61^{A}
7	20	18.57 ± 0.13^{A}	5.29 ± 0.99^{A}

Different letters indicate significant difference among treatment in column by the Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$)

Table 6 Effect of wastewater loading on adsorption and filtration efficiency using cattail flowers as adsorbent

pH	Fat oil and grease (mg/L)			Suspended solid (mg/L)		
	In	Out	Efficiency (%)	In	Out	Efficiency (%)
3	49.59±2.24	2.96±1.03	94.41 ± 0.60^{A}	5.52±0.48	3.09±0.18	43.11 ± 16.52^{A}
4	49.59±2.24	2.94±0.43	94.07 ± 0.92^{A}	5.71±0.90	3.50±0.81	37.53 ± 14.12^{A}
5	49.59±2.24	8.85±0.55	82.15 ± 1.39^{B}	6.48±0.20	4.12±0.79	36.23 ± 5.34^{A}
6	49.59±2.24	11.47±1.82	76.87 ± 2.74^{B}	6.01±0.54	5.29±0.67	12.00 ± 1.63^{B}
7	49.59±2.24	18.58±0.13	62.53 ± 0.53^{C}	5.58±0.39	5.05±0.61	8.91 ± 7.93^{B}

Different letters indicate significant difference among treatment in column by the Duncan's new multiple range test ($p < 0.05$)

Table 7 Comparison of oil adsorption efficiency by using various adsorbents

Adsorbents	Adsorbent/waste water (g/mL)	Residue of oil concentration in wastewater (mg/L)	Efficiency (%)	References
Bagasse	10*	10	72.03	[2]
Cattail flowers	2	1000	70.00	[7]
Cotton	1*	5000	92.61	[17]
Coconut husk	0.16*	800	97.32*	[5]
Cattail flowers	5*	50	94.07	This study

* calculated from raw data

4. สรุปและเสนอแนะ

การศึกษาประสิทธิภาพตัวดูดซับดอกธูปฤาษีชานอ้อย และผักตบชวาในการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีปริมาณน้ำมันและไขมัน 48.64-52.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งแขวนลอยเริ่มต้น 6.51-7.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อศึกษาสภาวะความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม 5 ระดับ (4, 5, 6, 7 และ 8) พบว่าที่ความเป็นกรด-ด่าง 7 ตัวดูดซับดอกธูปฤาษี มีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ชุมชน โดยมีประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมัน 99.54 % ประสิทธิภาพการดูดซับของแข็งแขวนลอย 80.61 % รองลงมา คือ ผักตบชวา มีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำมันและไขมัน 95.56 % โดยประสิทธิภาพการกรองของแข็งแขวนลอยที่ความเป็นกรด-ด่างทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ผลของความเป็นกรด-ด่างทั้ง 5 ระดับ ไม่มีผลต่อตัวดูดซับชานอ้อยซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดทั้งน้ำมันและไขมันและของแข็งแขวนลอยที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์สูงสุด 4 ลิตร ทำให้ตัวดูดซับดอกธูปฤาษี 20 กรัม มีผลต่อความสามารถในการดูดซับน้ำมันและไขมันและการกรองของแข็งแขวนลอยได้ดี หากเพิ่มปริมาตรสูงกว่านี้จะทำให้ปริมาณน้ำมันและไขมันและปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำเสียสังเคราะห์เกินมาตรฐานชุมชน

ข้อเสนอแนะในการวิจัย ควรมีการนำวัสดุที่ดูดซับน้ำมันแล้วไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างอื่นอีกต่อไป เช่น การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุดูดซับ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยของนักศึกษา ประจำปีการศึกษา 2559 จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

6. References

[1] Pollution Control Department, Manual of Wastewater Sludge Management, Available Source: http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_ water. cfm?task=wt, September 22, 2016. (in Thai)

[2] Wisetrat, O., Ngamsombat, R., Saueprasearsit, P. and Prasara, A.J., 2012, Adsorption of suspended oil using bagasse and modified bagasse, J. Sci. Tech. Mahasara

kham Univ. 31(4): 354-362. (in Thai)

[3] Ahmad, A.L., Bhatia, S., Ibrahim, N. and Sumathi, S., 2005, Adsorption of residual oil from palm oil mill effluent using rubber powder, Braz. J. Chem. Eng. 22: 371-379.

[4] Pollution Control Department, 2008, Manual of Oil and Grease from Grease Trap Management and Its Benefit, TQP Press, Bangkok, 37 p. (in Thai)

[5] Jiramaitree, M., 2008, The Development of Grease Tank Using Coconut Husk as a Filter, Master Thesis, Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok. (in Thai)

[6] Rani, M.J., Murugan, M., Subramaniam, P., and Subramanian, E., 2014, A study on water hyacinth *Eichhornia crassipes* as oil sorbent, J. Appl. Nat. Sci. 6: 134-138.

[7] Lamdual, R., Wibuloutai, J. and Phonpi molthape, C., 2010, Efficiency of oil removal from cafeteria wastewater by using flower of *Typha angustifoli* Linn., J. Environ. Manag. 6(1): 42-51. (in Thai)

[8] Wahi, R., Chuah, L.A., Choong, T.S.Y., Ngaini, Z. and Nourouzi, M., 2013, Oil removal from aqueous state by natural fibrous sorbent: An overview, Sep. Purif. Technol. 113: 51-63.

[9] Ibrahim, S., Ang, H. and Wang S, 2009, Removal of emulsified food and mineral oils from wastewater using surfactant modified barley straw, Bioresour. Technol. 100: 5744-5749.

[10] Simonovic, B.R., Arandelovic, D., Jovanovic, M., Kovacevic, B., Pezo, L. and Jovacevic, A., 2009, Removal of mineral oil and wastewater pollutants using hard coal, Chem. Ind. Chem. Eng. Q. 15: 57-62.

[11] Tanthunwet, M. and Tanthunwet M., 2008, Water Quality Analysis Guide, Chulalongkorn University Press, Bangkok, 446 p. (in Thai)

[12] Ghali, L., Msahli, S., Zidi, M. and Sakli, F., 2008. Effect of pretreatment of Luffa fibers on the structural properties, Mater. Lett. 63: 61-63.

[13] College of Nanotechnology, King Mongkut' s Institute of Technology Ladkrabang, 2013, Oil Removal from Flower of *Cattail flowers*, Available Source: http://www.nano.kmitl.ac.th/index.php/reser/360, September 22, 2016. (in Thai)

[14] Suriyapunpong, D., 2014, Isolation and Characterization of Cellulose from Water Hyacinth Sugarcane Bagasse and Narrow Leaf Cattail, Technical Report, Faculty of Pharmacy, Srinahkarinwirot University, Nakhonnayok. (in Thai)

[15] Kastrachoy, P., 2014, Efficiency Filtration Grease Trap Decrease Oil Grease from Municipal Wastewater, Master Thesis, Nakhonratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima. (in Thai)

[16] Lim, T. and Huang, X., 2006, *In situ* oil/water separation using hydrophobic –

oleophilic fibrous wall: A lab- scale feasibility study for groundwater cleanup, J. Hazard. Mater. 137: 820-826.

[17] Teankaprasith, K. and Pongsantisuk, S., 2002, Oil spill cleanup by using natural materials as sorbents, Thai Sci. Technol. J. 10(2): 26-31. (in Thai)