



THE 1<sup>st</sup> NATIONAL

**Basic STEM Innovation**

E - FORUM 2021



เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครัวเรือนของเส้นใยธรรมชาติ

(The comparison of household-oil waste absorption efficiency using natural fibers)

โดย

นางสาวธีราภรณ์ เข้มประดับ

นายเอกวิทย์ เต็มกันทา

นางสาวภัทรนันท์ เนียมพรมลี

โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในงานเวทีวิชาการนวัตกรรมสะเต็มศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งชาติ ครั้งที่ 1 (ออนไลน์)

The 1<sup>st</sup> National Basic STEM Innovation E-Forum 2021

วันที่ 18-19 กันยายน พ.ศ. 2564

เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครัวเรือนของเส้นใยธรรมชาติ

(The comparison of household-oil waste absorption efficiency using natural fibers)

โดย

นางสาวธีราภรณ์ เข้มประดับ

นายเอกวิทย์ เต็มกันทา

นางสาวภัทรนันท์ เนียมพรมลี

อาจารย์ที่ปรึกษา

นางสาวสุทธีวรรณ เมืองนสุวรรณ

ชื่อโครงการ	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครวเรือนด้วยเส้นใยธรรมชาติ
ชื่อนักเรียน	1.นางสาวธีราภรณ์ เข้มประดับ 2.นายเอกวิทย์ เต็มกันทา 3.นางสาวภัทรนันท์ เนียมพรมลี
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	นางสาวสุทธิสรณ เมืองนสุวรรณ
โรงเรียน	ยุพราชวิทยาลัย
ที่อยู่	238 ถนนพระปกเกล้า ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทรศัพท์ 053-418673-5 โทรสาร 053-418673-5 ต่อ 111
ระยะเวลาทำโครงการ	ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 - วันที่ 30 มิถุนายน 2564

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครวเรือนด้วยเส้นใยธรรมชาติทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผักตบชวา ฟางข้าวและกาบมะพร้าว โดยได้ทำการนำเส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิดมาทำการทดสอบกรองน้ำมันเส้นใยละ 3 ครั้งทำการกรองน้ำตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของน้ำมันพืช 100 กรัมต่อลิตร ปริมาตร 500 มิลลิลิตร แล้ววัดปริมาณน้ำมันที่เหลือหลังจากการกรองผ่านเส้นใยแต่ละชนิดโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายคือเฮกเซน จากนั้นทำการระเหยตัวทำละลายออก โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียสจนกว่าเฮกเซนจะระเหยหมดแล้วนำน้ำมันที่สกัดได้ไปชั่ง เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำมันหลังกรองและค่าประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยจากการกรองแต่ละครั้ง ผลการศึกษาพบว่าเส้นใยธรรมชาติทั้ง 3 ชนิดมีค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยในการกรองครั้งแรกของ ผักตบชวา ฟางข้าวและกาบมะพร้าว เท่ากับ 99.64 , 98.22 และ 98.62 ตามลำดับ เมื่อกรองครั้งที่สองค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยผักตบชวา ฟางข้าวและกาบมะพร้าว เท่ากับ 99.00 , 62.34 และ 73.3 ตามลำดับ เมื่อกรองครั้งที่สามค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยผักตบชวา ฟางข้าวและกาบมะพร้าว เท่ากับ 88.28 , 48.50 และ 40.04 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยในการกรองครั้งที่สองและสาม มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน จึงสรุปว่าเส้นใยจาก ผักตบชวามีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันมากกว่าเส้นใยจากฟางข้าวและกาบมะพร้าวและสามารถนำมาใช้กรองซ้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งเป็นเส้นใยที่ใช้แล้วสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการกรองน้ำทั้งจากครวเรือนเพื่อดักจับน้ำมันก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครีวเรือนของเส้นใยธรรมชาติ ประกอบด้วยกระบวนการดำเนินงานหลายขั้นตอน นับตั้งแต่การคิดปัญหาจากเรื่องใกล้ตัวเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการเริ่มทำโครงการ การศึกษาหาข้อมูลและการรวบรวมข้อมูล การทำการทดลอง การวิเคราะห์ ผลการทดลอง การสรุปผลการศึกษา ตลอดจนการจัดทำรูปเล่มรายงาน จนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดระยะเวลาในการทำโครงการ คณะผู้จัดทำได้รับคำแนะนำ ความช่วยเหลือและคำปรึกษาต่างๆ จากบุคคลหลายๆท่าน คณะผู้จัดทำตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาจากทุกๆท่านเป็นอย่างยิ่ง ณ โอกาสนี้ จึงขอขอบพระคุณทุกๆท่าน ดังต่อไปนี้

กราบขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการ ทิพย์ วังษ์วรศรี โรจน์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ช่วยเหลือ สนับสนุนในการศึกษาและการจัดทำโครงการ คุณครูในหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยทุกท่าน ที่คอยดูแลเอาใจใส่และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับโครงการนี้เป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณ คุณครูสุทธีวรรณ เมืองนสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการจากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยผู้ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้านตลอดการทำโครงการ ไม่ว่าจะเป็นการให้คำแนะนำทางด้านระเบียบวิธีการจัดทำโครงการตั้งแต่การสืบค้นข้อมูลเริ่มแรกในการทำโครงการจนถึงการจัดทำรูปเล่มโครงการ ทำให้โครงการนี้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ โครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในการทำโครงการในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย สถาบันการศึกษาที่สนับสนุนการศึกษาค้นคว้าความรู้ในการทำโครงการ รวมไปถึงด้านอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆในการทำโครงการนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ผู้เป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจและให้การสนับสนุน โอกาสการศึกษามีค่าอย่างยิ่ง คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการเหล่านี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครีวเรือนของเส้นใยธรรมชาติต่อไป

คณะผู้จัดทำ

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	
1.2 วัตถุประสงค์	
1.3 คำถามของงานวิจัย	
1.4 สมมติฐาน	
1.5 ขอบเขตงานวิจัย	
1.6 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง	
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	
1.8 การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติที่จะใช้ในงานวิจัย	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	8
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	
3.2 วิธีการทดลอง	
บทที่ 4 ผลการศึกษา	12
บทที่ 5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ	16
5.1 อภิปรายผลการดำเนินงาน	
5.2 สรุปผลการดำเนินงาน	
บรรณานุกรม	18
ภาคผนวก	20

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงผลการทดลองของฟางข้าว	10
ตารางที่ 1.2 ตารางแสดงผลการทดลองของกาบมะพร้าว	11
ตารางที่ 1.3 ตารางแสดงผลการทดลองของฟักตบชวา	11
ตารางที่ 1.4 ตารางแสดงค่าร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยแต่ละชนิด	12

## สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 เส้นใยฝักตบชวา	9
ภาพที่ 2 เส้นใยฟางข้าว	9
ภาพที่ 3 เส้นใยกาบมะพร้าว	10
ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าร้อยละประสิทธิภาพ การดูดซับน้ำมันจากคร่าวเรือนของเส้นใยแต่ละชนิด	15

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัญหาแหล่งน้ำเป็นปัญหาที่พบเจอกันทั่วไปในชุมชน เป็นปัญหาที่ส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตโดยรอบ ทั้งสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำเองและสิ่งมีชีวิตใกล้เคียงบริเวณแหล่งน้ำ รวมถึงมนุษย์เองด้วย สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาแหล่งน้ำมีหลายสาเหตุ เช่น การปล่อยน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การปล่อยน้ำเสียจากเกษตรกรรม การเลี้ยงสัตว์ แต่สาเหตุหลักที่ใกล้ตัวเรามากที่สุดคือการทิ้งเศษอาหารและคราบน้ำมันในการประกอบอาหารจากครัวเรือน ร้านค้าและอาคารต่างๆลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละวัน เช่น การอาบน้ำ การทำความสะอาดบ้าน การชำระล้างสิ่งสกปรกต่างๆ รวมไปถึงการประกอบอาหารที่ทำให้เกิดน้ำเสียปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ แม้ว่าจะมีการกรองเอาเศษอาหารออกก่อนทิ้งแต่ไขมันที่ปนมากับอาหารนั้นกรองออกได้ยากด้วยตะแกรงทั่วไป ทำให้น้ำที่ปนเปื้อนน้ำมันจากครัวเรือนเหล่านั้น ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆตามมา เช่น การลดลงของออกซิเจนในแหล่งน้ำและปิดกั้นการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช สาหร่าย และพืชน้ำต่างๆ เปลี่ยนแปลงสภาวะการย่อยสลายของแบคทีเรียในน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดล้วนส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น (ปลา สัตว์น้ำ หน้าดิน) รวมถึงนกน้ำด้วยที่ต้องขาดแคลนอาหารและส่งผลกระทบในห่วงโซ่อาหารที่เริ่มตั้งแต่ผู้ผลิต (แพลงก์ตอนพืช) ผู้บริโภคชั้นต้น (แพลงก์ตอนสัตว์/ปลา) จนถึงผู้บริโภคชั้นสุดท้ายซึ่งก็คือมนุษย์

จากปัญหาน้ำมันครัวเรือนที่เจือปนในแหล่งน้ำ คณะผู้จัดทำจึงมีความคิดที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการใช้ประโยชน์จากเส้นใยจากธรรมชาติมาประยุกต์ใช้กับเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายเพื่อช่วยในการดูดซับน้ำมันที่มาจากครัวเรือนก่อนออกสู่แหล่งน้ำ และนำเส้นใยในธรรมชาติ เช่น ฟางข้าว กาบมะพร้าว มากรองน้ำมันจากครัวเรือนก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำเพื่อเป็นการลดปัญหาน้ำมันในแหล่งน้ำ และยังเป็น การช่วยลดจำนวนผักตบชวาที่มากเกินความจำเป็นในแหล่งน้ำอีกด้วย

#### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อแยกเส้นใยจากผักตบชวา, ฟางข้าวและกาบมะพร้าว
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกรองของเส้นใยทั้ง 3 ชนิด

#### 1.3 คำถามของการวิจัย

- เส้นใยชนิดใดที่สามารถดูดซับน้ำมันจากครัวเรือนได้มากที่สุด เพื่อลดปัญหาน้ำมันจากครัวเรือนลงสู่แหล่งน้ำในชุมชน



#### 1.4 สมมติฐาน

- เส้นใยจากผักตบชวาสามารถดูดซับน้ำมันจากครวเรือนได้มากที่สุด

#### 1.5 ขอบเขตงานวิจัย

- ประเภทน้ำมันที่ใช้ในการกรองมาจากน้ำมันครวเรือน ได้แก่ น้ำมันจากพืช

#### 1.6 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรต้น : ชนิดของเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ใยจากผักตบชวา ใยจากฟางข้าวและใยจากกาบมะพร้าว

ตัวแปรตาม : ปริมาณน้ำมันจากครวเรือนที่เส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิดสามารถดูดซับได้

ตัวแปรควบคุม : ปริมาณน้ำมันจากครวเรือนก่อนกรอง , ปริมาณเส้นใยที่ใช้ในการกรอง , ปริมาณวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้ในการกรองแต่ละครั้ง , ระยะห่างระหว่างชั้นของเครื่องกรอง , จำนวนครั้งที่เส้นใยและวัตถุดิบที่ใช้ในการกรองที่ใช้ในการกรอง

#### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

- 1.ได้เส้นใยจากผักตบชวา,ฟางข้าวและกาบมะพร้าว
- 2.ได้ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกรองของเส้นใยทั้ง 3 ชนิด

#### 1.8 การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติที่จะใช้ในงานวิจัย

- เส้นใยจากธรรมชาติ หมายถึง เส้นใยที่ได้จากผักตบชวา ฟางข้าวและกาบมะพร้าว
- น้ำมันครวเรือน หมายถึง น้ำมันปาล์มโอเลอิน
- ปริมาณเส้นใย หมายถึง ใช้เกณฑ์การชั่งน้ำหนักเส้นใยแห้งที่สกัดได้ในการวัดปริมาณเส้นใยแต่ละชนิด

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการ เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากคร่าวเรือด้วยเส้นใยธรรมชาติ ได้มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอเป็นลำดับ ดังนี้

#### 2.1 เส้นใยผักตบชวา

เส้นใยจากผักตบชวาเป็นเส้นใยธรรมชาติประเภทเส้นใยเซลลูโลส ลักษณะของเส้นใยจะค่อนข้างหยาบคล้ายลินินในตัวเส้นใยจะประกอบด้วยเส้นใยกลวงเล็กๆ เกาะติดกัน โดยส่วนที่พบว่ามีปริมาณเส้นใยค่อนข้างมากจะเป็นในส่วนของลำต้น มีคุณสมบัติเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีรูปทรงจึงมีคุณสมบัติที่ดูดความชื้นได้ดี สามารถทำการแปรรูปจากเส้นใยผักตบชวามาเป็นเส้นด้าย ซึ่งจากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของเส้นใยผักตบชวา พบว่า มีค่าเฉลี่ยความยาว อยู่ที่ 30 - 50 เซนติเมตรเนื่องจากเส้นใยเป็นเส้นใยจากธรรมชาติ มีรูปทรงสูงเส้นใยผักตบชวาจุดเด่นของเส้นใยผักตบชวามีแรงดึงขาด ความยาวเส้นใย และขนาดเส้นใย

#### 2.2 เส้นใยมะพร้าว

เส้นใยมะพร้าวเป็นเส้นใยที่ได้จากเปลือกของผลมะพร้าว เส้นใยที่ได้แบ่งตามลักษณะการเก็บเกี่ยว หากเก็บเกี่ยวเมื่อผลมะพร้าวไม่แก่จัด เส้นใยที่ได้จะมีสีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อน (White Coir) มีความนุ่ม แต่ไม่เหนียว ในขณะที่เมื่อเก็บเกี่ยวในขณะที่ผลมะพร้าวแก่เต็มที่จะได้เส้นใยสีน้ำตาล (Brown Coir) มีความเหนียว แต่แข็งกระด้าง เส้นใยมะพร้าวเป็นเส้นใยสั้นที่มีความเหนียวพอประมาณ ความโค้งงอต่ำ ทนต่อความชื้นและการทำลาย ของจุลินทรีย์และเชื้อราได้ดี ใยมะพร้าวมีส่วนเซลลูโลสประมาณ 35-37% และมีลิกนินและ แทนนินสูงมาก จึงมีศักยภาพเพียงปานกลางที่จะนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตเส้นใยเซลลูโลสประดิษฐ์ เพราะจะต้องมีผ่านกระบวนการฟอกสีหลายขั้นตอน

#### 2.3 เส้นใยฟางข้าว

ในฟางข้าว มีพันธะ Superhydrophobic octadecanoyl bonded and polystyrene grafted RS (C18-RS-g-PS) ซึ่งสามารถดูดซับน้ำมันได้ด้วยเส้นใยที่มีขนาดเล็กมากถึง 0.5  $\mu\text{m}$  และสามารถดูดซับน้ำมันปริมาณมากถึง 12.012 กรัมของน้ำมัน/ต่อกรัมของเส้นใยฟางข้าว จึงถูกนำไปใช้ทำเป็น Polyurethane foam cell ใช้สำหรับการดูดซับน้ำมัน ซึ่งมีองค์ประกอบเป็น เซลลูโลส 56-60% เฮมิเซลลูโลส 18-24% ลิกนิน 14-17% และสารอื่นๆอีก 4-8% อีกทั้งฟางข้าวพบได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย

#### 2.4 สาร softener

สารช่วยให้ผ้านุ่มประจุบวก (Cationic Softeners) สารนุ่มชนิดนี้จะให้ผลความนุ่มดีที่สุด และมีความคงทนต่อการซักได้ดี สารนุ่มชนิดนี้จะทำให้ผืนผ้านั้นมีสมบัติสะท้อนน้ำ ไม่ดูดซับน้ำ และไม่สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เป็นประจุลบอื่นๆได้ เพราะอาจจะเกิดการจับ แล้วเกิดการตกตะกอนได้ แต่สารนุ่มประจุบวกที่สามารถละลายน้ำได้เนื่องจากตัวของ Cation active softener จะอยู่ในรูปของ amine salt หรือ quaternary

ammonium salt ที่ทำให้มันมี คุณสมบัติที่สามารถละลายน้ำได้ สารช่วยให้ผ่านุ่มส่วนใหญ่เป็นชนิดแคทไอออนิก ดังนั้น กลุ่มนี้จึงจัดเป็นกลุ่มที่มีปริมาณการใช้มากที่สุดตัวหนึ่ง

## 2.5 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

โซดาไฟ (Sodium hydroxide) เป็นของแข็งสีขาว คุณความชื้นดีมาก ละลายน้ำได้ดี ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทำสบู่ เส้นใยเรยอน” มีสมบัติเป็นด่างและมีฤทธิ์กัดกร่อน ใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ผลิตเยื่อกระดาษ สบู่และผลิตภัณฑ์ซักฟอก เคมีภัณฑ์ทำความสะอาด อุตสาหกรรมโลหะ อาหาร เส้นใยเรยอน สิ่งทอ ใช้ในการฟอกย้อม ล้างสีไหม นอกจากนี้ ช่างเจียรไนพลอย ก็ใช้ในขั้นตอนล้างเม็ดพลอยที่เจียรไนเสร็จแล้ว โซดาไฟ มีลักษณะเป็นเกล็ด หรือ เม็ดคล้ายทรายหยาบใสๆหรือผงขุ่นๆ ซึ่งจริงๆแล้วหลายๆโรงงานก็ใช้โซดาไฟในหลายขั้นตอน เช่น อุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ กระดาษ (Pulp and paper)

## 2.6 น้ำมันพืช

น้ำมันพืชที่เหมาะสมต่อการนำมาบริโภค ควรประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนในปริมาณสูง และมีกรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันทรานส์ในปริมาณต่ำ นอกจากนี้ควรมีสารต้านออกซิเดชันในปริมาณสูงด้วย น้ำมันพืชมีฤทธิ์ทางชีวภาพสำคัญ เช่น ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ฤทธิ์ลดระดับไขมันในเลือด และฤทธิ์ต้านอักเสบ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแพทย์เพื่อป้องกันและบรรเทาอาการหรือโรคต่างๆ ได้ เช่น โรคตาบอดกลางคืน โรคกระเพาะอาหาร และโรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการบริโภคน้ำมันพืชจะต้องทราบถึงข้อควรระวังในการเลือกบริโภคน้ำมันพืชด้วย โดยเฉพาะน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันทรานส์ในปริมาณสูง

## 2.7 โซเดียมซัลเฟต

โซเดียมซัลเฟต ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) เป็นสารประกอบอนินทรีย์ ประกอบด้วย  $\text{Na}^+$  โซเดียม และ  $\text{SO}_4^{2-}$  ซัลเฟต สามารถละลายน้ำได้ดีมาก จับตัวกับโมเลกุลน้ำเป็น ไฮเดรต (hydrate) ได้หลายรูปแบบ ทุกรูปแบบมีลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น มีรูปแบบที่ใช้เยอะที่สุดและพบในธรรมชาติจะเป็น เดคาไฮเดรต decahydrate ประกอบด้วยน้ำ 10 โมเลกุล  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  หรือเรียกว่า Glauber's salt

เป็นเกลือโซเดียมของกรดกำมะถัน เมื่อปราศจากน้ำจะเป็นผลึกสีขาว ของแข็งอีกรูปหนึ่งจะมีน้ำ 7 โมเลกุล ใช้ในทางอุตสาหกรรม เช่น ในอุตสาหกรรมกระดาษ

## 2.8 สมการที่เกี่ยวข้อง

ประสิทธิภาพของผลลัพท์ หมายถึง การประเมินประสิทธิภาพการดูดซับของเส้นใยของเส้นใยโดยพิจารณาจากปริมาณน้ำมันหลังการกรองโดยมีสมการดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการดูดซับ} = \frac{\text{น้ำมันที่หายไป}}{\text{น้ำมันทั้งหมด}} \times 100\%$$

โดยให้ปริมาณน้ำมันที่หายไป = ปริมาณน้ำมันทั้งหมด - ปริมาณน้ำมันที่เหลือ

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์และร้อยละการดูดซับน้ำมัน

การดูดซับ (ร้อยละ)	ระดับคุณภาพ
80-100	ดีมาก
61-80	พอใช้
0-60	น้อย

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พงษ์พันธ์และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาการดูดซับน้ำมันด้วยวัสดุที่มีรูพรุนนาโนธรรมชาติ ได้แก่ ฟางข้าว กาบมะพร้าว แล้วฝักตบขวาแบบสดและแบบแห้ง มาทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับคราบน้ำมันโดยการจุ่มวัสดุดูดซับลงในน้ำมัน 5 ชนิด คือ น้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ น้ำมันดีเซล น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ได้ใช้งาน และน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว โดยขั้นตอนการเตรียมวัสดุดูดซับคือนำวัสดุดูดซับที่มีรูพรุนนาโนธรรมชาติ ในกรณีของฝักตบขวาแบ่งออกเป็นสองส่วน ทั้งแบบสดและแบบแห้งที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ไปล้างทำความสะอาด จากนั้นนำไปผึ่งแดดให้แห้งเป็นเวลา 2 วัน ผลการวิจัยพบว่า วัสดุที่มีรูพรุนนาโนธรรมชาติที่สามารถดูดซับคราบน้ำมันได้ทุกประเภทได้เป็นอย่างดี คือ กาบมะพร้าวและฝักตบขวาแบบแห้ง โดยกาบมะพร้าวสามารถดูดซับคราบน้ำมันในน้ำมันทุกชนิดอยู่ในระดับดีมาก คืออยู่ในช่วง ร้อยละ 98.00-100.00 โดยคราบน้ำมันที่กาบมะพร้าวสามารถดูดซับได้ดีที่สุด คือ น้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่ได้ใช้งาน ส่วนฝักตบขวาแบบแห้งสามารถดูดซับอยู่ในช่วงร้อยละ 92.00-96.00 โดยคราบน้ำมันที่ฝักตบขวาแบบแห้งสามารถดูดซับได้ดีที่สุด คือ น้ำมันสัตว์และน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานแล้ว

เขมนิจจริย์ (2562) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของดอกธูปฤาษี ฐานอ้อยและฝักตบขวา และผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุที่สามารถดูดซับน้ำมันได้ดี โดยมีการแปรผันอัตราส่วนของวัสดุที่ดูดซับน้ำมันได้ดีต่อถ่านไม้เป็น 50:50 40:60 30:70 20:80 และ 90:10 โดยใช้กากน้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวประสาน ผลจากการศึกษาพบว่า น้ำเสียสังเคราะห์ที่ผ่านการดูดซับด้วยดอกธูปฤาษี ฝักตบขวา และฐานอ้อย มีค่าน้ำมันและไขมันลดลงจาก 50 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็น 0.24 2.15 และ 10.83 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อคำนวณประสิทธิภาพการดูดซับของวัสดุทั้งสามชนิดพบว่า ดอกธูปฤาษีมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันมากที่สุดเท่ากับ 99.54 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือฝักตบขวามีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันเท่ากับ 95.56 เปอร์เซ็นต์ และฐานอ้อยมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันเท่ากับ 78.14 เปอร์เซ็นต์

### บทที่3

#### วิธีการทดลอง

#### วัสดุและอุปกรณ์

- |                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1.ลีนชักพลาสติก4ชั้น 3 อัน        | 10.โซเดียมซัลเฟต แอนไฮดรัส 50 กรัม |
| 2.มุ้งลวดขนาด 100*100 ซม. 27 แผ่น | 11.เฮกเซน 1 ลิตร                   |
| 3.คีมตัดลวด 1 อัน                 | 12.บีกเกอร์ขนาด 1000 มล. 30 อัน    |
| 4.ลวด 1 ม้วน                      | 13.บีกเกอร์ขนาด 80 มล. 27 อัน      |
| 5.เลื่อย 1 อัน                    | 14.หม้อสเตนเลสสำหรับต้ม 3 หม้อ     |
| 6.ผักตบชวา 5 กิโลกรัม             | 15.กรวยแยก 1 ชุด                   |
| 7.กากมะพร้าว 2 กิโลกรัม           | 16.แท่งแก้วคนสาร 1 อัน             |
| 8.ฟางข้าว 2 กิโลกรัม              | 17.หลอดหยดสาร 2 อัน                |
| 9.โซเดียมไฮดรอกไซด์ 7 กิโลกรัม    |                                    |

#### วิธีการทดลอง

##### 3.1 การสกัดเส้นใยธรรมชาติ

##### 3.1.1 เส้นใยธรรมชาติจากผักตบชวา

- 1.นำผักตบชวาแบบสดมาตัดใบและรากทิ้ง จากนั้นหั่นเป็นส่วนพอเหมาะตามต้องการ
- 2.เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 160 กรัมต่อลิตร ในน้ำ 3 ลิตร
- 3.นำผักตบชวาแบบสดที่หั่นไว้ 1 กิโลกรัมลงไปต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในระบบเปิด เป็นเวลา 90 - 120 นาที
- 4.นำผักตบชวาที่ผ่านการต้มในช่วงเวลาที่กำหนดไปล้างน้ำสะอาดแล้วตากให้แห้ง
- 5.นำผักตบชวาที่ตากจนแห้งไปแช่ในสาร softener แล้วนำไปตากให้แห้งอีก 2 วัน

##### 3.1.2 เส้นใยธรรมชาติจากฟางข้าว

- 1.นำฟางข้าวมาหั่นเป็นส่วนพอเหมาะตามต้องการ
- 2.เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร ในน้ำ 3 ลิตร
- 3.นำฟางข้าวแบบแห้ง 1 กิโลกรัมลงไปต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในระบบเปิด เป็นเวลา 90 - 120 นาที
- 4.นำฟางข้าวที่ผ่านการต้มในช่วงเวลาที่กำหนดไปล้างน้ำสะอาดแล้วตากให้แห้ง
- 5.นำฟางข้าวที่ตากจนแห้งไปแช่ในสาร softener แล้วนำไปตากให้แห้งอีก 2 วัน

### 3.1.2 เส้นใยธรรมชาติจากกามมะพร้าว

- 1.นำกามมะพร้าวไปแช่น้ำเป็นเวลา 20 นาที
- 2.เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 200 กรัมต่อลิตร ในน้ำ 3 ลิตร
- 3.นำกามมะพร้าวแบบแห้ง 1 กิโลกรัมลงไปต้มในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในระบบเปิด เป็นเวลา 90 - 120 นาที
- 4.นำกามมะพร้าวที่ผ่านการต้มในช่วงเวลาที่กำหนดไปล้างน้ำสะอาดแล้วตากให้แห้ง
- 5.นำกามมะพร้าวที่ตากจนแห้งไปแช่ในสาร softener แล้วนำไปตากให้แห้งอีก 2 วัน



ภาพที่ 3.1 เส้นใยฝักคอบขาว



ภาพที่ 3.2 เส้นใยฟางข้าว



ภาพที่ 3.3 เส้นใยกามมะพร้าว

### 3.2 การทำเครื่องกรองในการกรองสารละลายตัวอย่าง

- 1.นำลวดเหล็กมาตัดฐานได้กล่องลวด 3 ชั้นบนออก
- 2.ตัดมุ้งลวดให้ได้ขนาดที่พอดี แล้วนำมาติดกับกล่องลวดโดยเอาลวดมาขึง ทำออกมา 3 กล่อง
- 3.นำกล่องแต่ละกล่องมาใส่เส้นใยชั้นละ 50 กรัม 3 ชั้น

### 3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเส้นใย

- 1.เตรียมน้ำตัวอย่าง โดยนำน้ำ 500 มิลลิลิตรผสมกับน้ำมันพืช 50 มิลลิลิตร
- 2.นำน้ำตัวอย่างค่อยๆ เทลงบนเครื่องกรองที่มีเส้นใย 3 ชั้น

### 3.4 การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย

- 1.นำสารละลายที่ได้จากการกรองไปสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย โดยตัวทำละลายที่ใช้ คือ เฮกเซน
- 2.นำสารละลายที่ต้องการกรองผสมกับเฮกเซนเล็กน้อย จากนั้นเทลงในกรวยแยกแล้วเขย่าไล่แก๊ส
- 3.วางกรวยแยกไว้บนขาตั้ง จากนั้นรอน้ำมันแยกชั้นประมาณ 5-10 นาที
- 4.ค่อยๆ เปิดวาล์วให้น้ำออก จนเหลือเพียงน้ำมันพืชที่ผสมกับเฮกเซนภายในกรวยแยก
- 5.ใส่โซเดียมซัลเฟต แอนไฮไดรต์ ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) เพื่อคูดน้ำออกจากสารละลาย
- 6.นำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออก โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส
- 7.นำน้ำมันพืชบริสุทธิ์ไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับเส้นใยอื่น ทำซ้ำ 3 เส้นใย เส้นใยละ 3 ครั้ง

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

จากการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากคร้วเรือนด้วยเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ ใยจากฟางข้าว ใยจากกาบมะพร้าวและใยจากผักตบชวา กับน้ำมันจาก โดยเปรียบเทียบจากค่าเฉลี่ยร้อยละในประสิทธิภาพการกรองครั้งแรกของแต่ละเส้นใย ซึ่งได้ผลการทดลองดังตาราง ดังนี้

**ตารางที่ 4.1** ตารางแสดงผลการทดลองของฟางข้าว

การทดลอง ครั้งที่	ปริมาณน้ำมัน ก่อนการ กรอง (ml.)	ปริมาณน้ำมันหลังการกรอง (ml.)			ประสิทธิภาพของเส้นใยจากการกรอง ครั้งแรก (ร้อยละ)
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
1	50	0.06	17.87	23.61	99.88
2	50	0.24	18.49	28.87	99.52
3	50	2.39	20.13	24.77	95.22
ค่าเฉลี่ย		0.89	18.83	25.75	98.22

จากตารางที่ 4.1 เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากคร้วเรือนของเส้นใยฟางข้าว พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยฟางข้าวทั้ง 3 ครั้ง เท่ากับ 98.22 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก , 62.34 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พอใช้และ 48.50 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น้อย ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.2** ตารางแสดงผลการทดลองของกาบมะพร้าว

การทดลอง ครั้งที่	ปริมาณน้ำมัน ก่อนการ กรอง (ml.)	ปริมาณน้ำมันหลังการกรอง (ml.)			ประสิทธิภาพของเส้นใยจากการกรอง ครั้งแรก (ร้อยละ)
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
1	50	1.76	14.48	30.42	96.48
2	50	0.22	12.07	26.03	99.56
3	50	0.11	13.52	33.51	99.78
ค่าเฉลี่ย		0.69	13.35	29.98	98.62

จากตารางที่ 4.2 เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครีวเรือนของเส้นใยกบมะพร้าว พบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยกบมะพร้าวในการกรองทั้ง 3 ครั้ง เท่ากับ 98.62 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก , 73.30 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์และ 40.04 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น้อยตามลำดับ

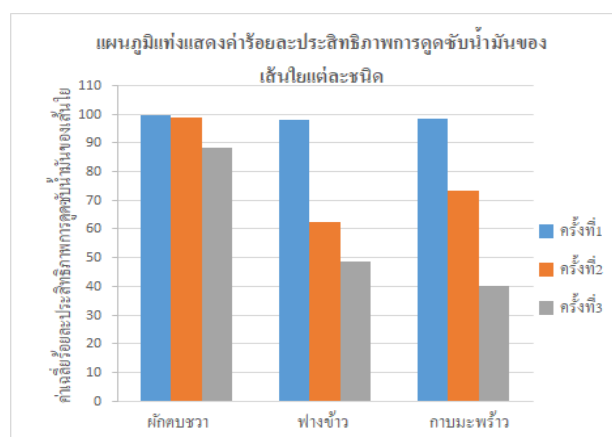
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการทดลองของผักตบชวา

การทดลอง ครั้งที่	ปริมาณน้ำมัน ก่อนการ กรอง (ml.)	ปริมาณน้ำมันหลังการ กรอง (ml.)			ประสิทธิภาพของเส้นใยจากการกรอง ครั้งแรก (ร้อยละ)
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
1	50	0.16	0.19	4.55	99.68
2	50	0.15	0.42	5.66	99.70
3	50	0.23	0.91	7.38	99.54
ค่าเฉลี่ย		0.18	0.50	5.86	99.64

จากตารางที่ 4.3 เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครีวเรือนของเส้นใยผักตบชวา พบว่าค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยผักตบชวาในการกรองทั้ง 3 ครั้ง เท่ากับ 99.64 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก , 99.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมากและ 88.28 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 และ ภาพที่ 4.1 ค่าร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยแต่ละชนิด

จำนวนครั้ง การเทน้ำ ตัวอย่าง	ค่าร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมัน ของเส้นใยแต่ละชนิด		
	ผักตบชวา	ฟางข้าว	กบมะพร้าว
1	99.64	98.22	98.62
2	99.00	62.34	73.30
3	88.28	48.50	40.04



จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.1 พบว่าประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครีวเรือนของผักตบชวานั้นอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดีเมื่อเทียบกับฟางข้าวและกบมะพร้าว เนื่องจากประสิทธิภาพเส้นใยที่ใช้ในการกรองลดลงเพียงเล็กน้อยในการกรองแต่ละครั้ง เหมาะสำหรับการนำมาใช้ในการกรองในชีวิตจริงมากที่สุด



## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครีวเรือนด้วยเส้นใยธรรมชาติ คณะผู้จัดทำได้สรุปผลการศึกษาดังนี้

#### 5.1 อภิปรายผลการดำเนินงาน

ค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยผักตบชวาทั้ง 3 ครั้ง คือ 99.64 , 99.00 และ 88.28 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการกรองทั้ง 3 ครั้งนั้นมีประสิทธิภาพในการกรองอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เป็นเพราะว่าเป็นเส้นใยประเภทเส้นใยเซลลูโลส ลักษณะเส้นใยค่อนข้างหยาบคล้ายลินินมีเส้นใยกลวงเล็กๆ เกาะติดกันโดยส่วนที่มากคือลำต้น สามารถแยกเส้นใยออกจากลำต้นได้ง่ายกว่าฟางข้าวและกาบมะพร้าว มีคุณสมบัติเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีรูพรุนจึงมีคุณสมบัติที่ดูดความชื้นได้ดีและมีความแข็งแรงขึ้นเมื่ออยู่สภาวะเปียกชื้นแต่เส้นใยจากฟางข้าวและเส้นใยจากกาบมะพร้าวมีประสิทธิภาพต่ำกว่าโดยค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยฟางข้าวทั้ง 3 ครั้ง คือ 98.22 , 62.34 และ 48.50 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของเส้นใยจากกาบมะพร้าวทั้ง 3 ครั้ง คือ 98.62 , 73.30 และ 40.04 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการกรองเส้นใยทั้ง 3 ครั้งของทั้งสองเส้นใยลดลงมากในแต่ละครั้ง เป็นเพราะว่าฟางข้าวและกาบมะพร้าวมีเส้นใยที่ค่อนข้างเหนียวและหยาบมากกว่าผักตบชวา จึงไม่สามารถแยกเส้นใยออกจากต้นได้ดีเท่าผักตบชวา มีรูพรุนที่ใช้ในการดูดซับความชื้นน้อยกว่าจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กรองในชีวิตประจำวัน จากผลการศึกษาของพงษ์รัชพันธ์และคณะ (2561) ที่ใช้เส้นใยจาก ฟางข้าว กาบมะพร้าว แล้วผักตบชวาแบบสดและแบบแห้ง พบว่าวัสดุที่มีรูพรุนนาโนธรรมชาติที่ดูดซับคราบน้ำมันได้ทุกประเภทได้เป็นอย่างดี คือ กาบมะพร้าวและผักตบชวาแบบแห้ง ทำให้เห็นถึงความแตกต่างในกรรมวิธีแยกเส้นใยที่ต่างกัน ส่งผลให้รูพรุนในเส้นใยที่ช่วยในการดูดซับ ผลการศึกษาและค่าเฉลี่ยร้อยละประสิทธิภาพที่ได้แตกต่างกัน

#### 5.2 สรุปผลการดำเนินงาน

เส้นใยจากธรรมชาติสามารถนำมาใช้ในการดูดซับน้ำมันจากครีวเรือนได้จริง จากกราฟที่แสดงค่าร้อยละประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครีวเรือนของเส้นใยแต่ละชนิด ทำให้เห็นว่าควรนำเส้นใยจากผักตบชวามาใช้กรองเพราะใช้กรองซ้ำได้หลายครั้งและมีประสิทธิภาพการกรองอยู่ในเกณฑ์ดี

ทั้งนี้ การดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์เรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากครีวเรือนของเส้นใยธรรมชาติ ได้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยสามารถนำเส้นใยจากธรรมชาติที่สามารถย่อยได้ด้วยตัวเองและหาได้ง่ายมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับปัญหาในครีวเรือนที่พบในชีวิตประจำวัน และทำให้ได้รู้จักการนำปัญหาที่ใกล้ตัวชีวิตประจำวันมาแก้ไขให้เกิดประโยชน์มากที่สุดด้วย

### บรรณานุกรม

ทศพล ศรีวรกุล , กุลทัศน์ สุวัฒน์พัฒน์ , จันทรฉาย ทองปิ่น , นวพันธุ์ ภูักกิต , วรุต ธรรมวิชัย และชีวิดา สุวรรณชาลิต , การเตรียมเส้นใยเซลลูโลสจากเส้นใยมะพร้าวด้วยกระบวนการเคมีเพื่อใช้เป็นสารเสริมแรง ( คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2559) , หน้า 208

เขมนิจจริย์ สาริพันธ์ , การดูดซับน้ำมันด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตัวดูดซับน้ำมัน ( คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี , 2562) หน้า 11-15

พงษ์ธิพันธ์ ผึ้งผาย , อำนวย วัฒนกรศิริ และนภาพร แข่งขัน , การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับคราบน้ำมันโดยใช้วัสดุที่มีรูพรุนนาโนเทคโนโลยีธรรมชาติ ( คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ , 2561) , หน้า 42-46

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มาตรฐานคุณภาพน้ำ. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2564 , จาก [http://pcd.go.th/info\\_serv/reg\\_std\\_water04.html?fbclid=IwAR0KEhtRSjr1bVtmKB4lUo23hpUdNSfYsjFmjab48fgwmFY2fjIWTHRTUgk#s3](http://pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html?fbclid=IwAR0KEhtRSjr1bVtmKB4lUo23hpUdNSfYsjFmjab48fgwmFY2fjIWTHRTUgk#s3)

พวงเดือน ชุ่มศิริ. น้ำมันและไขมันในสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการ. นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

จิตต์โสภา เกลียวศักดิ์. สมบัติการดูดซับน้ำมันทอดอาหารของนุฟเวนจากเส้นใยเซลลูโลสฟางข้าว (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ,2563) , หน้า 83-88

Anh Tuan Hoanh, Van Vang Le, Abdul Rahman M.Said Al-Tawaha, Duomg Nam Nguyen, Abdel Razzaq M.Said Al-Tawaha, Muhamad Mat Noor, and Van Viet Pham, “ An absorption capacity investigation of new absorbent based on polyurethane foams and rice straw for oil spill cleanup ” , Petroleum Science And Technology, vol. 36, pp. 364-368, 2018

Baifern Jutamas. น้ำยาปรับผ้านุ่ม หอม ดิตทณ ยี่ห่อไหนดี้ ปี 2021. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 9 มกราคม 2564 , จาก <https://bestreview.asia/best-fabric-softener/>

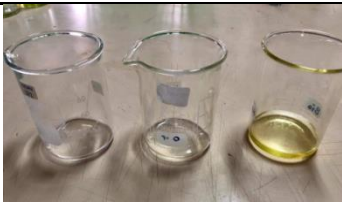

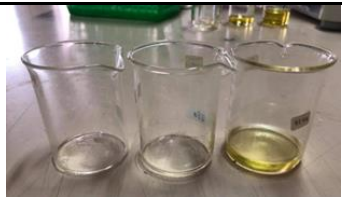
องค์การพิพิธภัณฑวิทยาศาสตร์แห่งชาติ. น้ำยาปรับผ้านุ่ม. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 9 มกราคม 2564 , จาก <https://www.nsm.or.th/other-service/1757-online-science/knowledge-inventory/sci-article/science-article-nsm/3356->

NAMOYA Believe in Better. คุณสมบัติของโซดาไฟ. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 17 มีนาคม 2564 , จาก <https://namoya.com/environment/>

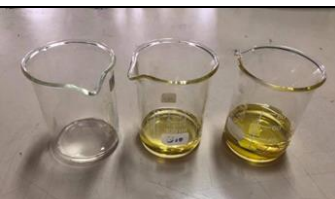
## ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ ก : ผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 รูปภาพแสดงน้ำมันหลังการกรองที่สกัดได้

ชนิดของเส้นใย	การทดลองที่	รูปภาพปริมาณน้ำมันพืชหลังจากการกรอง
ผักตบชวา	1	
	2	
	3	

ชนิดของเส้นใย	การทดลองที่	รูปภาพปริมาณน้ำมันพืชหลังจากการกรอง
ฟางข้าว	1	
	2	
	3	

ชนิดของเส้นใย	การทดลองที่	รูปภาพปริมาณน้ำมันพืชหลังจากการกรอง
กาบมะพร้าว	1	
	2	
	3	