

ผลของการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์
และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อการดูดซับน้ำมัน

EFFECT OF FIBER EXTRACTION FROM DURIAN RIND USING
SODIUM AND POTASSIUM HYDROXIDE ON OIL ADSORPTION



กมลลักษณ์ วรโน

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

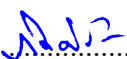
ผลของการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์
และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อการดูดซับน้ำมัน

EFFECT OF FIBER EXTRACTION FROM DURIAN RIND USING
SODIUM AND POTASSIUM HYDROXIDE ON OIL ADSORPTION

จัดทำโดย

กมลลักษณ์ วรโน รหัสนักศึกษา 59080133

ได้รับพิจารณาความเห็นชอบจาก

..........

...3.../...กรกฎาคม.../...2563...

(ดร. กิตติชัย บรรจง)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ผลของการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อการดูดซับน้ำมัน
ชื่อนักศึกษา	กมลลักษณ์ วรรณ รหัสนักศึกษา 59080133
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร
พ.ศ.	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. กิตติชัย บรรจง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนโดยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ การไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใย ซึ่งแบ่งออกเป็น การไม่ใช้สารเคมี การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% เพื่อศึกษาปริมาณเส้นใยที่เหลือ (%), น้ำหนักกระดาษมาตรฐานของกระดาษเปลือกทุเรียน (gsm), ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ (%) พบว่า ปริมาณเส้นใยที่เหลืออยู่มากที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี 45.37% น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน, ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์มากที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี 750.90gsm 37.00% และ 34.60% ตามลำดับ ปริมาณเส้นใยที่เหลืออยู่, น้ำหนักกระดาษมาตรฐานน้อยที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 12.35% และ 189.99gsm ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์น้อยที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 18.80% และ 18.10% และเมื่อพิจารณาถึงการสกัดโดยการไม่แช่น้ำและการแช่น้ำก่อนการสกัด พบว่า ต่อปริมาณเส้นใยที่เหลือและน้ำหนักกระดาษมาตรฐานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) ต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ ต่อมาพิจารณาถึงวิธีการสกัดเส้นใยโดยไม่ใช้สารเคมีและใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์มีผลต่อปริมาณเส้นใยที่เหลือ, น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน, ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ ซึ่งแบ่งออกเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% ต่อปริมาณเส้นใยที่เหลือ, น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน, ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

คำสำคัญ : สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์, เปลือกทุเรียน, การสกัดเส้นใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title EFFECT OF FIBER EXTRACTION FROM DURIAN RIND USING SODIUM AND POTASSIUM HYDROXIDE ON OIL ADSORPTION

Student name Kamonluk Wannoo Student ID 59080133

Program Bachelor of Science in Food Process Engineering

Year 2020

Advisor Dr. Kittichai Banjong

ABSTRACT

This research was aimed to extract the fiber from durian rinds by using non-soaking and soaking before extraction of fiber which were divided into non-chemical treatment, treatment using 10% sodium hydroxide and 10% potassium hydroxide. It was found that the highest yield of fiber at 45.37% was achieved by soaking and treated with non-chemical. It was also found that the highest standard weight of paper at 750.90gsm and vegetable oil absorption capacity at 37.00% and lard oil absorption capacity at 34.60% were achieved by non-soaking and treated with non-chemical. On the other hand, the lowest yield of fiber at 12.35% and the standard weight of paper at 189.99gsm were achieved by non-soaking and treated with potassium hydroxide. The lowest vegetable absorption capacity at 18.80% and the lard oil absorption capacity at 18.10% were achieved by soaking and treated with sodium hydroxide. When non-soaking and soaking before extraction were considered, there was no significant effect ($P>0.05$) on the yield of fiber and the standard weight of paper. However, there was significant effect ($P\leq 0.05$) on vegetable oil absorption capacity and lard oil absorption capacity. When non-chemical treatment and hydroxide treatment were considered, there was significant effect ($P\leq 0.05$) on the yield of fiber, the standard weight of paper, vegetable oil absorption capacity and lard oil absorption capacity. In addition, there was no significant difference between 10% sodium hydroxide and 10% potassium hydroxide on the yield of fiber, the standard weight of paper, vegetable absorption capacity and lard oil absorption capacity ($P>0.05$).

Keywords: Sodium hydroxide, Potassium hydroxide, Durian rinds, Fiber extraction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาปัญหาพิเศษหัวข้อเรื่อง ผลของการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนด้วยการไม่ใช้สารเคมี และใช้สารเคมี โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่มีต่อการดูดซับน้ำมัน เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีทางผู้จัดทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณ ดร.กิตติชัย บรรจง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ รวมถึงนักวิทยาศาสตร์ประจำคณะอุตสาหกรรมอาหารทุกท่าน ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่างๆ และอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณร้านขายทุเรียนที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือด้านวัตถุดิบคือ เปลือกทุเรียน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณบิดา มารดา และเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยรับฟังปัญหา ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือทำให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ให้ผ่านไปด้วยดี

และกำลังใจอันสำคัญของผู้จัดทำ ขอขอบคุณ นางสาวกมลลักษณ์ วรรณ ตัวผู้จัดทำเองที่ตั้งใจกับปัญหาพิเศษเรื่องนี้ทั้งในด้านการลงมือทำ การคิดค้น การหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้ออกมาดีที่สุด ซึ่งในระยะเวลาการปฏิบัติการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เป็นช่วงของการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จึงมีการปิดสถานที่ต่างๆ รวมถึงห้องปฏิบัติการของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สถานที่ที่ผู้จัดทำมาทำปัญหาพิเศษ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การดำเนินงานไม่สะดวกเท่าที่ควร แต่ทุกอย่างก็ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากกำลังใจทุกๆ ฝ่าย

ในนามของผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานปัญหาพิเศษที่ผู้จัดทำได้ศึกษาและค้นคว้ามานี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจไม่มากนักน้อย หากรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

กมลลักษณ์ วรรณ

17 มิถุนายน 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ทฤษฎี.....	3
2.1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทุเรียน.....	3
2.1.2 ประเภทของน้ำมันที่ใช้ประกอบอาหารในปัจจุบัน.....	3
2.1.3 การดูดซับ (Adsorption).....	4
2.2 วิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	7
3.1 วัสดุดิบและสารเคมี.....	7
3.2 อุปกรณ์.....	7
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	8
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	12
4.1 ผลการทดลองการหาปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield) และน้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนด้วยวิธีการทั้ง 6 วิธี.....	12
4.2 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์.....	16
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	19
5.1 สรุปผล.....	19
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	20
บรรณานุกรม.....	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	23
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนแห้ง.....	24
ภาคผนวก ข การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันจากสัตว์.....	27
ภาคผนวก ค.....	28
ภาคผนวก ค.1 กระดาษเปลือกทุเรียนที่ผ่านการสกัดที่แตกต่างกัน.....	28
ภาคผนวก ค.2 กระดาษเปลือกทุเรียนที่ผ่านการสกัดที่แตกต่างกันด้วยเลนส์ขยาย 12x.....	30
ประวัติผู้เขียน.....	31



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1	
เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield) และน้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm)	
จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนด้วยวิธีการที่แตกต่างกันทั้ง 6 วิธี.....	14
4.2	
เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์	
จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนด้วยวิธีการที่แตกต่างกันทั้ง 6 วิธี.....	17



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 แผนภาพการไหลของการเตรียมวัตถุดิบ.....	8
3.2 แผนภาพการไหลของการสกัดเส้นใยโดยไม่ใช้สารเคมี (NON-Chemical treatment).....	8
3.3 แผนภาพการไหลของการสกัดเส้นใยด้วยวิธีการทางเคมี (Chemical treatment).....	9
3.4 แผนภาพการไหลของการทำเยื่อเป็นแผ่นกระดาษ.....	10
4.1 กราฟแสดงปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield) จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนทั้ง 6 วิธี.....	15
4.2 กราฟแสดงน้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนทั้ง 6 วิธี.....	15
4.3 กราฟแสดงประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชจากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนทั้ง 6 วิธี.....	18
4.4 กราฟแสดงประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากสัตว์จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนทั้ง 6 วิธี.....	18
ก.1 เปลือกทุเรียนแห้ง (พันธุ์หมอนทอง).....	24
ก.2 เปลือกทุเรียนแห้งที่ไม่แช่น้ำ และเปลือกทุเรียนแห้งที่แช่น้ำ ก่อนการสกัดในขั้นตอนต่อไป.....	24
ก.3 การสกัดเปลือกทุเรียนแห้งที่ผ่านกระบวนการทางเคมี.....	25
ก.4 เครื่องปั่น Panasonic รุ่น MX-AC400 และตัวอย่างของเส้นใยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ และไม่ผ่านการสกัดด้วยสารเคมีจากการปั่นด้วยเครื่องปั่น Panasonic.....	25
ก.5 การทำให้แห้งด้วยวิธีการเข้าตู้อบลมร้อน.....	26
ก.6 ตัวอย่างกระดาษที่ผ่านการแช่น้ำและต้มเยื่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์.....	26
ข.1 น้ำมันที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับคือ น้ำมันปาล์ม และน้ำมันหมูจากการทอดหมูสามชั้นด้วย Air Fryer.....	27
ค.1.1 กระดาษที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ แต่ไม่ผ่านการต้มเยื่อด้วยสารเคมี (NS-NC).....	28
ค.1.2 กระดาษที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อ (NS-NaOH).....	28
ค.1.3 กระดาษที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ ใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ในการต้มเยื่อ (NS-KOH).....	28
ค.1.4 กระดาษที่ผ่านการแช่น้ำ แต่ไม่ผ่านการต้มเยื่อด้วยสารเคมี (S-NC).....	29
ค.1.5 กระดาษที่ผ่านการแช่น้ำ ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อ (S-NaOH).....	29
ค.1.6 กระดาษที่ผ่านการแช่น้ำ ใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ในการต้มเยื่อ (S-KOH).....	29
ค.2.1 เส้นใยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ ไม่ผ่านกระบวนการสกัดทางเคมี (NS-NC).....	30
ค.2.2 เส้นใยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ สกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NS-NaOH).....	30
ค.2.3 เส้นใยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ สกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (NS-KOH).....	30
ค.2.4 เส้นใยที่ผ่านการแช่น้ำ ไม่ผ่านกระบวนการสกัดทางเคมี (S-NC).....	30
ค.2.5 เส้นใยที่ผ่านการแช่น้ำ สกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (S-NaOH).....	30
ค.2.6 เส้นใยที่ผ่านการแช่น้ำ สกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (S-KOH).....	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ถูกจัดเป็นราชาแห่งผลไม้ไทย โดยผลผลิตของทุเรียนภาคตะวันออกในปี 2563 เพิ่มขึ้นสูง และมีการส่งออกทั้งในและต่างประเทศ โดยมูลค่าส่งออกสินค้าทุเรียนสดและทุเรียนแช่แข็งในไตรมาส 1/2563 มีมูลค่าเพิ่ม 25.78% ส่งออกไปตลาดจีนเป็นอันดับ 1 และสหรัฐอเมริกาที่เพิ่มขึ้น 12% ถึงแม้จะมีวิกฤตโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) แต่ยอดขายทุเรียนก็ยังสูงขึ้นต่อเนื่อง (ประชาชาติ, 2563) และสำหรับความต้องการในประเทศเองก็ยังมียอดขายที่สูงขึ้นจากกระแสการขายทุเรียนออนไลน์อีกด้วย จากการขยายตัวดังกล่าวทำให้เปลือกทุเรียนเพิ่มมากขึ้น และเป็นปัญหาที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในทุกพื้นที่ของชุมชนคือ การเพิ่มพื้นที่ขยะจากเปลือกทุเรียน ซึ่งเมื่อปี 2562 จังหวัดเชียงใหม่ได้ประสบปัญหาเปลือกทุเรียนที่เยอะเกินการจัดเก็บ ทางเทศบาลนครเชียงใหม่ต้องเก็บเปลือกทุเรียนจากตลาดสดและครัวเรือนวันละ 8 ตัน ในการกำจัดเปลือกทุเรียนให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ซึ่งหากการฝังกลบจะมีต้นทุนที่สูงถึง 1 ตันต่อ 900 บาท (TNN Thailand, 2019) จึงมีการนำเปลือกทุเรียนมาพัฒนา เช่น การทำปุ๋ย (ธาวิดา, 2563) หรือบางวิจัยนำไปทำไบโอพลาสติก (ศิริพร และคณะ, 2558), รองเท้าจากเปลือกทุเรียน (Praornpit, 2019), ผงซักฟอกจากเปลือกทุเรียน (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2561) เป็นต้น เนื่องจากเปลือกทุเรียนมีปริมาณเซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ที่ขรุขระอยู่ถึง 30% และสามารถนำเซลลูโลสมาแปรคุณสมบัติเป็นคาร์บอนซีเมตลเซลลูโลส หรือ CMC ได้ นอกจากเซลลูโลสแล้ว ยังพบองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ อีกคือ ลิกนิน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส สารแทรกที่รวมกันเรียกว่า ไฮโดรเซลลูโลส จึงเป็นเหตุผลสำหรับรายงานปัญหาพิเศษชิ้นนี้ในการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันระหว่างเปลือกทุเรียนที่สกัดด้วยการไม่แช่น้ำ (NON-Soaking) และการแช่น้ำ (Soaking) ก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NON-Chemical treatment) และการใช้สารเคมี (Chemical treatment) ที่แตกต่างกันคือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ซึ่งการทดสอบนี้สามารถพัฒนาเป็นกระดาษซับน้ำมันและกระดาษกรองน้ำมันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield) น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) รวมทั้งประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันจากสัตว์ จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนโดยวิธีการที่ต่างกัันทั้ง 6 วิธี คือ การไม่แช่น้ำ (NON-Soaking) ก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NON-Chemical treatment), การไม่แช่น้ำ (NON-Soaking) ก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), การไม่แช่น้ำ (NON-Soaking) ก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH), การแช่น้ำ (Soaking) ก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NON-Chemical treatment), การแช่น้ำ (Soaking) ก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), การแช่น้ำ (Soaking) ก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อทราบถึงปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield) น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) รวมทั้งประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันจากสัตว์ จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนโดยวิธีการที่ต่างกัันทั้ง 6 วิธี คือ การไม่แช่น้ำ (NON-Soaking) ก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NON-Chemical treatment), การไม่แช่น้ำ (NON-Soaking) ก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), การไม่แช่น้ำ (NON-Soaking) ก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH), การแช่น้ำ (Soaking) ก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NON-Chemical treatment), การแช่น้ำ (Soaking) ก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH), การแช่น้ำ (Soaking) ก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทุเรียน

ทุเรียน (Durian) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Duriozibethinus* โดยมีแหล่งกำเนิดอยู่ในสุมาตรา หรือ บอร์เนียว ลักษณะของต้นเป็นไม้ผลยืนต้น ไม่ผลัดใบ ลำต้นตรง สูง 25-50 เมตรขึ้นอยู่กับชนิด ผลทุเรียนมีขนาดใหญ่และมีหนามแข็งปกคลุมทั่วเปลือก ขนาดยาวประมาณ 30 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวประมาณ 15 เซนติเมตร เปลือกมีสีเขียวถึงน้ำตาล เนื้อในมีสีเหลืองซีดถึงแดง แตกต่างกันไปตามสปีชีส์ ผิวใบเรียบลื่น มีไขววน ใบด้านบนมีสีเขียว ท้องใบมีสีน้ำตาลเส้นใบด้านล่างนูนเด่น ขอบใบเรียบ ดอกช่อมี 3-30 ช่อบนกิ่งเดียวกัน เกิดตามลำต้น และกิ่งก้านยาว 1-2 เซนติเมตร ลักษณะดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบเลี้ยงและมีกลีบดอก 5 กลีบ (บางครั้งอาจมี 4 หรือ 6 กลีบ) มีสีขาวหอม ลักษณะดอกคล้ายระฆัง ช่วงเวลาออกดอก 1-2 ครั้งต่อปี ช่วงเวลาออกดอกขึ้นกับชนิดสายพันธุ์ และสถานที่ปลูกเลี้ยง โดยทั่วไปทุเรียนจะให้ผลเมื่อมีอายุ 4-5 ปี โดยจะออกตามกิ่งและสุกหลังจากผสมเกสรไปแล้ว 3 เดือน ผลเป็นผลสดชนิดผลเดี่ยว อาจยาวมากกว่า 30 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางอาจยาวกว่า 15 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 1-3 กิโลกรัม เป็นรูปรีถึงกลม เปลือกทุเรียนมีหนามแหลมเมื่อแก่ผลมีสีเขียว เมื่อสุกมีสีน้ำตาลอ่อนแตกตามแต่ละส่วนของผลเรียกเป็นพู เนื้อในมีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนถึงแดง ขึ้นกับชนิดเนื้อในจะนิ่ม (MedThai, 2017)

ตัวอย่างพันธุ์ทุเรียนในประเทศไทยที่นิยมปลูกกันมี 4 พันธุ์ คือ กระจุก ผลจะมีขนาดค่อนข้างเล็ก น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม ผลมีลักษณะค่อนข้างกลมด้านหัวและด้านท้ายผลค่อนข้างป้าน, ชะนี (D123) ผลมีขนาดปานกลางถึงใหญ่ น้ำหนักประมาณ 2.5-3 กิโลกรัม โดยผลมีรูปทรงหวด กล่าวคือ กลางผลป่องหัวเรียว ก้นตัด, ก้านยาว (D158) ผลมีขนาดปานกลาง น้ำหนักประมาณ 3 กิโลกรัม ทรงผลกลมเห็นพูไม่ชัดเจน และหมอนทอง (D159) ผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 3-4 กิโลกรัม ทรงผลค่อนข้างยาวมีป่าผลปลายผลแหลม พูมักไม่ค่อยเต็มทุกพู (Specksdurian, 2019)

2.1.2 ตัวอย่างประเภทของน้ำมันที่ใช้ประกอบอาหารในปัจจุบัน

2.1.2.1 น้ำมันพืช ตัวอย่างเช่น น้ำมันปาล์มโอเลอิน ผลิตได้จากผลของต้นปาล์ม นิยมนำไปประกอบอาหาร โดยน้ำมันชนิดนี้เหมาะกับปรุงอาหารด้วยวิธีการทอดที่ต้องใช้ความร้อนสูงๆ ที่น้ำมันพืชหลายๆ ชนิดไม่สามารถทำได้

2.1.2.2 น้ำมันจากสัตว์ ตัวอย่างเช่น น้ำมันหมู องค์กรประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัวมีคุณสมบัติเป็นไขได้ง่ายเมื่ออากาศเย็น ไขมันสัตว์มีกลิ่นเหม็นหืนได้ง่ายเมื่อทิ้งไว้ที่อุณหภูมิธรรมดา ไขมันจากสัตว์นอกจากมีไขมันอิ่มตัวแล้วยังมีโคเลสเตอรอลอีกด้วย การกินไขมันสัตว์มากอาจจะทำให้ระดับโคเลสเตอรอลในเลือดสูงขึ้นซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญต่อการเกิดโรคหัวใจขาดเลือด (Amprohealth, 2020)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การดูดซับ

2.1.3.1 ตัวดูดซับ แบ่งได้เป็น 5 ประเภท คือ ถ่านกัมมันต์, สารอินทรีย์สังเคราะห์, วัสดุชีวภาพ เช่น ชีลื้อย ไคโตซาน เป็นต้น, สารอินทรีย์ เช่น ดินเหนียวต่างๆ ถ่านกระดูก เป็นต้น, สารดูดซับชีวภาพ ได้แก่ เอนไซม์ต่างๆ เซลล์แบคทีเรีย โดยมีกระบวนการดูดซับที่เกี่ยวข้องกับการสะสมตัวของสาร หรือความเข้มข้นของสารที่บริเวณพื้นผิวหรือระหว่างผิวหน้า (interface) กระบวนการนี้สามารถเกิดที่บริเวณผิวสัมผัสระหว่าง 2 สภาวะใดๆ เช่น ของเหลวกับของเหลว ก๊าซกับของเหลว ก๊าซกับของแข็ง หรือของเหลวกับของแข็ง โดยโมเลกุลหรือคอลลอยด์ที่ถูกดูดซับเรียกว่า “สารถูกดูดซับ” ส่วนสารที่ทำหน้าที่ดูดซับเรียกว่า “สารดูดซับ” กลไกของกระบวนการดูดซับเป็นกระบวนการกักพวงสารละลายหรือสารแขวนลอยขนาดเล็กซึ่งละลายอยู่ในน้ำให้อยู่บนผิวของสารอีกชนิดหนึ่ง โดยที่สารละลายหรือสารแขวนลอยขนาดเล็กนี้ เรียกว่า “adsorbate” ส่วนของแข็งที่มีผิวเป็นที่เกาะจับของสารที่ถูกดูดซับ เรียกว่า “adsorbent” การดูดซับนี้จะเป็นการดูดซับแบบระหว่างสถานะต่างๆ ทั้ง 3 สถานะ คือของเหลว ก๊าซ และของแข็ง ซึ่งมีได้ทั้งแบบ ของเหลว-ของเหลว ก๊าซ-ของเหลว ก๊าซ-ของแข็ง และของเหลว-ของแข็ง

2.1.3.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับ แบ่งได้ดังนี้

ก. สมบัติของตัวดูดซับ พื้นที่ผิวและโครงสร้างของรูพรุนโดยพื้นที่ผิวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับรูพรุน หากรูพรุนมีมากทำให้พื้นที่ผิวในการดูดซับมาก ดังนั้นความสามารถในการดูดซับก็จะมากขึ้น การดูดซับจะเกิดได้ดีเมื่อโมเลกุลของตัวถูกดูดซับมีขนาดเล็กกว่ารูพรุนเล็กน้อย หากรูพรุนมีมากแต่มีขนาดเล็ก หรือรูพรุนมีขนาดใหญ่ แต่ปากรูพรุนมีขนาดเล็กก็ไม่ทำให้ความสามารถในการดูดซับเพิ่มขึ้น

ข. สมบัติของสารที่ถูกดูดซับ สมบัติของสารที่มีผลต่อการดูดซับที่เด่นชัด 2 ประการ คือ สภาพการละลายกับน้ำหนักและขนาดโมเลกุล สารที่มีความสามารถในการละลายสูงจะถูกดูดซับได้น้อยเนื่องจากก่อนที่เกิดกระบวนการดูดซับจะต้องมีการทำลายพันธะของตัวถูกละลายก่อน ซึ่งถ้าไม่มีการทำลายพันธะก็ไม่สามารถเกิดการดูดซับได้ ถ้าน้ำหนักโมเลกุลและขนาดโมเลกุลของสารที่ดูดซับเพิ่มขึ้นความสามารถในการดูดซับจะเพิ่มขึ้นตาม และโมเลกุลที่มีโครงสร้างเป็นแบบกิ่งจะถูกดูดซับได้ดีกว่าโมเลกุลที่เป็นเส้นตรง

ค. ค่าความเป็นกรด-ด่าง การดูดซับขึ้นกับสภาพความเป็นขั้วของพื้นที่ผิวของตัวดูดซับ ตัวอย่างเช่น หาก pH ลดลง ส่งผลให้เกิดไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) บนพื้นที่ผิวดูดซับเพิ่มขึ้นทำให้กระบวนการดูดซับไอออนลบเกิดได้มากขึ้น

ง. อุณหภูมิ การเพิ่มของอุณหภูมิทำให้การแพร่ผ่านของสารที่ถูกดูดซับไปยังรูพรุนของตัวดูดซับเร็วขึ้น แต่จะส่งผลให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารที่ถูกดูดซับกับพื้นที่ผิวของตัวดูดซับลดลง

จ. เวลาสัมผัส เป็นตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับในการบำบัดน้ำเสีย ระยะเวลาที่ใช้ในการสัมผัสต้องเหมาะสมที่จะทำให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดที่ดีที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวดูดซับและสารถูกดูดซับ ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมต้องทำการศึกษาในระดับปฏิบัติการก่อนนำไปใช้จริง (สรารุศ, 2550; ปรรณนา, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 วุฒินันท์ (2545) ศึกษาขั้นตอนการสกัดเส้นใยจากปอสาไว้ ดังนี้ การเตรียมวัตถุดิบก่อนต้ม โดยนำวัตถุดิบแช่ค้างคืนก่อนเพื่อให้วัตถุดิบอ่อนตัวก่อนนำไปต้ม ทำได้ 2 วิธี คือ การแช่น้ำในน้ำธรรมดา และการแช่น้ำในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อน จากการทดลองผลการแช่เปลือกปอสาในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อนนำไปต้มเยื่อจะช่วยลดปริมาณลิกนินในเยื่อลงได้มาก โดยปริมาณลิกนินจะลดลงตามปริมาณ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการแช่ และจะทำให้การต้มมีประสิทธิภาพดีกว่าด้วย แต่การแช่วัตถุดิบไม่ว่าจะในน้ำธรรมดาหรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ต้องคำนึงถึงวัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ หนาและยาวเกินไปด้วย จำเป็นต้องมีการสับหรือตัดให้มีขนาดเล็กลงเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการย่อยสลายและสะดวกในการปฏิบัติงานในช่วงของการต้มด้วย ต่อมาการย่อยสลายเยื่อเป็นการสกัดหรือย่อยสารจำพวกลิกนิน เฮมิเซลลูโลส สารแทรกต่างๆ ออกไปจากเส้นใยหรือเซลลูโลสโดยทั่วไป การย่อยสลายเยื่อนี้สามารถทำได้ 3 วิธีด้วยกันคือ วิธีกล, วิธีชีวเคมี และวิธีเคมี ในที่นี้กล่าวถึงวิธีเคมี ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรรมวิธี คือกรรมวิธีซัลเฟต (sulphate process) ใช้สารพวก sodium hydroxide (NaOH) และ sodium sulfide (Na₂S), กรรมวิธีโซดา (soda process) ใช้ sodium hydroxide เพียงอย่างเดียว บางแห่งจะเติม sodium sulfide ในการต้มประมาณร้อยละ 5 เยื่อกระดาษที่ได้จะมีคุณสมบัติดีกว่ากรรมวิธี sulphate process กรรมวิธีโซดาและกรรมวิธีซัลเฟตคล้ายคลึงกันมาก บางทีเรียกรวมๆ กันว่า alkali process เพราะน้ำยาที่ใช้มีสภาพเป็นด่าง, กรรมวิธีซัลไฟต์ (sulphite process) ข้อดีคือเยื่อที่ได้จะมีสีค่อนข้างขาว นำไปทำกระดาษได้เลย หรือมีการฟอกสีเพียงเล็กน้อย ข้อเสียไม่สามารถใช้กับไม้ทุกชนิดได้เหมือนกรรมวิธีซัลเฟต และเนื่องจากน้ำยามีสภาพเป็นกรดทำให้เครื่องมือเป็นสนิมได้ง่าย และเป็นสาเหตุที่ทำให้กระดาษมีสภาพเป็นกรด ตัวอย่างต่างที่ใช้ต้มเยื่อ เช่น ซีเถ้า (potassium carbonate) โดยปกติปริมาณที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณ เยื่อสาที่ผ่านการต้มด้วยซีเถ้าจะมีคุณภาพไม่ดี และไม่มี ความสม่ำเสมอ, ปูนขาว (calcium hydroxide) ปกติใช้ต้มเยื่อที่ความเข้มข้นร้อยละ 20-40 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ถ้าเป็นเปลือกในของสาใช้เวลาต้ม 2 ชั่วโมงหลังจากเดือด วิธีนี้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมค่อนข้างน้อย, โซดาแอช (sodium carbonate) โดยปกติจะใช้ต้มเยื่อที่ความเข้มข้นร้อยละ 18-20 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง, โซดาไฟ (sodium hydroxide) โดยปกติจะใช้ต้มเยื่อที่ความเข้มข้นร้อยละ 7-15 ของน้ำหนักเปลือกแห้ง ขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบที่จะนำมาต้ม, ใช้การผสมระหว่างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วน 3:2:2 แทนการใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ชนิดเดียว จะช่วยลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมได้ เยื่อกระดาษที่ได้มีคุณสมบัติทางกายภาพไม่แตกต่างไปจากการต้มด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่ต้นทุนการผลิตจะสูงขึ้น เนื่องจากสารพวกโพแทสเซียมจะมีราคาสูงกว่า สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในการต้มวัตถุดิบ นิยมใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยปกติเส้นใยจะถูกยึดด้วยโพลีแซคคาไรด์ที่เรียกว่า สารเพคติน และลิกนิน ซึ่งเป็นสารที่มีแรงยึดเหนี่ยวสูง เส้นใยของปอสาปริมาณลิกนินอยู่น้อย เมื่อต้มด้วยด่างจึงกลายเป็นเส้นใยได้ง่าย การต้มเยื่อนี้ต้องใช้ความระมัดระวัง เนื่องจากสารที่เป็นกาว (เฮมิเซลลูโลส) จะละลายในน้ำพร้อมกับการละลายของสารยึดเหนี่ยวต่างๆ ระหว่างการต้มเฮมิเซลลูโลสถ้ายังเหลืออยู่ในเส้นใยจะทำให้เยื่อกระดาษจับตัวเป็นแผ่นเรียบและแน่นขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ต่างแรงเกินไปจะทำให้การต้มเยื้อง่ายขึ้น แต่จะทำให้เกิดการแตกตัวของเส้นใยและเฮมิเซลลูโลสด้วย ทดสอบได้โดยการจับดูหรือวัดแรงฉีกขาดของเส้นใย ปัจจุบันนิยมใช้เครื่องตีเยื่อเพื่อให้เกิดการตัดเส้นใยให้สั้นลงและแตกของเส้นใยเพื่อให้เกิดการแตกของผนังเซลล์เส้นใยเยื่อและท้ายที่สุดการทำแห้งกระดาษ มี 2 วิธีคือการตากแดดเป็นวิธีที่ประหยัดโดยนำตะแกรงที่น้ำไหลออกจากเยื่อหมดแล้วตั้งเอียง 45 องศา หันด้านที่มีกระดาษเข้าหาแสงแดด กระดาษจะแห้งเร็วหรือช้าจะขึ้นกับสภาพของอากาศและความหนาของกระดาษด้วย โดยปกติจะแห้งในเวลา 2-3 ชั่วโมง และอีกวิธีคือใช้ตู้อบ สามารถอบกระดาษได้ตลอดเวลา โดยไม่มีปัญหาของสภาพอากาศแต่การลงทุนค่อนข้างสูง

2.2.2 ชยาภาส (2549) ได้กล่าวถึงการใช้สารโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อแทนการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์จะทำปฏิกิริยากับเยื่อ โดยจะทำการชะลิกนินออกจากเยื่อ และน้ำต้มเยื่อหลังการต้มเยื่อสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ซึ่งบางโรงงานได้มีการปล่อยน้ำต้มเยื่อลงในแหล่งน้ำ สารลิกนินที่อยู่ในน้ำต้มเยื่อทำปฏิกิริยากับคลอไรด์จะก่อให้เกิดสารไดออกซิน

2.2.3 Penjumras และคณะ (2014) กล่าวถึงขั้นตอนการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียน โดยเตรียมเปลือกทุเรียน 20 กรัมล้างให้สะอาด แขน้ำกลั่นร้อน 640 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร เติมกรดแอสติก 4 มิลลิลิตร และโซเดียมคลอไรด์ 8 กรัมลงในบีกเกอร์ทุกชั่วโมง เป็นเวลาทั้งหมด 5 ชั่วโมงจนแยกลิกนินออกจากเส้นใย ทั้งตัวอย่างไว้ใน water bath เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นล้างออกด้วยน้ำเปล่า ต่อมานำ holocellulose ที่ได้มารวมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 17.5% 80 มิลลิลิตร คนด้วยแท่งแก้วจากนั้นจึงนำไปต้มโดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 17.5% 40 มิลลิลิตร 3 ครั้ง ทุกๆ 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ใช้เวลาสำหรับการต้มสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทั้งหมด 45 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่น 240 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมงก่อนกรองสารละลายออกจากเส้นใยที่สกัดได้ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 8.3% 800 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ล้างด้วยน้ำเปล่า เติมกรดแอสติก ความเข้มข้น 10% 120 มิลลิลิตร เพื่อล้างต่างแรงก่อนปล่อยสู่ธรรมชาติ กรองเซลลูโลสที่ได้ ล้างด้วยน้ำเปล่าทำให้แห้งด้วย vacuum oven 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลาทั้งคืน หลังจากนั้นจึงบันทึกน้ำหนักเส้นใย

2.2.4 เอื้อการย์ และคณะ (2561) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของงในการดูดซับน้ำมันในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสม เวลาที่เหมาะสม ประสิทธิภาพของเส้นใยงและเส้นใยงปรับปรุงสภาพในการดูดซับน้ำมัน โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ คือน้ำมันพืช 10 มิลลิลิตรรวมกับน้ำ 500 มิลลิลิตร วัสดุดูดซับคือเส้นใยงและเส้นใยงปรับปรุงสภาพที่ปริมาณ 1, 2, 3 และ 4 กรัมระยะเวลาการดูดซับ 10, 20 และ 30 นาที ผลการวิจัยพบว่าเมื่อใช้ปริมาณเส้นใยงและเส้นใยงปรับปรุงสภาพ 4 กรัมที่ระยะเวลาการดูดซับ 10 นาที มีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันมากที่สุดที่ร้อยละ 98.97 และร้อยละ 96.22 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัสดุดิบ

3.1.1.1 เปลือกทุเรียน (พันธุ์หมอนทอง) จากตลาดสดมีนบุรี

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 10%

3.1.2.2 สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 10%

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์แปรรูป เช่น มีด เขียง กะละมัง ถาด เป็นต้น

3.2.2 เครื่องชั่งความละเอียด 2 ตำแหน่ง รุ่น Ohuau (ARC 120), USA

3.2.3 เครื่องชั่งความละเอียด 4 ตำแหน่ง รุ่น Mettler Toledo (MS2045/01), Switzerland

3.2.4 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) รุ่น Memmert (UM 400), Germany

3.2.5 บีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร

3.2.6 บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2.7 บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร

3.2.8 เครื่องปั่น Panasonic รุ่น MX-AC400

3.2.9 เตาไฟฟ้า (Hot plate)

3.2.10 แท่งคนสาร

3.2.11 ช้อนตักสาร

3.2.12 ตะแกรงล้างเยื่อ

3.2.13 ตะแกรงขึ้นรูปขนาด 10×15 เซนติเมตร

3.2.14 อ่างช้อนเยื่อ

3.2.15 กล่องเก็บซิลิกา

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

นำเปลือกทุเรียนที่มีทั้งส่วนที่เป็นสีเขียวและขาวมาล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับเปลือกทุเรียน หั่นให้เป็นแผ่นบาง (ภาพภาคผนวก ก.1) และเข้าอบให้เปลือกทุเรียนแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้งสนิท เก็บเปลือกทุเรียนแห้งไว้ในกล่องมิดชิดที่ใส่ซิสิกากอยู่เพื่อกันความชื้น เตรียมสำหรับการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนในขั้นตอนที่ 3.3.2 และ 3.3.3

เปลือกทุเรียนมีทั้งส่วนที่เป็นสีเขียวและขาว

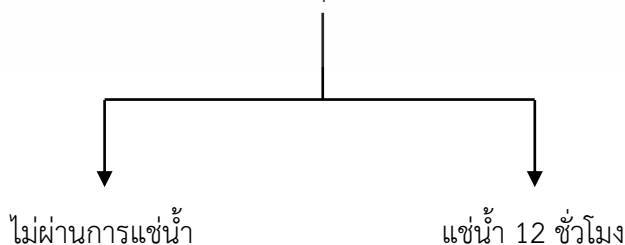


ภาพที่ 3.1 แผนภาพการไหลของการเตรียมวัตถุดิบ

3.3.2 ขั้นตอนการสกัดเส้นใยโดยไม่ใช้สารเคมี

นำเปลือกทุเรียนแห้งจากขั้นตอนที่ 3.3.1 ชั่งน้ำหนักเปลือกทุเรียนแห้ง 30 กรัมเตรียมไว้โดยไม่ผ่านการแช่น้ำ และชั่งน้ำหนักเปลือกทุเรียนแห้ง 30 กรัม ทำการแช่น้ำ จนท่วมเปลือกทุเรียนแห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมง (ภาพภาคผนวก ก.2) เตรียมสำหรับขั้นตอนที่ 3.3.4 การทำเยื่อเป็นแผ่นกระดาษต่อไป

ชั่งน้ำหนักเปลือกทุเรียนแห้ง 30 กรัม



ภาพที่ 3.2 แผนภาพการไหลของการสกัดเส้นใยโดยไม่ใช้สารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ขั้นตอนการสกัดเส้นใยด้วยวิธีการทางเคมี

นำเปลือกทุเรียนแห้งจากขั้นตอนที่ 3.3.1 ชั่งน้ำหนักเปลือกทุเรียนแห้ง 30 กรัม เตรียมไว้โดยไม่ผ่านการแช่น้ำ ก่อนทำการสกัดเส้นใยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนักเยื่อแห้ง และชั่งน้ำหนักเปลือกทุเรียนแห้ง 30 กรัมทำการแช่น้ำ จนท่วมเปลือกทุเรียนแห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำการสกัดเส้นใยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนักเยื่อแห้ง โดยใช้อัตราส่วนสารละลายต่อเปลือกทุเรียนแห้งคือ 6 : 1 เวลาที่ใช้ในการสกัดเส้นใยคือ 2 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Masrol et al., 2015) เมื่อครบเวลาดังที่ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำเปล่าให้สะอาด ล้างจนกว่าสีของน้ำที่ล้างออกมาจะเป็นสีน้ำใสปกติ ทำซ้ำโดยเปลี่ยนสารละลายเป็นสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนักเยื่อแห้ง (ภาพภาคผนวก ก.2, ก.3) เพื่อเตรียมสำหรับขั้นตอนที่ 3.3.4 การทำเยื่อเป็นแผ่นกระดาษต่อไป



ภาพที่ 3.3 แผนภาพการไหลของการสกัดเส้นใยด้วยวิธีการทางเคมี

3.3.4 ขั้นตอนการทำเยื่อเปลือกทุเรียนเป็นแผ่นกระดาษ

นำเยื่อเปลือกทุเรียนที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.3.2 และ 3.3.3 บดกระจายเส้นใยจากเปลือกทุเรียนที่สกัดให้แตกตัวออกจากกันด้วยเครื่องปั่น Panasonic รุ่น MX-AC400 เบอร์ 1 นาน 1 นาที โดยเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตรเพื่อช่วยต่อการกระจายของเส้นใย (ภาพภาคผนวก ก.4) จากนั้นนำอ่างใส่น้ำและตะแกรงสำหรับตากแผ่นกระดาษ โดยให้ตะแกรงสำหรับตากแผ่นกระดาษโดนน้ำในอ่างประมาณ 1 ใน 3 ส่วนของความสูงตะแกรง ใส่เยื่อเปลือกทุเรียนที่ผ่านการปั่นลงไป กระจายให้ทั่วแผ่นตะแกรงเกลี่ยให้เสมอกัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำอย่างนี้กับทุกเยื่อเปลือกทุเรียนที่ผ่านการปั่น ก่อนนำเข้าอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้งสนิท (ภาพภาคผนวก ก.5) หลังจากนั้นนำแผ่นกระดาษเปลือกทุเรียนที่ได้จากการสกัดออกจากตะแกรง โดยระวังไม่ให้ฉีกขาดระหว่างการนำออกจากตะแกรง (ภาพภาคผนวก ก.6) และนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3.3.5, 3.3.6 และ 3.3.7

เยื่อเปลือกทุเรียนที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.3.2 และ 3.3.3

กระจายเยื่อของเส้นใยเปลือกทุเรียนให้แตกตัวออกจากกันด้วย
เครื่องปั่น Panasonic รุ่น MX-AC400 นาน 1 นาที
เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตรเพื่อง่ายต่อการกระจายของเส้นใย

นำอ่างใส่น้ำ โดยให้ตะแกรงที่ใช้สำหรับตากแผ่นกระดาษโดนน้ำในอ่าง
ประมาณ 1 ใน 3 ส่วนของความสูงตะแกรง ใส่เยื่อเปลือกทุเรียนที่ผ่าน
การปั่นลงไปกระจายให้ทั่วแผ่นตะแกรงและเกลี่ยให้เสมอกัน

อบแห้งในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 130°C
ใช้เวลา 2 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง

นำแผ่นกระดาษเปลือกทุเรียนที่ได้จากการสกัดออกจากตะแกรง โดยระวังไม่ให้ฉีกขาด
ระหว่างการนำออก และนำไปวิเคราะห์ขั้นตอนที่ 3.3.5, 3.3.6 และ 3.3.7

ภาพที่ 3.4 แผนภาพการไหลของการทำเยื่อเป็นแผ่นกระดาษ

3.3.5 ขั้นตอนการหาปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield)

จากสูตร (ดัดแปลงจาก Penjumras et al., 2014)

$$\text{ปริมาณเส้นใยที่เหลือ} = \frac{\text{น้ำหนักเปลือกทุเรียนหลังการสกัด}}{\text{น้ำหนักเปลือกทุเรียนก่อนการสกัด}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 ขั้นตอนการหาน้ำหนักกระดาษมาตรฐาน

นำแผ่นกระดาษเปลือกทุเรียนที่ได้จากการสกัดมาชั่งน้ำหนัก และวัดขนาดของกระดาษ เพื่อหาค่า น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน g/m^2 หรือ gsm

3.3.7 ขั้นตอนการตรวจสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันจากสัตว์

นำกระดาษเปลือกทุเรียนที่สกัดตัดให้เป็นขนาด 4×4 เซนติเมตร และกำหนดให้มีน้ำหนักเท่ากันทุกแผ่นคือ 1 กรัม ใส่ในปิเกตเจอร์ขนาด 50 มิลลิลิตรที่ใส่ตัวอย่างน้ำมันปาล์ม (น้ำมันพืช) และน้ำมันหมู (น้ำมันสัตว์) (ภาพภาคผนวก ข.1) ปริมาณ 20 มิลลิลิตร แช่กระดาษทิ้งไว้ 2 นาที หลังจากนั้นนำกระดาษขึ้นมาตั้งทิ้งไว้ 5 นาที หาประสิทธิภาพการดูดซับของกระดาษ โดยคำนวณได้จากสูตรประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมัน (เอื้อการย์ และคณะ, 2561) ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมัน} = \frac{\text{น้ำมันที่หายไป}}{\text{น้ำมันทั้งหมด}} \times 100$$

3.3.8 แผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

การเปรียบเทียบปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield) น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ของเส้นใยที่สกัดด้วยวิธีการที่แตกต่างกันทั้ง 6 วิธี ซึ่งแบ่งเป็น การไม่แช่น้ำ และการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใย (2 วิธี) และการสกัดเส้นใยโดยไม่ใช้สารเคมี และใช้สารเคมีคือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (3 วิธี) โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Factorial in CRD, 3×2) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95% ($P \leq 0.05$) เปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ทำการทดลอง 5 ซ้ำ

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนโดยวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ การไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนสกัด ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น การไม่ใช้สารเคมี การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% รวมทั้งสิ้น 6 วิธี นำมาวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield), น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) ของกระดาษเปลือกทุเรียนที่สกัดได้ รวมทั้งการหาประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.1 ผลการทดลองการหาปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield) และน้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนด้วยวิธีการทั้ง 6 วิธี

การเปรียบเทียบปริมาณเส้นใยที่เหลือจากเส้นใยเปลือกทุเรียนที่สกัดโดยวิธีการที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NS-NC) วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NS-NaOH) วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (NS-KOH) วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (S-NC), วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (S-NaOH) และวิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (S-KOH) รวมทั้งสิ้น 6 วิธี ได้ผลการทดลองดังนี้

จากตารางที่ 4.1 วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (S-NC) มีปริมาณเส้นใยที่เหลืออยู่มากที่สุดคือ $45.37 \pm 1.14\%$ รองลงมาคือ วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NS-NC) $45.06 \pm 8.23\%$ วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (S-NaOH), วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NS-NaOH), วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (S-KOH), มีปริมาณเส้นใยที่เหลืออยู่คือ $18.49 \pm 2.07\%$, $14.00 \pm 2.06\%$, $12.53 \pm 3.95\%$ ตามลำดับ และวิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (NS-KOH) มีปริมาณเส้นใยที่เหลืออยู่น้อยที่สุดคือ $12.35 \pm 1.52\%$ วิธีการสกัดที่แตกต่างกันทั้ง 6 วิธีมีผลต่อปริมาณเส้นใยที่เหลือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากการใช้ข้อมูลทางสถิติ แผนการทดลองที่มีหลายปัจจัย factorial experiment 2×3 พิจารณาถึงการไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใย พบว่าการไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใยต่อปริมาณเส้นใยที่เหลือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ต่อมาพิจารณาถึงการไม่ใช้สารเคมีและการใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ ซึ่งแบ่งออกเป็นการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และการใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% พบว่าการไม่ใช้สารเคมีและการใช้สารเคมีมีผลต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเส้นใยที่เหลือมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการสกัดเส้นใยโดยการไม่ใช้สารเคมีนั้นมีปริมาณของส่วนประกอบที่ไม่ใช่เส้นใยกระจายอยู่บนพื้นผิว (Mandal and Chakrabarty, 2011) และปริมาณส่วนประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่เส้นใย เช่น ลิกนิน, เฮมิเซลลูโลส, เพคติน ซีฟิ่งและสิ่งสกปรก (Goda et al., 2006) สำหรับการไม่ใช้สารเคมีในการสกัดเส้นใยจะสลายเส้นใยคอมโพสิตและรวมกลุ่มเข้าด้วยกันกับเส้นใยที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นพื้นผิวเส้นใยที่หยาบจะถูกลดลง เฮมิเซลลูโลสถูกไฮโดรไลซ์โดยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในขณะที่ลิกนินก็ถูกกำจัดออกไปด้วย (Balogun et al., 2015) ดังภาพภาคผนวก ค. และเมื่อพิจารณาถึงการไม่ใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ ซึ่งแบ่งออกเป็นการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% พบว่าการไม่ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% ต่อปริมาณเส้นใยที่เหลือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

การเปรียบเทียบน้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) ของกระดาษเปลือกทุเรียนที่ได้จากการสกัดโดยวิธีการที่แตกต่างกันทั้ง 6 วิธี จากตารางที่ 4.1 วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NS-NC) มีน้ำหนักกระดาษมากที่สุด คือ 750.90 ± 177.24 gsm รองลงมาคือ วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (S-NC) 713.31 ± 150.46 gsm วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (S-NaOH) 279.26 ± 19.78 gsm วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NS-NaOH) 199.75 ± 39.17 gsm วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (S-KOH) 193.53 ± 57.01 gsm และน้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) ของกระดาษเปลือกทุเรียนที่น้อยที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (NS-KOH) 189.99 ± 28.15 gsm วิธีการสกัดที่แตกต่างกันทั้ง 6 วิธีมีผลต่อน้ำหนักกระดาษมาตรฐานของกระดาษเปลือกทุเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากการใช้ข้อมูลทางสถิติ แผนการทดลองที่มีหลายปัจจัย factorial experiment 2×3 พิจารณาถึงการไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใย พบว่าการไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใยต่อน้ำหนักกระดาษมาตรฐานของกระดาษเปลือกทุเรียนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ต่อมาพิจารณาถึงการไม่ใช้สารเคมีและการใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ พบว่าการไม่ใช้สารเคมีและใช้สารเคมีมีผลต่อน้ำหนักกระดาษมาตรฐานของกระดาษเปลือกทุเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงการไม่ใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ ซึ่งแบ่งออกเป็นการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% พบว่าการไม่ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และการใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% ต่อน้ำหนักกระดาษมาตรฐานของกระดาษเปลือกทุเรียนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากการใช้ข้อมูลทางสถิติ พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และการใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% ต่อปริมาณเส้นใยที่เหลือและน้ำหนักกระดาษมาตรฐานของกระดาษเปลือกทุเรียนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ทำให้สามารถใช้สารละลายโพแทสเซียมเอกซารีนเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

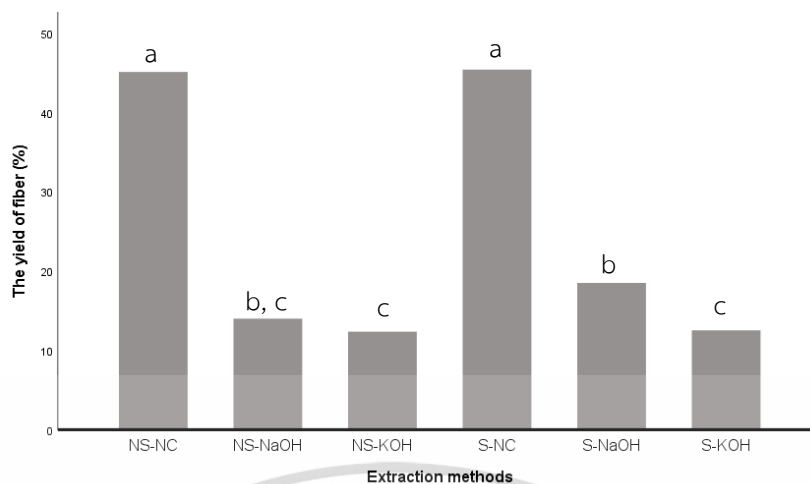
ไฮดรอกไซด์ทดแทนการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้ เนื่องจากสารลิกนินที่อยู่ในน้ำต้มเยื่อของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะก่อให้เกิดสารไดออกซินซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้นการลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อมโดยการใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์แทนได้ ซึ่งโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์มีองค์ประกอบของปุ๋ยคือ โพแทสเซียม (ชยาภาส, 2549)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield) และน้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนด้วยวิธีการที่แตกต่างกันทั้ง 6 วิธี

Extraction methods	Yield of fiber (%)	Standard weight of paper (gsm)
NS-NC	45.06±8.23 ^a	750.90±177.24 ^a
NS-NaOH	14.00±2.06 ^{b,c}	199.75±39.17 ^b
NS-KOH	12.35±1.52 ^c	189.99±28.15 ^b
S-NC	45.37±1.14 ^a	713.31±150.46 ^a
S-NaOH	18.49±2.07 ^b	279.26±19.78 ^b
S-KOH	12.53±3.95 ^c	193.53±57.01 ^b

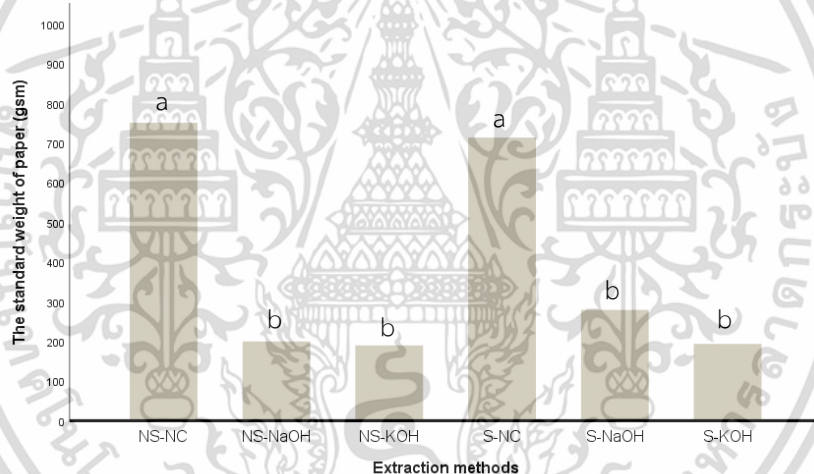
หมายเหตุ : a, b, c คือ อักษรกำกับในแนวนิ่ง แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ : a, b, c คือ อักษรกำกับแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield) จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนทั้ง 6 วิธี



หมายเหตุ : a, b คือ อักษรกำกับแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงน้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนทั้ง 6 วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์ของกระดาษเปลือกทุเรียนที่สกัดโดยวิธีการที่ต่างกัน ได้แก่วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NS-NC), วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NS-NaOH), วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (NS-KOH), วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (S-NC), วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (S-NaOH), และวิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (S-KOH) รวมทั้งสิ้น 6 วิธี ได้ผลการทดลองดังนี้

การดูดซับน้ำมันพืชจากกระดาษเปลือกทุเรียนที่มีวิธีการสกัดที่ต่างกันทั้ง 6 วิธี ดังตารางที่ 4.2 พบว่ากระดาษเปลือกทุเรียนที่สกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NS-NC) มีประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชมากที่สุด คือ $37.00 \pm 1.58\%$ รองลงมาเป็นวิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (S-NC) $28.80 \pm 2.89\%$ วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (S-KOH) วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (NS-KOH) วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NS-NaOH) $20.40 \pm 2.01\%$, $20.20 \pm 0.57\%$, $20.00 \pm 2.37\%$ ตามลำดับ และประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชน้อยที่สุด คือวิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (S-NaOH) $18.80 \pm 2.75\%$ วิธีการสกัดที่ต่างกันทั้ง 6 วิธีมีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

จากการใช้ข้อมูลทางสถิติ แผนการทดลองที่มีหลายปัจจัย factorial experiment 2×3 พิจารณาถึงการไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใย พบว่าการไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใยมีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ต่อมาพิจารณาถึงการไม่ใช้สารเคมีและการใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ พบว่าการไม่ใช้สารเคมีและการใช้สารเคมีมีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงการไม่ใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็นการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% ต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

การดูดซับน้ำมันสัตว์จากกระดาษเปลือกทุเรียนที่มีวิธีการสกัดที่ต่างกันทั้ง 6 วิธี ดังตารางที่ 4.2 พบว่าประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันสัตว์มากที่สุด คือกระดาษเปลือกทุเรียนที่สกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NS-NC) มี $34.60 \pm 1.95\%$ รองลงมาเป็นวิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (S-NC) $29.10 \pm 3.15\%$ วิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NS-NaOH) $20.20 \pm 3.29\%$ วิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (S-KOH) $20.10 \pm 2.33\%$ ต่อมาวิธีการสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (NS-KOH) $19.70 \pm 0.76\%$ และวิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (S-NaOH) น้อยที่สุดคือ $18.10 \pm 2.13\%$ วิธีการสกัดที่แตกต่างกันทั้ง 6 วิธีมีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันสัตว์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากการใช้ข้อมูลทางสถิติ แผนการทดลองที่มีหลายปัจจัย factorial experiment 2×3 พิจารณาถึงการไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใย พบว่าการไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใยมีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันสัตว์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ต่อมาพิจารณาถึงการไม่ใช้สารเคมีและใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ พบว่าการไม่ใช้สารเคมีและการใช้สารเคมีมีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันสัตว์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงการไม่ใช้สารเคมีและใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ พบว่าการไม่ใช้สารเคมีและการใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์แบ่งเป็นการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% ต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันสัตว์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

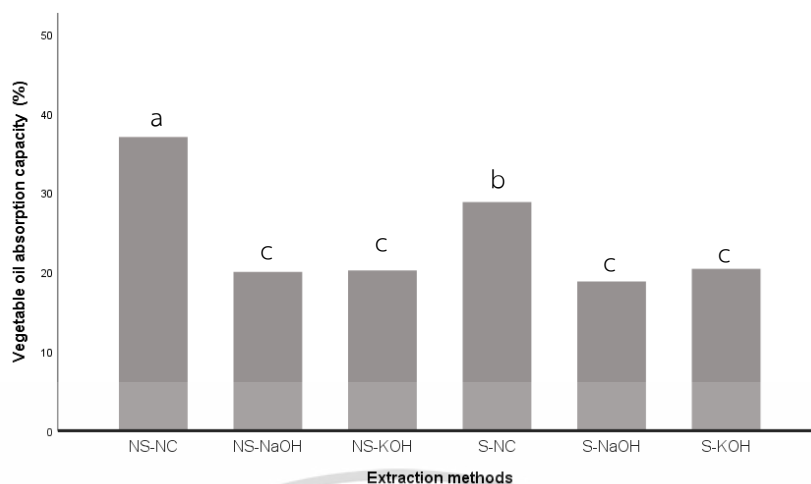
หนึ่งในปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับ คือพื้นที่ผิวและโครงสร้างของรูพรุน ซึ่งพื้นที่ผิวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับรูพรุน หากรูพรุนมีมากทำให้พื้นที่ผิวในการดูดซับมีมากขึ้นตาม ดังนั้นความสามารถในการดูดซับจะมากขึ้นไปด้วย (สรวุฑ, 2550) ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการสกัดเส้นใยโดยไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (NS-NC) และวิธีการสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี (S-NC) ทั้ง 2 วิธีดังกล่าวไม่ผ่านการสกัดโดยใช้สารเคมี จากภาพภาคผนวก ค.2 แสดงให้เห็นถึงเส้นใยหยาบ มีความเป็นรูพรุนมาก

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์ จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียน ด้วยวิธีการที่แตกต่างทั้ง 6 วิธี

Extraction methods	Vegetable oil absorption capacity (%)	Lard oil absorption capacity (%)
NS-NC	37.00 ± 1.58^a	34.60 ± 1.95^a
NS-NaOH	20.00 ± 2.37^c	20.20 ± 3.29^c
NS-KOH	20.20 ± 0.57^c	19.70 ± 0.76^c
S-NC	28.80 ± 2.89^b	29.10 ± 3.15^b
S-NaOH	18.80 ± 2.75^c	18.10 ± 2.13^c
S-KOH	20.40 ± 2.01^c	20.10 ± 2.33^c

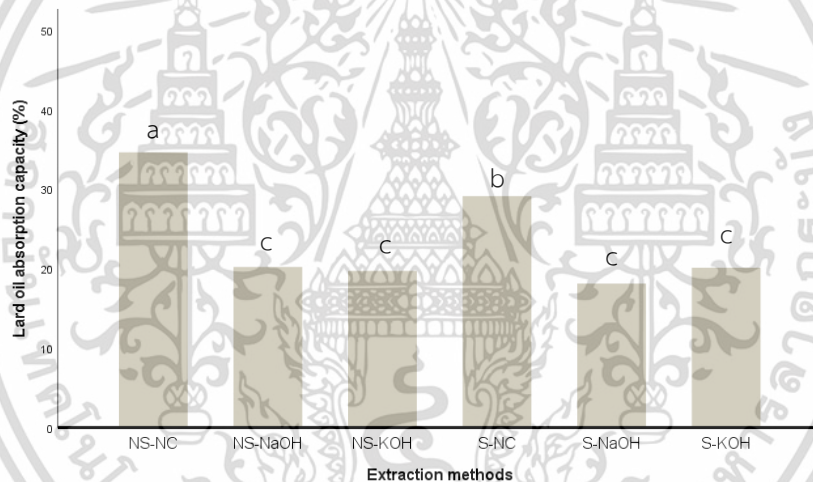
หมายเหตุ : a, b, c คือ อักษรกำกับในแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ : a, b, c คือ อักษรกำกับแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนทั้ง 6 วิธี



หมายเหตุ : a, b, c คือ อักษรกำกับแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากสัตว์ จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนทั้ง 6 วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนโดยวิธีการสกัดที่แตกต่างกันได้แก่ การไม่แช่น้ำกับการแช่น้ำก่อนการสกัดเส้นใย ซึ่งแบ่งออกเป็น การไม่ใช้สารเคมีและการสกัดเส้นใยด้วยสารเคมีจำพวกไฮดรอกไซด์ คือการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% รวมทั้งสิ้น 6 วิธี พบว่าวิธีการสกัดเส้นใยที่แตกต่างกันทั้ง 6 วิธี มีความแตกต่างของปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield) น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณเส้นใยที่เหลืออยู่มากที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี 45.37% และน้อยที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 12.35% น้ำหนักกระดาษมาตรฐานของกระดาษเปลือกทุเรียนมากที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี 750.90gsm และน้อยที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยไม่แช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 189.99gsm ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชมากที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี 37.00% และน้อยที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 18.80% ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันสัตว์มากที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการไม่แช่น้ำก่อนการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมี 34.60% และน้อยที่สุดคือ การสกัดเส้นใยโดยการแช่น้ำก่อนการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 18.10%

เมื่อพิจารณาถึงการสกัดโดยการไม่แช่น้ำและการแช่น้ำก่อนสกัดต่อปริมาณเส้นใยที่เหลือ และน้ำหนักกระดาษมาตรฐานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ต่อประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์ โดยวิธีสกัดโดยไม่แช่น้ำให้ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชอยู่ในช่วง 20.00 ถึง 37.00% และน้ำมันสัตว์อยู่ในช่วง 19.70 ถึง 34.60% สูงกว่าการแช่น้ำก่อนสกัดซึ่งให้ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชอยู่ในช่วง 18.80 ถึง 28.80% และน้ำมันสัตว์อยู่ในช่วง 18.10 ถึง 29.10%

นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการสกัดเส้นใยโดยไม่ใช้สารเคมี และใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์มีผลต่อปริมาณเส้นใยที่เหลือ น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยการสกัดเส้นใยโดยไม่ใช้สารเคมีให้ปริมาณเส้นใยที่เหลืออยู่ในช่วง 45.06 ถึง 45.37% สูงกว่าการใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ 12.35 ถึง 18.49% ผลต่อน้ำหนักกระดาษมาตรฐาน พบว่าวิธีการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมีให้น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน อยู่ในช่วง 713.31 ถึง 750.90gsm สูงกว่าการใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ 189.99 ถึง 279.26gsm วิธีการสกัดโดยไม่ใช้สารเคมีให้ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชอยู่ในช่วง 28.80 ถึง 37.00% และน้ำมันสัตว์อยู่ในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29.10 ถึง 34.60% สูงกว่าการใช้สารเคมีพวกไฮดรอกไซด์ที่ให้ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืชอยู่ในช่วง 18.80 ถึง 20.40% และน้ำมันสัตว์อยู่ในช่วง 18.10 ถึง 20.20%

และเมื่อพิจารณาถึงสารเคมีที่ใช้ในการสกัดเส้นใย ซึ่งแบ่งออกเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 10% พบว่าการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในการสกัดเส้นใยต่อปริมาณเส้นใยที่เหลือ น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน ประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จึงสามารถใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ทดแทนการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 วิธีการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณเส้นใยที่เหลือ (yield), น้ำหนักกระดาษมาตรฐาน (gsm) และประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

5.2.2 ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงโครงสร้างของเส้นใยด้วย Scanning Electron Microscope (SEM) และปริมาณลิกนินที่เหลือ (Kappa number) จากการสกัดเส้นใยเปลือกทุเรียนที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชยาภาส ทับทอง. 2549. กระดาษทำมือจากต้นกล้วย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เทคโนโลยีชาวบ้าน. 2561. นำทิ้ง “เปลือกทุเรียน” ใช้ซักผ้าได้ ไอเดียเด็ดจากวิทยาลัยเทคนิคสุรนารี [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://today.line.me/th/pc/article/นำทิ้ง+“เปลือกทุเรียน”+ใช้ซักผ้าได้+ไอเดียเด็ดจากวิทยาลัยเทคนิคสุรนารี-9DKB8m>. 7 กุมภาพันธ์ 2563.

ธาวิดา ศิริสัมพันธ์. 2563. เปลือกทุเรียนเหลือทิ้ง “ทำปุ๋ยหมัก” แปลงเป็นเงินได้ [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_137053. 11 มกราคม 2563.

ประชาชาติ. 2563. ทุเรียนราคาพุ่งส่งจิ้นโต 90% พ่อค้าแย่งซื้อ-ขายออนไลน์ [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.prachachat.net/economy/news-459178>. 7 กุมภาพันธ์ 2563.

ปรารถนา. 2551. กระบวนการดูดซับ (Adsorption Process) [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://pradthana.wordpress.com/2008/04/13/adsorption-process/>. 7 กุมภาพันธ์ 2563.

วุฒินันท์ คงทัด. 2545. กระดาษทำด้วยมือ. งานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการผลิตเยื่อและกระดาษจากปอสา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน.

ศิริพร เต็งรัง, ประยูร เอ็นมาก, นภัสสร เลียบวัน, มงคล ตุ่นเฮ้า, ศุภวรรณ ภามมาตย์, พุทธินันท์ จารุวัฒน์, กนกศักดิ์ ลอยเลิศ, สุปรียา สุขเกษม, วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร, โกเมศ สัตยาธูธ, ศุภมาส กลิ่นขจร, จารุวรรณ รัตนสกุลธรรม, สำเร็จ ช่างประเสริฐ, รังสิทธิ ศิริมาลา และมานพ คันธามารัตน์. 2558. วิจัยและพัฒนาบรรจุภัณฑ์. กรมวิชาการเกษตร.

สรารุช ศรีคุณ. 2550. การศึกษาการดูดซับสี้อมและไอออนโลหะตะกั่วด้วยถ่านกัมมันต์ที่สังเคราะห์จากเปลือกทุเรียน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เอื้อการย์ ต้านชัยประเสริฐ, พิรนาฏ คิตดี, วิภาญดา ทองเนื้อแข็ง, และชามาตา ชัยเจริญ. 2561. ประสิทธิภาพของกึ่งในการดูดซับน้ำมัน. PSRU Journal of Science and Technology 3(2), 35-45.

Amprohealth. 2020. ประเภทและประโยชน์ ของน้ำมันไขจากพืช [Online]. Available: <https://amprohealth.com/magazine/type-of-plant-oil/>. 10 February 2020.

Balogun, O., Omotoyinbo, J., Alaneme, K., Oladele, I., and Babalola, B. 2015. The Effect Of Chemical Treatment On Tensile Properties Of Soil Retted Entada Mannii Fibres. American Journal of Engineering Research20, 168-175.

Goda, K., Sreekala, M. S., Gomes, A., Kaji, T. and Ohgi, J. 2006. Improvement of Plant Based Natural Fibers for Toughening Green Composites— Effect of Load Application During

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Merce-rization of Ramie Fibers. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 37(12), 2213-2220.
- Mandal, A., and Chakrabarty, D. 2011. Isolation of Nanocellulose from Waste Sugarcane Bassage (SCB) and Its Characterization. *Carbohydrate Polymers* 86, 1291-1299.
- Masrol, S. R., Ibrahim, M. H., and Adnan, S. 2015. Chemi-mechanical Pulping of Durian Rinds. *Procedia Manufacturing* 2, 171-180.
- MedThai. 2017. ทูเรียน สรรพคุณและประโยชน์ของทูเรียน 25 ข้อ! [Online]. Available: <https://medthai.com/ทูเรียน/>. 8 February 2020.
- Penjumras, P., Rahman, R. B., Talib, R. A., and Abdan, K. 2014. Extraction and Characterization of Cellulose from Durian Rind. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 2, 237-243.
- Praornpit Katchwattana. 2019. “พื้นรองเท้าจากเปลือกใยทูเรียน” ไม่ใช่แค่สิ่งประดิษฐ์ แต่สร้างยอดขายสุดปัง ผลงานนักศึกษาจากเทคนิคศรีสะเกษ [Online]. Available: <https://www.salika.co/2019/09/10/shoe-durian-shell>. 10 February 2020.
- Specksdurian. 2019. พันธุ์ทูเรียนไทย 4 พันธุ์ที่เป็นที่นิยม [Online]. Available: <http://www.specksdurian.com/4-popular-varieties-of-thai-durian.html/>. 8 February 2020.
- TNN Thailand. 2019. ภูเขาเปลือกทูเรียนรีเทิร์น เชียงใหม่สั่งเก็บกองพะเนิน วันละกว่า 8 ตัน [Online]. Available: <http://www.khonkaenlive.com/home/2019/ภูเขาเปลือกทูเรียน/>. 7 February 2020.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการสกัดเส้นใยจากเปลือกทุเรียนแห้ง

ก.1 เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองจากตลาดสดมีนบุรี ที่มีทั้งส่วนที่เป็นสีเขียวและขาวมาล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับเปลือก หั่นให้เป็นแผ่นบางก่อนนำเข้าอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้งสนิท เก็บไว้ในกล่องมิดชิดที่ใส่ซิลิกาอยู่เพื่อกันความชื้น สำหรับเตรียมการสกัดในขั้นตอนต่อไป



ภาพภาคผนวก ก.1 เปลือกทุเรียนแห้ง (พันธุ์หมอนทอง)

ก.2 การชั่งน้ำหนักเปลือกทุเรียนแห้ง 30 กรัมเตรียมไว้โดยไม่ผ่านการแช่น้ำ และชั่งน้ำหนักเปลือกทุเรียนแห้ง 30 กรัมผ่านการแช่น้ำจนท่วมเปลือกทุเรียนแห้งเป็นเวลา 12 ชั่วโมงก่อนจะนำเปลือกทุเรียนที่ไม่ผ่านและผ่านการแช่น้ำไปสกัดโดยไม่ใช้สารเคมีในขั้นตอนที่ ก.4 และใช้สารเคมีในขั้นตอนที่ ก.3



ภาพภาคผนวก ก.2 เปลือกทุเรียนแห้งที่ไม่แช่น้ำ และเปลือกทุเรียนแห้งที่แช่น้ำ ก่อนการสกัดในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3 การนำเปลือกทุเรียนแห้งที่ไม่ผ่านการแช่น้ำและผ่านการแช่น้ำ จากขั้นตอนที่ ก.2 มาผ่านกระบวนการสกัดด้วยสารเคมีที่แตกต่างกัน คือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนักเยื่อแห้ง และสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 10% โดยน้ำหนักเยื่อแห้ง ใช้อัตราส่วนสารละลายต่อเปลือกทุเรียนแห้งคือ 6 : 1 เวลาที่ใช้ในการสกัดเส้นใยคือ 2 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาดังตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นนำมาล้างด้วยน้ำเปล่าให้สะอาด ล้างจนกว่าสีของน้ำที่ล้างออกมาจะเป็นสีน้ำใสปกติ



ภาพภาคผนวก ก.3 การสกัดเปลือกทุเรียนแห้งที่ผ่านกระบวนการทางเคมี

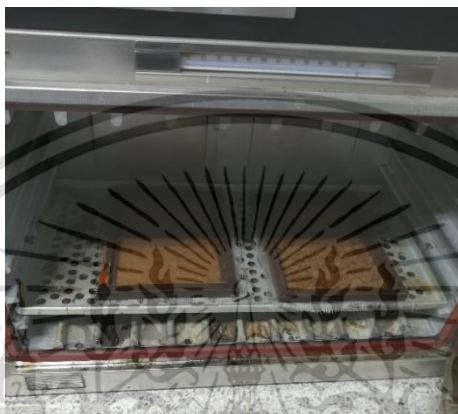
ก.4 การทำเยื่อเปลือกทุเรียนเป็นแผ่นกระดาษ โดยการนำเปลือกทุเรียนที่ไม่แช่น้ำและแช่น้ำจากขั้นตอนที่ ก.2 และเปลือกทุเรียนที่สกัดด้วยสารเคมี จากขั้นตอนที่ ก.3 บดกระจายเส้นใยจากเปลือกทุเรียนที่สกัดได้ให้แตกตัวออกจากกันด้วยเครื่องปั่น Panasonic รุ่น MX-AC400 เบอร์ 1 นาน 1 นาที โดยเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตรเพื่อช่วยต่อการกระจายของเส้นใย



ภาพภาคผนวก ก.4 เครื่องปั่น Panasonic รุ่น MX-AC400 และตัวอย่างของเส้นใยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ และไม่ผ่านการสกัดด้วยสารเคมีจากการปั่นด้วยเครื่องปั่น Panasonic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.5 การนำอ่างใส่น้ำ และตะแกรงสำหรับตากแผ่นกระดาษ โดยให้ตะแกรงสำหรับตากแผ่นกระดาษ ให้โดนน้ำในอ่างประมาณ 1 ใน 3 ส่วนของความสูงตะแกรง ใส่เยื่อเปลือกทุเรียนที่ผ่านการปั่นลงไป กระจายให้ทั่วแผ่นตะแกรงเกลี่ยให้เสมอกัน ทำอย่างนี้กับทุกเยื่อเปลือกทุเรียนที่ผ่านการปั่น ก่อนนำเข้า อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้งสนิท หลังจากนั้นนำแผ่นกระดาษเปลือกทุเรียนที่ได้จากการสกัดออกจากตะแกรง โดยระวังไม่ให้ฉีกขาดระหว่าง การนำออกจากตะแกรง



ภาพภาคผนวก ก.5 การทำให้แห้งด้วยวิธีการเข้าตู้อบลม



ภาพภาคผนวก ก.6 ตัวอย่างกระดาษที่ผ่านการแช่น้ำและต้มเยื่อด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์

ข.1 การเตรียมน้ำมันเพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับของกระดาษเปลือกทุเรียนที่สกัดโดยใช้น้ำมันปาล์ม (น้ำมันพืช) และน้ำมันหมู (น้ำมันสัตว์)



ภาพภาคผนวก ข.1 น้ำมันที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับ คือ น้ำมันปาล์ม และน้ำมันหมูจากการทอดหมูสามชั้นด้วย Air Fryer

ข.2 การทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันของกระดาษเปลือกทุเรียนที่สกัด ทำได้โดยการนำกระดาษเปลือกทุเรียนที่สกัดตัดให้เป็นขนาด 4×4 เซนติเมตร และกำหนดให้มีน้ำหนักเท่ากันทุกแผ่นคือ 1 กรัม ใส่ในปิ๊กเกอร์ขนาด 50 มิลลิเมตรที่ใส่ตัวอย่างน้ำมันปาล์ม (น้ำมันพืช) และน้ำมันหมู (น้ำมันสัตว์) ปริมาณ 20 มิลลิตร แช่กระดาษทิ้งในน้ำมันไว้ 2 นาที หลังจากนั้นนำกระดาษขึ้นมาปล่อยให้แห้งทิ้งไว้ 5 นาที แล้วจึงนำปิ๊กเกอร์ที่ทดสอบการดูดซับน้ำมันไปชั่งน้ำหนัก นำส่วนต่างของปริมาณน้ำมันก่อน และหลังจุ่มกระดาษเปลือกทุเรียนที่สกัด เพื่อคำนวณประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมัน ทำการทดลอง 5 ซ้ำ และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Factorial in CRD, 3×2) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95% ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ค.1 ภาพแสดงกระดาษเปลือกทุเรียนที่ผ่านการสกัดที่แตกต่างกัน



ภาพภาคผนวก ค.1.1 กระดาษที่ไม่ผ่านการการแช่น้ำ แต่ไม่ผ่านการต้มเยื่อด้วยสารเคมี (NS-NC)



ภาพภาคผนวก ค.1.2 กระดาษที่ไม่ผ่านการการแช่น้ำ ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อ (NS-NaOH)



ภาพภาคผนวก ค.1.3 กระดาษที่ไม่ผ่านการการแช่น้ำ ใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ในการต้มเยื่อ (NS-KOH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวก ค.1.4 กระดาษที่ผ่านการการแช่น้ำ แต่ไม่ผ่านการต้มเยื่อด้วยสารเคมี (S-NC)



ภาพภาคผนวก ค.1.5 กระดาษที่ผ่านการการแช่น้ำ ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการต้มเยื่อ (S-NaOH)



ภาพภาคผนวก ค.1.6 กระดาษที่ผ่านการการแช่น้ำ ใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ในการต้มเยื่อ (S-KOH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.2 ภาพแสดงกระดาษเปลือกทุเรียนที่ผ่านการสกัดที่แตกต่างกันด้วยเลนส์ขยาย 12x



ภาพภาคผนวก ค.2.1 เส้นใยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ ไม่ผ่านกระบวนการสกัดทางเคมี (NS-NC)



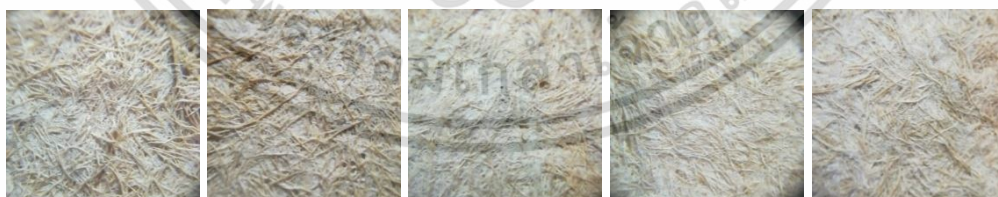
ภาพภาคผนวก ค.2.2 เส้นใยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ สกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NS-NaOH)



ภาพภาคผนวก ค.2.3 เส้นใยที่ไม่ผ่านการแช่น้ำ สกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (NS-KOH)



ภาพภาคผนวก ค.2.4 เส้นใยที่ผ่านการแช่น้ำ ไม่ผ่านกระบวนการสกัดทางเคมี (S-NC)



ภาพภาคผนวก ค.2.5 เส้นใยที่ผ่านการแช่น้ำ สกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (S-NaOH)



ภาพภาคผนวก ค.2.6 เส้นใยที่ผ่านการแช่น้ำ สกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (S-KOH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาว กมลลักษณ์	วรรณ
วัน เดือน ปี	เกิด 13 ตุลาคม 2540	
ประวัติการศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> - ระดับประถม โรงเรียนเทพอักษร - ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า - ระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 	
ประสบการณ์การทำงาน	ฝึกงานระยะเวลา 1 เดือนในปี 2562 ที่บริษัท มาลี กรุ๊ป จำกัด (มหาชน)	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้