

การสกัดแยกองค์ประกอบของแว็กซ์ที่ได้จากน้ำมันปาล์มด้วยตัวทำละลาย
และการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพเพื่อการประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอาง

Solvent extraction of components of wax from palm
and improvement of their properties for use in cosmetics

โดย

นายกิตติทัศน์

ลีลารุ่งโรจน์

นางสาวจรัสแสง

อศวภูสิทธิโสภณ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

เรื่อง การสกัดแยกองค์ประกอบของแก๊ซที่ได้จากน้ำมันปาล์มด้วยตัวทำละลาย
และการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพเพื่อการประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอาง

โดย นายกิตติทัศน์ ลีลารุ่งโรจน์
นางสาวจรัสแสง อัสวภูสิทธิโสภณ

ได้รับอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เลิศปรีชญ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. นงนุช เหมือนสิน)

รายงานฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบและอนุมัติโดยหัวหน้าภาควิชาเคมี

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย พาราสุข)

หัวหน้าภาควิชาเคมี

วันที่.....เดือน กันยายน พ.ศ. 2556

ชื่อโครงการ การสกัดแยกองค์ประกอบของแว็กซ์ที่ได้จากน้ำมันปาล์มด้วยตัวทำละลาย
และการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพเพื่อการประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอาง

ชื่อนิสิตในโครงการ นายกิตติทัศน์ ลีลารุ่งโรจน์ เลขประจำตัว 5333060823
นางสาวจรัสแสง อัสวภูสิทธิโสภณ เลขประจำตัว 5333064323

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เลิศปรัชญา

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการแยกองค์ประกอบของแว็กซ์จากน้ำมันปาล์มโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย สามารถสกัดแยกแว็กซ์ได้เป็น 2 ส่วน คือ แว็กซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน และแว็กซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน ซึ่งมีร้อยละผลได้ของแว็กซ์เฉลี่ยคือ 12.77 และ 74.40 ตามลำดับ

การศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแว็กซ์ที่สกัดได้ พบว่าแว็กซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนมีค่าสะพอนิฟิเคชัน, ค่าความเป็นกรด และค่าไอโอดีนดังนี้คือ 180.22-235.50 mgKOH/g, 1.59-4.17 mgKOH/g และ 22.24-25.84 gI₂/100g ตามลำดับ แว็กซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนมีค่าสะพอนิฟิเคชัน, ค่าความเป็นกรด และค่าไอโอดีนดังนี้คือ 164.92-177.48 mgKOH/g, 0.64-3.02 mgKOH/g และ 3.50-7.89 gI₂/100g ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จาก FT-IR และ ¹H-NMR สเปกตรัม

สามารถพอกเงาผิวของแว็กซ์ เมื่อแว็กซ์ได้รับความร้อนและถูกแสงแดดจะเสื่อมคุณภาพลงเนื่องจากถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศ

คำสำคัญ: แว็กซ์จากน้ำมันปาล์ม, การแยกองค์ประกอบแว็กซ์

Title: Solvent extraction of components of wax from palm by solvent extraction and improvement of their properties for use in cosmetics.

Student name: Mr. Kittitat Leelarungroj ID 5333060823

Miss Jarassang Assawapusitsophon ID 5333064323

Advisor: Assistant Professor Dr. Preecha Lertpratchya

Department of chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Academic year 2013

Abstract

This research studied the separation of wax components from palm wax using hexane as the extracting solvent. The wax was separated into 2 fractions from extracting by hexane and the remaining wax after the extraction. The percentage yields of the 2 fractions were 12.77 and 74.40, respectively.

Studies of their physical and chemical properties, the wax obtained from hexane extraction had saponification, acid and iodine values of 180.22-235.50 mgKOH/g, 1.59-4.17 mgKOH/g and 22.24-25.84 gI₂/100g, respectively. Saponification, acid and iodine values of the remaining wax after the extraction were 164.92-177.48 mgKOH/g, 0.64-3.02 mgKOH/g and 3.50-7.89 gI₂/100g, respectively. These values were consistent their FT-IR and ¹H-NMR spectra.

Upon exposure of heat and sunlight, the quality of wax was deteriorated due to oxidation by O₂ in air

Keyword: Palm wax, components of wax

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เลิศปรัชญา ซึ่งเป็นที่ปรึกษาของโครงการนี้ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะทางที่เป็นประโยชน์อย่างดีตลอดการทำวิจัยจนทำให้การทำวิจัย การเขียนรายงานเสร็จสิ้นสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านวิชาการทั้งต่อตัวผู้วิจัย และผู้ที่สนใจงานวิจัยนี้เป็นอย่างมาก อีกทั้งขอกราบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็ญปรีชา และรองศาสตราจารย์ ดร.นงนุช เหมือนสิน ที่กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.มงคล สุขวัฒนาสินธุ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ฝ่ายประสานงานในการทำวิจัย ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องเอกสารและกำหนดการต่างๆ ขอขอบคุณพี่ๆทุกคนในหน่วยวิจัยไบโอออร์แกนิกเคมี (RCBC) ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทดลองและอนุเคราะห์อุปกรณ์ในระหว่างการทำวิจัย โดยเฉพาะนางสาวณัฐพร อินทรักษา ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการเคมีและอุปกรณ์ระหว่างการทำวิจัย และขอขอบพระคุณหน่วยวิจัยไบโอออร์แกนิกเคมี (RCBC) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ทำให้การวิจัยครั้งนี้ลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอดระยะเวลาการทำวิจัยจนสามารถทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายกิตติทัศน์ ลีลารุ่งโรจน์
นางสาวจรัสแสง อัสวภูสิทธิโสภณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ญ
คำอธิบายคำย่อและสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจ	1
ประโยชน์ของแก๊ซจากน้ำมันรำข้าว	2
วัตถุประสงค์	3
ขอบเขตการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎี	4
2.1 องค์ประกอบทางเคมีและประเภทของแก๊ซ	4
2.2 การสกัดแยกสารด้วยตัวทำละลาย	7
2.3 เทคนิคที่ใช้ศึกษาสมบัติทางเคมีของแก๊ซ	8
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	11
3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ	11
3.2 สารเคมี	11
3.3 วิธีการทดลอง	12
ตอนที่ 1 การสกัดแยกแก๊ซที่ได้จากน้ำมันปาล์ม	12
ตอนที่ 2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแก๊ซจากน้ำมันปาล์ม	13
ตอนที่ 3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของแก๊ซด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน	14
ตอนที่ 4 การตรวจสอบเอกลักษณ์ของแก๊ซ	16
บทที่ 4 ผลการทดลอง	17
ตอนที่ 1 การสกัดแก๊ซที่ได้จากน้ำมันปาล์ม	17

ตอนที่ 2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแก๊ซจากน้ำมันปาล์ม	19
ตอนที่ 3 การปรับปรุงสมบัติของแก๊ซจากน้ำมันปาล์ม เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้เป็น ส่วนผสมในเครื่องสำอาง	21
ตอนที่ 4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของแก๊ซ	23
บทที่ 5 วิจัยและสรุปผลการทดลอง	28
วิจารณ์ผลการทดลอง	28
สรุปผลการทดลอง	34
ข้อเสนอแนะ	35
บรรณานุกรม	36
ภาคผนวก	37
ภาคผนวก ก	38
ภาคผนวก ข	42
ภาคผนวก ค	48
ประวัติผู้วิจัย	54

สารบัญตาราง

	หน้า
<u>ตารางที่ 3.1</u> วิธีมาตรฐานที่ใช้ศึกษาสมบัติทางเคมีของแก๊ซ	12
<u>ตารางที่ 4.1</u> แสดงน้ำหนักของแก๊ซที่สกัดได้	17
<u>ตารางที่ 4.2</u> แสดงร้อยละผลได้ของแก๊ซที่สกัดได้	17
<u>ตารางที่ 4.3</u> แสดงสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแก๊ซ	19
<u>ตารางที่ 4.4</u> แสดงสมบัติทางเคมีของแก๊ซก่อนและหลังตากแดด	23
<u>ตารางที่ 4.5</u> การตีความอินฟราเรดสเปกตรัมของแก๊ซที่ได้ จากการสกัดน้ำมันปาล์มก่อนและหลังตากแดด	24
<u>ตารางที่ 4.6</u> การตีความอินฟราเรดสเปกตรัมของแก๊ซที่ได้ จากการสกัดด้วยเฮกเซนก่อนและหลังตากแดด	24
<u>ตารางที่ 4.7</u> การตีความอินฟราเรดสเปกตรัมของแก๊ซที่เหลือ จากการสกัดด้วยเฮกเซนก่อนและหลังตากแดด	25
<u>ตารางที่ 4.8</u> การตีความอินฟราเรดสเปกตรัมของแก๊ซที่ได้ จากการสกัดด้วยเฮกเซนก่อนและหลังการลดความชื้นของสี	26
<u>ตารางที่ 4.9</u> การตีความ H-NMR สเปกตรัมของแก๊ซที่สกัดได้	27
<u>ตารางที่ 5.1</u> แสดงสมบัติทางเคมีของแก๊ซที่ใช้ในเครื่องสำอางต่างๆ	31
<u>ตารางที่ ก 1</u> แสดงข้อมูลการคำนวณค่าสะพอนิเคชัน	39
<u>ตารางที่ ก 2</u> แสดงข้อมูลการคำนวณค่าความเป็นกรด	40
<u>ตารางที่ ก 3</u> แสดงข้อมูลการคำนวณค่าไอ โอดีน	41

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ปฏิริยาการเกิดเอสเทอร์	4
รูปที่ 2.2 สูตร โครงสร้างทั่วไปของเอสเทอร์	4
รูปที่ 4.1 แวกซ์ที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม	17
รูปที่ 4.2 แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน	17
รูปที่ 4.3 แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน	17
รูปที่ 4.4 แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจาก การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย H_2O_2	21
รูปที่ 4.5 แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจาก การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย NaOCl	21
รูปที่ 4.6 แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันของ H_2O_2 ด้วย NaOCl	21
รูปที่ 4.7 แวกซ์ที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มก่อนและหลังตากแดด	22
รูปที่ 4.8 แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนก่อนและหลังตากแดด	22
รูปที่ 4.9 แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนก่อนและหลังตากแดด	22
รูปที่ 5.1 สมการการเกิดปฏิกิริยาสะพอนิฟิเคชัน	29
รูปที่ 5.2 ปฏิริยาการไฮโดรไลซิสของไตรกลีเซอไรด์	29
รูปที่ 5.3 สมการการเกิดปฏิกิริยาการเติมแฮโลเจนของแอลคีน	30
รูปที่ ข 1 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม	43
รูปที่ ข 2 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน	43
รูปที่ ข 3 FT-IR spectrum แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน	44
รูปที่ ข 4 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม หลังจากตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน	44
รูปที่ ข 5 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน หลังจากตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน	45
รูปที่ ข 6 FT-IR spectrum แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน หลังจากตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน	45

	หน้า
รูปที่ ข 7 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจาก การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย H_2O_2	46
รูปที่ ข 8 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจาก การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย NaOCl	46
รูปที่ ข 9 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันของ H_2O_2 ด้วย NaOCl	47
รูปที่ ค 1 1H -NMR Spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม	49
รูปที่ ค 2 1H -NMR Spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน	49
รูปที่ ค 3 1H -NMR Spectrum แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน	50
รูปที่ ค 4 1H -NMR Spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม หลังจากตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน	50
รูปที่ ค 5 1H -NMR Spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน หลังจากตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน	51
รูปที่ ค 6 1H -NMR Spectrum แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน หลังจากตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน	51
รูปที่ ค 7 1H -NMR Spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจาก การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย H_2O_2	52
รูปที่ ค 8 1H -NMR Spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจาก การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย NaOCl	52
รูปที่ ค 9 1H -NMR Spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันของ H_2O_2 ด้วย NaOCl	53

คำอธิบายคำย่อและสัญลักษณ์

ASTM	=	American Society for Testing and Materials
°C	=	Degree Celsius
¹ H-NMR	=	Proton Nuclear Magnetic Resonance
IR	=	Infrared Spectroscopy
ml	=	Milliliter
cm ⁻¹	=	Unit of wave number
%wt	=	Percent by weight
%yield	=	Percent yield
%V/V	=	Percent volume by volume

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจ

ปาล์ม¹ (Palm) เป็นพืชเศรษฐกิจที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น โดยน้ำมันปาล์มมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ทนความร้อน ได้สูง ไม่สลายตัวให้สารก่อมะเร็ง ราคาถูก หาได้ง่าย และมีการผลิตเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี น้ำมันปาล์มจึงได้รับการยอมรับจากภาคอุตสาหกรรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น อุตสาหกรรมอาหาร, การใช้น้ำมันดีเซล, การผลิตสบู่ เป็นต้น ดังนั้น การส่งเสริมให้เกษตรกรจำนวนมากของประเทศปลูกปาล์มน้ำมัน จึงก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ

น้ำมันปาล์มสกัดจากปาล์มน้ำมัน ซึ่งอุดมไปด้วยสารอาหารและวิตามินมากมาย เช่น กรดไขมันชนิดต่างๆ, วิตามินเอ และวิตามินอี ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และช่วยลดความเสี่ยงจากโรคมะเร็ง, Coenzyme Q10 ที่มีคุณสมบัติช่วยชะลอความแก่หรือการเหี่ยวย่นของผิวหนัง (Anti Aging) และกรดไขมันชนิดต่างๆ เป็นต้น ในอุตสาหกรรมออร์โธเคมิคอล ได้นำปาล์มน้ำมันมาใช้ประโยชน์ในการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคผ่านกระบวนการทางเคมี ได้แก่ การผลิตกรดไขมันต่างๆ ทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น กรดโอเลอิกใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรดสเตียริกใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง สบู่เด็ก ผสมกับปาล์มมิดิกเพื่อทำเทียนไข และกรดลิโนเลอิก ใช้เป็นยาฉีดสำหรับลดไขมันในเส้นเลือด ซึ่งจากการสกัดแยกแวกซ์จากน้ำมันปาล์มนั้นจะได้จากกระบวนการสุดท้ายในการทำน้ำมันปาล์มให้บริสุทธิ์ โดยแวกซ์ที่ได้ยังคงอุดมไปด้วยสารอาหารและวิตามิน ในปัจจุบันได้นำแวกซ์มาใช้ประโยชน์หลากหลาย เช่น เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง เป็นสารเคลือบเงา เป็นสารให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้ มีความสนใจที่จะแยกแวกซ์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีขององค์ประกอบในแวกซ์จากน้ำมันปาล์ม โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน เพื่อแยกแวกซ์ออกเป็นส่วนๆ และปรับปรุงคุณสมบัติของแวกซ์ให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง

ประโยชน์ของแวกซ์จากน้ำมันปลา

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า แวกซ์จากน้ำมันปลาซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการสกัดน้ำมันปลา ประกอบด้วยสารสำคัญที่มีประโยชน์อยู่จำนวนมากในด้านของสุขภาพ ดังนี้²

1. กลุ่มเซราไมด์ (Ceramides) เป็นส่วนประกอบหลักขององค์ประกอบของไขมันในชั้นผิวหนัง มีความสำคัญในการสร้างลิปิดไบเลเยอร์ ซึ่งป้องกันการเกิดออกซิเดชันของผนังเซลล์ และมีความสามารถในการเก็บกักน้ำในผิวหนังได้ดีกว่าไขมันชนิดอื่น การเสริมสร้างเซราไมด์ทั้งในรูปแบบการรับประทาน หรือการทำผิวในรูปของ ครีม โลชัน และน้ำมัน จะช่วยให้ผิวหนังยืดหยุ่น ป้องกันผิวแห้งและมีริ้วรอย นอกจากนี้เซราไมด์ยังมีคุณสมบัติเป็นไวท์เทนเนอร์ ซึ่งสามารถยับยั้งการสร้างเมลานิน อันเป็นสาเหตุของการเกิดฝ้า กระ จุดด่างดำ และยังเป็นมอยส์เจอร์ไรเซอร์หรือสารเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวที่มีความเข้มข้นอีกด้วย

2. สควอลีน (Squalene) สารกลุ่มเซราไมด์ เป็นส่วนประกอบของชั้นผิวหนัง ทำให้ผิวหนังยืดหยุ่น ชุ่มชื้น เรียบเนียน ลดริ้วรอย ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากแสงแดด และช่วยปรับสภาพผิวให้ดูกระจ่างใส นอกจากนี้มีฤทธิ์บรรเทาอาการปวด ลดอาการอักเสบและบวมจากโรคไขข้อ ช่วยบำรุงผิวและเส้นผม มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ช่วยบำรุงร่างกายและเป็นยาอายุวัฒนะ ช่วยเพิ่มออกซิเจนในกระแสเลือด และลดระดับกรดแลคติกในกระแสเลือด

3. โทคอล (Tocols) เป็นวิตามินอีธรรมชาติ อยู่ในรูปของโทโคฟีรอล และโทโคโทรอินอล ช่วยต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นสาเหตุของมะเร็ง และซ่อมแซมเซลล์ ทำให้เซลล์ต่างๆทำงานอย่างได้ปกติ เพื่อให้ผู้ป่วยฟื้นจากโรคต่างๆได้เร็ว และชะลอความเสื่อมของเซลล์

4. ฟอสโฟลิปิด (Phospholipids) มีสารเลซิทิน เซฟฟาลิน โลโซเลซิทิน ที่นำไปสร้างและซ่อมแซมเซลล์ประสาท บำรุงสมองช่วยให้ความจำดีขึ้น

5. กรดไขมันจำเป็น (Essential Fatty acids) ประกอบด้วย³

- โอเมก้า 3 (Linoleic หรือ Alpha Linoleic Acid) มีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับ และระบบประสาทเกี่ยวกับการพัฒนาเรียนรู้ รวมทั้งเกี่ยวกับเรตินาในการมองเห็น และยังป้องกันการเกิดโรคหัวใจ อัมพาต ลดการอักเสบของโรคไขข้อเสื่อมรูมาตอยด์ ลดอาการปวดหัวไมเกรนและปวดประจำเดือน เพิ่มภูมิคุ้มกันร่างกายและลดอาการของภูมิแพ้

- โอเมก้า 6 (Linoleic acid) มีส่วนช่วยในการเจริญเติบโตและรักษาสมดุลของร่างกาย และช่วยป้องกันโรคได้อีกหลายโรค เช่น ป้องกันโรคสมองเสื่อม ลดอัตราการเกิดโรคความดันโลหิตสูง และป้องกันโรคหัวใจ นอกจากนี้ยังช่วยบำรุงผิวให้สดใส ลดอาการเจ็บปวดและอาการอักเสบของบาดแผล ช่วยในการชะลอการขยายตัวของเซลล์มะเร็งได้ นอกจากนี้ยังช่วยบำรุงตับ และใช้ได้ดีที่สุดในผู้ป่วยที่ดื่มสุราหรือเป็นโรคพิษสุราเรื้อรัง

- โอเมก้า 9 (Oleic acid) เกี่ยวข้องกับการสร้างฮอร์โมนโพรสตาแกลนดิน (Prostaglandins) ซึ่งมีผลต่อสุขภาพมาก มีผลทำให้ระบบไหลเวียนโลหิตในร่างกายทำงานปกติ หัวใจ สมอง ตับ ไต และอวัยวะอื่นๆ ทำงานได้ดีขึ้น ทำให้สามารถป้องกันโรคหัวใจ และกลุ่มโรคหลอดเลือดตีบตันได้

1.3 วัตถุประสงค์

1. แยกองค์ประกอบของแวกซ์จากน้ำมันปาล์มออกเป็นส่วนๆ โดยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย
2. ศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเคมีของแวกซ์จากน้ำมันปาล์มที่แยกได้แต่ละส่วน
3. ปรับปรุงสมบัติของแวกซ์จากน้ำมันปาล์มและส่วนที่แยกสกัดได้ เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง

ขอบเขตการทำวิจัย

1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. จัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี
3. สกัดแวกซ์จากน้ำมันปาล์มด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมเพื่อแยกออกเป็นส่วนๆ
4. ศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแวกซ์โดยใช้หลักการหาค่าสะพานนิฟิเคชัน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 1387 ค่าความเป็นกรด ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 1386 และ ค่าไอโอดีน ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 5554
5. ปรับปรุงคุณสมบัติของแวกซ์จากน้ำมันปาล์ม เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง
6. ตรวจสอบเอกลักษณ์ของแวกซ์จากปาล์มและส่วนที่สกัดแยกได้ โดยเทคนิคอินฟราเรด สเปกโทรสโกปี และนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี
7. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง
8. เขียนรายงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสกัดแยกแวกซ์จากน้ำมันปาล์มออกเป็นส่วนๆ ด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม
2. ได้ทราบสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแวกซ์จากน้ำมันปาล์มและส่วนสกัดที่แยกได้
3. ได้แวกซ์ที่มีสมบัติเหมาะสมในการทำเครื่องสำอาง
4. เป็นการเพิ่มมูลค่าของแวกซ์จากน้ำมันปาล์มที่เหลือจากการสกัดน้ำมันปาล์ม

บทที่ 2

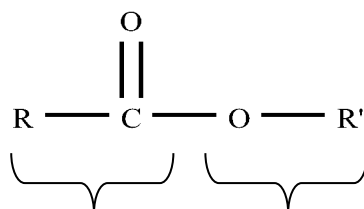
ทฤษฎี

2.1 องค์ประกอบทางเคมีและประเภทของแว็กซ์

แว็กซ์¹ หรือไขเป็นไขมันชนิดหนึ่งซึ่งเป็นของผสมของเอสเทอร์ที่เกิดจากกรดไขมัน (fatty acid) และแอลกอฮอล์ไขมัน (fatty alcohols) ส่วนที่มาจากกรดไขมันจะมีจำนวนอะตอมคาร์บอนเป็นเลขคู่ระหว่าง 14-36 อะตอม และส่วนที่มาจากแอลกอฮอล์มีจำนวนคาร์บอนอะตอมเป็นเลขคู่ เช่นเดียวกันระหว่าง 16-30 อะตอม



รูปที่ 2.1 สมการทั่วไปของการเกิดปฏิกิริยาการเกิดเอสเทอร์



ส่วนที่มาจากกรดไขมัน ส่วนที่มาจากแอลกอฮอล์

รูปที่ 2.2 สูตรโครงสร้างทั่วไปของเอสเทอร์

สมบัติและองค์ประกอบของแว็กซ์น้ำมันปาล์ม

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าแว็กซ์น้ำมันปาล์มมีลักษณะเป็นของแข็ง มีสีขาวอมเหลือง โดยมีจุดหลอมเหลวอยู่ในช่วง 52-66 องศาเซลเซียส ค่าไอโอดีน $52.9 \pm 0.71 \text{ gI}_2/100\text{g}$ ปริมาณกรดไขมันอิสระร้อยละ 23.2 ± 0.7567 สะพอนนิฟิเคชัน $206.25.0941 \pm 0.941$ ค่าความเป็นกรด 50.8 ± 0.76

แว็กซ์จากน้ำมันปาล์มเป็นเอสเทอร์ของแอลกอฮอล์ที่มีจำนวนคาร์บอนในโมเลกุลสูง มีไตรกลีเซอไรด์เป็นองค์ประกอบหลัก นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบย่อยอื่นๆ เช่น กรดไขมันอิสระและไฟโตนิวเทียน ซึ่งเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพ โดยไฟโตนิวเทียนมีประมาณร้อยละ 1 ของน้ำมันปาล์มดิบ นอกจากไฟโตนิวเทียน ยังมีวิตามินอี แคโรทีน ไซโตสเตอ

รอล สควอลีน Q10 ร่วมของเอนไซม์โพลีฟิน และฟอสโฟลิปิด เป็นองค์ประกอบในน้ำมันปาล์มอีก

ชนิดของแว็กซ์ แบ่งออกได้ดังนี้

1. **แว็กซ์ที่ได้จากสัตว์ (Animal waxes)** เช่น **ขี้ผึ้ง (bees wax)**

ขี้ผึ้ง คือ ไขมันในสถานะของแข็งที่ได้หลังจากการเก็บน้ำผึ้ง องค์ประกอบหลักของขี้ผึ้งเป็นเอสเทอร์ที่ประกอบด้วยแอลกอฮอล์ไขมัน C_{30} - C_{32} กรดไขมัน C_{25} - C_{31} และสารประกอบไฮโดรคาร์บอน C_{25} - C_{31} ขี้ผึ้งมีจุดหลอมเหลวประมาณ 62 - 64°C ไม่มีจุดเดือด แต่จะกักเก็บความร้อนต่อไปจนมันกลายเป็นไฟเมื่ออุณหภูมิประมาณ 120°C เมื่อขี้ผึ้งได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 85°C สีของมันจะเริ่มหลอมละลายออกไป

มนุษย์นำขี้ผึ้งไปใช้ในการผลิตเทียนคุณภาพดี เครื่องสำอาง รวมถึง วัสดุและสารขัดเงา (มักจะเป็นยาขัดรองเท้า) และเป็นส่วนประกอบในการประดิษฐ์ขี้ผึ้ง รวมถึงผลิตภัณฑ์อื่นๆ ขี้ผึ้งเมื่อนำมาใช้เป็นเทียนจะไม่เกิดน้ำตาเทียนและมีควันที่น้อยกว่าธูปหรือเทียนธรรมดามากซึ่งทำให้เป็นที่นิยมใช้ในการประกอบพิธีทางศาสนา

2. **แว็กซ์ที่ได้จากพืช (Vegetable waxes)** เช่น **แว็กซ์จากน้ำมันปาล์ม (Palm wax)** **แว็กซ์จากคาร์นูบา (Carnauba wax)** **แว็กซ์จากน้ำมันรำข้าว (Rice bran wax)**

แว็กซ์จากน้ำมันปาล์ม (Palm wax)

ประกอบด้วยกรดอะลิฟาติก (aliphatic acids) และแอลกอฮอล์เอสเทอร์ (higher alcohol esters) เป็นหลัก โดยกรดอะลิฟาติก (aliphatic acids) ประกอบด้วยกรดปาล์มมิติก (C_{16}) กรดบีสีนิก (C_{22}) กรดริกโนเซอริก (C_{24}) และกรดอะลิฟาติกอื่นๆ (C_{26}) ส่วนแอลกอฮอล์เอสเทอร์ (higher alcohol esters) ประกอบด้วย เซอริลแอลกอฮอล์ (C_{26}) เมลิสแอลกอฮอล์ (C_{30}) และแอลกอฮอล์อื่นๆ อีกทั้งยังประกอบด้วยกรดไขมันอิสระ สควอลีน และฟอสโฟลิปิด

แว็กซ์จากน้ำมันปาล์มมีสารทำให้ผิวหนังนุ่ม ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิว ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เช่น ลิปสติก เมคอัพ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีคุณลักษณะคล้ายกับแว็กซ์คาร์นูบาสามารถใช้ในสารขัดเงา สารเคลือบต่างๆ เช่น ผัก ผลไม้ สิ่งทอ ยา เป็นต้น อีกทั้งสามารถใช้กับกระดาษคาร์บอน เทียนไข หมึกพิมพ์ สีเทียน และหมากฝรั่ง

แว็กซ์คาร์นูบา (Carnauba wax)

เป็นแว็กซ์ที่ได้จากใบปาล์มที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศบราซิล หรือเป็นที่รู้จักในชื่อ “ราชินีของแว็กซ์” เป็นแว็กซ์ที่มีสีน้ำตาลอมเหลือง ซึ่งประกอบไปด้วยเอสเทอร์ของกรดไขมัน C_{16} - C_{20} 80-85 % แอลกอฮอล์ C_{30} - C_{34} 10-15 % และสารประกอบไฮโดรคาร์บอน 1-3 % นอกจากนี้แว็กซ์

จากคาร์นูบายังประกอบด้วยแอลกอฮอล์ไดออลไขมัน 20 % และกรดซินนามิก (Cinnamic acid) 10 % ซึ่งเป็นสารช่วยต้านอนุมูลอิสระ

แว็กซ์จากคาร์นูบานิยมใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบเงา นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เช่น ลิปสติก อายไลเนอร์ มาสคารา ครีมกันแดด เป็นต้น

แว็กซ์จากน้ำมันรำข้าว (Rice bran wax)

ประกอบด้วยกรดอะลิฟาติก (aliphatic acids) และแอลกอฮอล์เอสเทอร์ (higher alcohol esters) เป็นหลัก โดยกรดอะลิฟาติก (aliphatic acids) ประกอบด้วยกรดพาล์มติก (C_{16}) กรดปีฮีนิก (C_{22}) กรดริคโนเซอริก (C_{24}) และกรดอะลิฟาติกอื่น ๆ (C_{26}) ส่วนแอลกอฮอล์เอสเทอร์ (higher alcohol esters) ประกอบด้วยเซอรอลแอลกอฮอล์ (C_{26}) เมลิสซิลแอลกอฮอล์ (C_{30}) และแอลกอฮอล์อื่นๆ อีกทั้งยังประกอบด้วยกรดไขมันอิสระ สควอลีน และฟอสโฟลิปิด

แว็กซ์จากน้ำมันรำข้าวมีสารทำให้ผิวนุ่ม ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เช่น ลิปสติก เมคอัพ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีคุณลักษณะคล้ายกับแว็กซ์คาร์นูบาสามารถใช้ในสารขัดเงา สารเคลือบต่างๆ เช่น ผักและผลไม้ สิ่งทอ ยา เป็นต้น อีกทั้งสามารถใช้กับกระดาษคาร์บอน เทียนไข หมึกพิมพ์ สีเทียนและหมากฝรั่ง

3. แว็กซ์ที่ได้จากแร่ (Mineral waxes) เช่น แวกซ์มอนแทน (Montan wax) แวกซ์โอโซเคไรท์และเซเรซิน (Ozokerite and ceresin wax)

แว็กซ์มอนแทน (Montan wax)

เป็นแว็กซ์ที่ได้จากการสกัดลิกไนต์ โดยองค์ประกอบของแว็กซ์ขึ้นกับวัตถุที่ได้จากการสกัดซึ่งประกอบด้วยแว็กซ์ เรซิน และยางมะตอย โดยแว็กซ์ที่ได้จะมีทั้งสีดำและสีขาว องค์ประกอบส่วนใหญ่ของแว็กซ์มอนแทนเป็นเอสเทอร์ที่มีขนาด C_{24} - C_{30} ที่ประกอบด้วยกรดไขมัน 22-26 % แอลกอฮอล์ไขมันและสารประกอบไฮโดรคาร์บอน 7-15 % นิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมของหมึกกระดาษคาร์บอน และสารหล่อลื่น

แว็กซ์โอโซเคไรท์ และ เซเรซิน (Ozokerite and ceresin wax)

แว็กซ์โอโซเคไรท์ มีที่มาจากประเทศโปแลนด์และออสเตรีย ซึ่งเป็นแว็กซ์ที่ได้จากการผสมของส่วนที่ได้จากการกลั่นปิโตรเลียมและผลึกแว็กซ์ขนาดเล็ก (Microcrystalline)

แว็กซ์เซเรซิน เป็นแว็กซ์ที่ได้จากการปรับปรุงของแว็กซ์โอโซเคไรท์ หรือปัจจุบันเรียกว่า “พาราฟิน” นิยมนำพาราฟินมาใช้ทำเทียนไข

4. แวกซ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ (Synthetic waxes) เช่น แวกซ์โพลีเอทีลีน (Polyethylene waxes)

แวกซ์โพลีเอทีลีน (Polyethylene waxes)

เป็นแวกซ์ที่ได้จากการเตรียมเอทีลีนที่ผ่านกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน ที่ความดันสูงๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นแวกซ์ที่ประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนขนาดเล็ก นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเทียนไขซึ่งใช้เป็นส่วนผสมของพาราฟินจะช่วยให้ขึ้นรูปได้ง่ายขึ้น

2.2 การสกัดแยกสารด้วยตัวทำละลาย

การสกัดแยกด้วยตัวทำละลาย (Solvent extraction) เป็นวิธีการแยกสาร โดยอาศัยสมบัติการละลายของสารในตัวละลายหรือการใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารที่ต้องการออกจากสารผสม

ซอกซ์เลต (soxhlet) เป็นเครื่องมือที่ใช้ตัวทำละลายปริมาณน้อย การสกัดจะเป็นลักษณะการใช้ตัวทำละลายหมุนเวียนผ่านสารที่ต้องการสกัดหลายๆครั้งต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งจะสกัดสารออกมาได้เพียงพอ ส่วนตัวทำละลายที่เราใช้สกัดแล้วนั้นจะถูกทำให้ระเหยแล้วควบแน่นจึงสามารถนำกลับมาใช้ได้

คุณสมบัติของตัวทำละลายที่เหมาะสม

1. สามารถละลายสารที่ต้องการได้มากและละลายสารเจือปนได้ง่าย
2. มีจุดเดือดต่ำ ระเหยง่าย จึงทำให้แยกออกจากสารที่สกัดได้ง่าย
3. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการแยก
4. หาง่าย ราคาถูก

ประโยชน์ของการสกัดด้วยตัวทำละลาย

1. ใช้สกัดน้ำมันพืชจากเมล็ดพืช เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันรำข้าว นิยมใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย
2. ใช้สกัดสารมีสีออกจากพืช
3. ใช้สกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากพืช
4. ใช้สกัดยาออกจากสมุนไพร

2.3 เทคนิคที่ใช้ศึกษาสมบัติทางเคมีของแว็กซ์

2.3.1 ค่าสะพอนิฟิเคชัน (Saponification Value) ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 1387²

ค่าสะพอนิฟิเคชัน คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักโมเลกุล หรือสายโซ่ของกรดไขมันทั้งหมด

2.3.2 ค่าความเป็นกรด (Acid Value) ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 1386³

ค่าความเป็นกรด คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ต้องการไปทำให้กรดไขมันที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง 1 กรัม ให้เป็นกลาง ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความเป็นกรดของคาร์บอกซิลิกที่อยู่ในกรดไขมัน

2.3.3 ค่าไอโอดีน (Iodine Value) ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 5554⁴

ค่าไอโอดีน คือ จำนวนกรัมของไอโอดีนที่ถูกดูดซับโดย 100 กรัมของน้ำมัน ซึ่งเป็นค่าที่บอกจำนวนพันธะคู่ในกรดไขมัน ถ้ามีค่าไอโอดีนต่ำแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูง และค่าไอโอดีนสูงแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวมาก

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี 2004 ZHANG และคณะ^[9] รายงานผลของเอนไซม์- ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ต่อไขมันเนยเทียมที่ผลิตในเครื่อง packed-bed reactor ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของกรดไขมันอิสระ diacylglycerols, solid fat content, crystallization behavior, microstructure, crystal network และผลิตภัณฑ์ enzymatically interesterified เทียบกับผลิตภัณฑ์ chemically interesterified พบว่าการก่อตัวของกรดไขมันอิสระและ diacylglycerols เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ซึ่งปริมาณไขมันเป็นของแข็งเพิ่มสูงขึ้นที่ 10 และ 20 °C และต่ำลงที่ 30, 35, และ 40 °C และเมื่อนำ solid fat ผสมกับ 50% ของน้ำมัน rapeseed กัดัน แล้วนำไปวัดด้วย X-ray พบว่าทำให้ส่วนประกอบของ β ลดลงจาก 100% ถึง 33%, และ 30% และในที่สุดจะเป็นผลึก β' ที่บริสุทธิ์

ในปี 2008 LUMOR และคณะ^[10] รายงานการเพิ่มประสิทธิภาพของ solid fat content (SFC) และคุณสมบัติของผลึกของไขมันที่มีโครงสร้าง *trans*-free (SL) โดย SL สังกะหรณ์จากการผสมกรดสเตียริก ลงในน้ำมันคาโนลา จากการศึกษาพบว่า เมื่อผสม SL กับ plam midfraction

(PMF) และ SL40 จะทำให้ SFC มีคุณภาพดีขึ้น ซึ่ง SL40: PMF (70:30, w / w) ประกอบด้วย น้ำตาลซูโครส stearate (S-170), sorbitan tristearate (STS) และ distilled monoglycerides (DMG)

แม้ว่า SL40 จะทำให้ผลึกเกิดซ้ำและจำกัดการโตของผลึก แต่ก็มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อ ลักษณะทางสัณฐานของผลึก ซึ่งปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 °C และผสม S-170 กับ STS ลงไป หลังจาก 4 สัปดาห์ พบว่ามีผลึกขนาดเล็กกระจายสลับกับผลึกขนาดใหญ่ ในขณะที่การเก็บรักษาด้วย DMG ส่งผลให้รูปร่างของผลึกมีความผิดปกติไปจากเดิม แต่ก็มีกระจายของผลึกขนาดใหญ่เช่นเดียวกัน ผลการทดลองนี้เป็นประโยชน์ในการผลิตเนยเทียม แต่อย่างไรก็ตาม ผลึกเหล่านี้ก็ไม่ได้มีการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ จึงไม่อาจบอก คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ในเชิงลบได้

ในปี 2010 Lee และคณะ^[11] รายงานว่า Titania-silica (TS(X), X=19, 26, 55, 70, และ 79) สอดคล้องกับ Titania ที่มีองค์ประกอบแตกต่างกัน (X, wt%) ซึ่งเตรียมขึ้นโดยวิธีการตกตะกอน โดยมี Nimo/TS(X) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ที่ได้จากเตรียมโดยวิธีincipient wetness ซึ่งเคยถูกนำมาใช้ในการผลิตการกลั่นกลาง (middle distillate) ผ่าน Hydrocracking จากซีฟิ่งพาราฟิน Nimo / TS (X) (X = 19, 26, 55, 70, และ 79) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพซึ่งได้รับการยืนยันจากการวัด ICP-AES และ XRD และได้สร้างการทดลอง NH₃-TPD เพื่อใช้วัดคุณสมบัติความเป็นกรดของ ตัวเร่ง Nimo / TS (X) (X = 19, 26, 55, 70, และ 79) และจากการทดลองก็พบว่าความเป็นกรดของ ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดนี้ที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดประสิทธิภาพของ Hydrocracking ในซีฟิ่งพาราฟิน ซึ่งเมื่อความเป็นกรดของตัวเร่งปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น พบว่าปริมาณของซีฟิ่งพาราฟินก็จะเพิ่มขึ้น โดย Nimo / TS (26) ซึ่งมีความเป็นกรดปานกลางจะให้ประสิทธิภาพสำหรับการกลั่นกลางดีที่สุด

ในปี 2010 Sarah และคณะ^[12] รายงานว่าสารผสมโมโนกลีเซอไรด์และไตรกลีเซอไรด์ของ ผลึกไขมันสามารถนำมาใช้ใน Pickering-stabilised 60:40 เมื่อทำการตรวจสอบการปลดปล่อย กลีเซอไรด์จากผลึกของไขมัน โดยการใช้วิธีอิมัลชันขนาดเล็กจำนวนมากใน bulk aqueous phase (น้ำบริสุทธิ์หรือสารละลายกลูโคสเพื่อให้แรงดันออสโมติกที่ต่างกัน) และเมื่อเวลาผ่านไปพบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง โดยหลังจาก 1 เดือน อิมัลชันที่มีส่วนผสมของโมโนกลีเซอไรด์และไตรกลีเซอไรด์มีการปลดปล่อยกลีเซอไรด์ออกมาน้อยกว่า 5% ส่วนอิมัลชันที่มีเพียงโมโนกลีเซอไรด์ มีการปลดปล่อยกลีเซอไรด์มากกว่า 40% จากการทดลองการหลอมละลายในช่วงอุณหภูมิ 0-80 °C ของ อิมัลชันใน 0.5, 1 และ 2% ของสารละลาย tripalmitin และการทำ DSC พบว่าการปลดปล่อยของกลีเซอไรด์จากผลึกเป็นผลมาจากการหลอมละลาย

ของผลึก และที่ 55 °C ของ 2% tripalmitin มีการปลดปล่อยของเกลืออย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังพบว่าแรงดันออสโมติกที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการปลดปล่อยเกลือ

ในปี 2012 Mohd. และคณะ^[13] ได้รายงาน Palm oil esters (POEs) เป็นสารสังเคราะห์ liquid wax esters ใหม่ ที่มีค่า HLB เป็น 9.34 ซึ่งถูกเสนอให้เป็น lipophilic phase สำหรับการเกิดนาโนอิมัลชัน จากเฟสไดอะแกรมแสดงการครอบคลุมของทั้งสองเฟสของ POEs และ Span 20 โดยใช้สัดส่วนของ POEs:Span 20 ในช่วง 0:100 ถึง 100:0 ซึ่งมีช่วงอุณหภูมิการเกิด emulsification คือ 30-80 °C จากการทดลองพบว่าที่ 70 °C มีการดูดซึมน้ำมากกว่าที่อุณหภูมิอื่น คือ 15% ทำให้เกิดการผสมกันของของ POEs:Span 20 ได้ดีและลดแรงตึงผิวมากขึ้น โดยปกติการเกิด emulsification จะต้องอาศัยแรงเฉือนและความดันสูง ทำให้เกิดเป็นนาโนอิมัลชันที่เป็นเนื้อเดียวกัน อย่างไรก็ตามการทำให้สารเป็นเนื้อเดียวกันที่ความดันสูงนั้นใช้กับการผลิต droplets ในช่วงนาโนเท่านั้น จึงนำมาใช้เพื่อเพิ่มความเสถียรของ POEs นาโนอิมัลชันและการปรับอุณหภูมิในช่วงการก่อตัวของอิมัลชันสามารถนำมาใช้ในการลดขนาดของหยดอิมัลชันได้ ซึ่งระบบของการหยดอิมัลชันที่ดีที่สุดพบว่าอยู่ที่อุณหภูมิ 30 °C ขนาดของอนุภาคอยู่ในช่วง 280-480 nm

บทที่ 3 วิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Fourier-Transform Infrared Spectrophotometer: Thermo Scientific: Nicolet 6700
2. Fourier- Transform NMR Spectrophotometer: Varian Mercury 400 MHz
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง: Model PB3002-S: METTLER
4. Hotplate/stirrer: CORNIG
5. Rotary evaporator: Modal R-200: BÜCHI
6. Heating bath: B-490: BÜCHI
7. ชุดอุปกรณ์การกลั่น
8. เครื่อง Ulthasonic bath
8. แผ่น TLC

3.2 สารเคมี

1. Hexane: analytical grade; Lab Scan
2. Toluene: analytical grade; Merck
3. Ethanol: analytical grade; Merck
4. Chloroform: analytical grade; Merck
5. Potassium Hydroxide: analytical grade; Merck
5. 37% Hydrochloric Acid: analytical grade; Merck
6. Sodium Thiosulfate: analytical grade; Merck
7. Carbon tratachloride: analytical grade; Merck
8. Phenolphthalein indicator: analytical grade; Merck
9. Wijs Solution: analytical grade; Merck
10. Chloroform-D: NMR Spectroscopy grade; Merck
11. Acetone: analytical grade; EMSURE

3.3 วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 การสกัดแยกแวกซ์ที่ได้จากน้ำมันปาล์ม

1. นำแวกซ์ที่ได้จากน้ำมันปาล์มประมาณ 40g มาละลายในเฮกเซน 160 mL
2. กรองด้วยกระดาษกรอง และนำแวกซ์ที่ไม่ละลายมาละลายในเฮกเซนซ้ำ และรวมสารละลายที่กรองได้เข้าด้วยกัน ทำ 3 ครั้ง
3. นำสารละลายที่ได้และแวกซ์ที่ไม่ละลายไประเหยตัวทำละลายแล้วทำให้แห้ง และจัดบันทึกน้ำหนักที่ได้
4. นำแวกซ์ที่ผ่านกรสกัดด้วยเฮกเซน ในข้อ 3 มาละลายในคลอโรฟอร์มที่อัตราส่วน (1:4 w/v) และทำตามข้อ 2-3

ตอนที่ 2 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแวกซ์จากน้ำมันปาล์ม

ศึกษาสมบัติทางเคมีของแวกซ์ตามวิธีมาตรฐานดังที่แสดงในตาราง

ตารางที่ 3.1 วิธีมาตรฐานที่ใช้ศึกษาสมบัติทางเคมีของแวกซ์

วิธีการทดสอบ	วิธีมาตรฐาน
ค่าสะพอนิฟิเคชัน(Saponification Value)	ASTM D 1387
ค่าความเป็นกรด(Acid Value)	ASTM D 1386
ค่าไอโอดีน(Iodine Value)	ASTM D 5554

ตอนที่ 2.1 การหาค่าสะพอนิฟิเคชัน (Saponification Value) ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 1387

ค่าสะพอนิฟิเคชัน คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารตัวอย่าง 1 กรัม

วิธีการทดลอง

ชั่งแวกซ์ตัวอย่างอย่างถูกต้องประมาณ 0.5000 กรัม ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมโทลูอีน 20 มิลลิลิตร และใส่ boiling chip ต้มให้แวกซ์ละลาย จากนั้นเติมสารละลาย 0.1000 M เอทานอลิกโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 25.00 มิลลิลิตร ด้วยปิเปต นำสารละลายมารีฟลักซ์ประมาณ 3 ชั่วโมงและทำให้สารละลายเย็นที่อุณหภูมิห้อง หยดฟีนอล์ฟทาลีน ซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด

และไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานทศนิยม 0.1000 โมลาร์ ไฮโดรคลอริกจนกระทั่งสีชมพูหายไป บันทึกปริมาตรสารละลายไฮโดรคลอริก ที่ใช้จากนั้นทำแบลงค์และคำนวณค่าสะพอนิฟิเคชันของสารตัวอย่าง

$$\text{ค่าสะพอนิฟิเคชัน} = \frac{(B-A)N \cdot (56.1)}{C}$$

- เมื่อ
- A = มิลลิลิตรของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับสารตัวอย่าง
 - B = มิลลิลิตรของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตกับแบลงค์
 - C = น้ำหนักของแวกซ์ตัวอย่าง
 - N = ความเข้มข้นของสารละลายไฮโดรคลอริก

ตอนที่ 2.2 การหาค่าความเป็นกรด (Acid Value) ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 1386

ค่าความเป็นกรด คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ต้องการไปทำให้กรดไขมันที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง 1 กรัมให้เป็นกลาง

วิธีการทดลอง

ชั่งแวกซ์ตัวอย่างอย่างถูกต้องประมาณ 0.5000 กรัม ในขวดวัดปริมาตร ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายผสมของเอทานอล-โทลูอีน 20 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด และหยดสารละลายมาตรฐานทศนิยม 0.1000 โมลาร์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน จากนั้นให้ความร้อนจนแวกซ์ละลาย หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยดแล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานทศนิยม 0.1000 โมลาร์ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จนสารละลายร้อนจนกระทั่งสารละลายมีสีชมพูอย่างน้อย 10 วินาที บันทึกปริมาตรสารละลาย โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ และคำนวณหาค่าความเป็นกรดของสารตัวอย่าง

$$\text{Acid Value} = \frac{AN \times 56.1}{B}$$

- เมื่อ
- A = มิลลิลิตรของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรตกับแวกซ์ตัวอย่าง
 - N = ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์
 - B = น้ำหนักของแวกซ์ตัวอย่าง

ตอนที่ 2.3 การหาค่าไอโอดีน (Iodine value) ตามวิธีวิธีมาตรฐาน ASTM D 5554

ค่าไอโอดีนคือ จำนวนกรัมของ ไอ โอดีนที่ถูกดูดกลืน โดยน้ำมัน 100 กรัม ซึ่งเป็นค่าที่บอกจำนวนพันธะคู่ในกรดไขมัน

วิธีการทดลอง

ซึ่งแวชตัวอย่างอย่างถูกต้องประมาณ 0.100 กรัม ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมคลอโรฟอร์ม 20.00 มิลลิลิตร และปิเปตสารละลาย Wijs 25.00 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ในที่มืด 30 นาที หลังจากนั้น เติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดค์ 20.00 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่น 100.00 มิลลิลิตรไทเทรตด้วยโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแข็ง 2.00 มิลลิลิตรซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์ จะได้สารละลายสีน้ำเงิน นำไปไทเทรตต่อจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี บันทึกปริมาตรสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ และคำนวณหาค่าไอโอดีนของสารตัวอย่าง

$$\text{Iodine value} = \frac{(B-S)N \cdot (12.69)}{C}$$

- เมื่อ
- B = มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไทเทรตกับแบลงค์
 - S = มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไทเทรตกับแวช
 - C = น้ำหนักของแวชตัวอย่าง
 - N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

ตอนที่ 3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของแวชด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ในการทดลองนี้จะศึกษาการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของแวชจากน้ำมันปาล์ม แวชที่เหลืองจากการสกัดด้วยเฮกเซน และแวชได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน ด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2), สารละลายโซเดียมเปอร์คลอไรท์ ($NaOCl$) และแวชที่ผ่านการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มาทำปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยโซเดียมไฮเปอร์คลอไรท์

ตอนที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลงสีของแว็กซ์จากน้ำมันปาล์ม

การทดลองที่ 1 การออกซิไดซ์แว็กซ์ด้วย 3% ของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

วิธีการทดลอง

ชั่งแว็กซ์จากน้ำมันปาล์มประมาณ 10.00 กรัม ในขวดก้นกลมขนาด 250 mL เติมเฮกเซน 40 mL ให้ความร้อนจนแว็กซ์ละลาย เติมสารละลาย 3% H_2O_2 40 mL รีฟลักซ์ที่อุณหภูมิ $90^{\circ}C$ ประมาณ 1 ชั่วโมง และทำให้สารละลายเย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง ได้สารละลายแยกเป็น 2 ชั้น เทสารละลายลงในกรวยแยก ไขเก็บชั้นสารละลายอินทรีย์ สกัดแยกชั้นสารละลายเอเคียส อีก 2 ครั้ง ด้วยเฮกเซน ครั้งละ 10 mL รวมสารสกัดในเฮกเซนเข้าด้วยกัน แล้วนำไประเหยในเครื่องระเหยแบบหมุนจนแห้ง จดบันทึกน้ำหนักที่ได้ และเปรียบเทียบสีของแว็กซ์ก่อนและหลังทำปฏิกิริยา

การทดลองที่ 2 การออกซิไดซ์แว็กซ์ด้วย 15 % ของสารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรท์

วิธีการทดลอง

ชั่งแว็กซ์จากน้ำมันปาล์มประมาณ 10.00 กรัม ในขวดก้นกลมขนาด 250 mL เติมเฮกเซน 40 mL ให้ความร้อนจนแว็กซ์ละลาย เติมสารละลาย 15% NaOCl 40 mL รีฟลักซ์ที่อุณหภูมิ $100^{\circ}C$ ประมาณ 1 ชั่วโมง และทำให้สารละลายเย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง ได้สารละลายแยกเป็น 2 ชั้น เทสารละลายลงในกรวยแยก ไขเก็บชั้นสารละลายอินทรีย์ สกัดแยกชั้นสารละลายเอเคียส อีก 2 ครั้ง ด้วยเฮกเซน ครั้งละ 10 mL รวมสารสกัดในเฮกเซนเข้าด้วยกัน แล้วนำไประเหยในเครื่องระเหยแบบหมุนจนแห้ง จดบันทึกน้ำหนักที่ได้ และเปรียบเทียบสีของแว็กซ์ก่อนและหลังทำปฏิกิริยา

การทดลองที่ 3 การออกซิไดซ์แว็กซ์ที่ได้จากตอนที่ 1 ด้วย 15% ของสารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรท์

วิธีการทดลอง

ชั่งแว็กซ์จากน้ำมันปาล์มที่ผ่านการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย 3% H_2O_2 ประมาณ 10.00 กรัม ในขวดก้นกลมขนาด 250 mL เติมเฮกเซน 40 mL ให้ความร้อนจนแว็กซ์ละลาย เติมสารละลาย 15% NaOCl 40 mL รีฟลักซ์ที่อุณหภูมิ $100^{\circ}C$ ประมาณ 1 ชั่วโมง และทำให้สารละลายเย็นลงถึงอุณหภูมิห้อง ได้สารละลายแยกเป็น 2 ชั้น เทสารละลายลงในกรวยแยก ไขเก็บชั้นสารละลายอินทรีย์ สกัดแยกชั้นสารละลายเอเคียส อีก 2 ครั้งด้วยเฮกเซน ครั้งละ 10 mL รวมสารสกัดในเฮกเซนเข้าด้วยกัน แล้วนำไประเหยในเครื่องระเหยแบบหมุนจนแห้ง จดบันทึกน้ำหนักที่ได้ และเปรียบเทียบสีของแว็กซ์ก่อนและหลังทำปฏิกิริยา

การทดลองที่ 1-3 จะใช้แก๊สที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนและแก๊สที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน ทำการทดลองในทำนองเดียวกันกับการทดลองตอนที่ 1-3 ของตอนที่ 4.1

ตอนที่ 3.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของแก๊สเมื่อนำไปตากแดด

นำแก๊สจากน้ำมันปาล์ม แก๊สที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนและแก๊สที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนใส่ในกระจกนาฬิกาแล้วนำไปตากแดดตั้งแต่เวลา 10.00 - 16.00 น. เป็นเวลานาน 1 เดือน (ในฤดูร้อน ซึ่งมีแสงแดดจัด) รวมเวลา 30 วัน และศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแก๊สหลังตากแดด

ตอนที่ 4 การตรวจสอบเอกลักษณ์ของแก๊ส

นำแก๊สที่สกัดได้ไปพิสูจน์เอกลักษณ์โดยใช้

1. Fourier-Transform Infrared Spectrophotometer
2. Fourier-Transform NMR Spectrometer

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การสกัดแว็กซ์ที่ได้จากน้ำมันปาล์ม

ตารางที่ 4.1 แสดงน้ำหนักของแว็กซ์ที่สกัดได้

แว็กซ์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
แว็กซ์ที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม (crude wax)	40.22	40.00
แว็กซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน	5.18	5.06
แว็กซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน	30.04	29.64

ตารางที่ 4.2 แสดงร้อยละผลได้ของแว็กซ์ที่สกัดได้

แว็กซ์	ร้อยละผลได้ของแว็กซ์		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
แว็กซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน	12.88	12.65	12.77
แว็กซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน	74.69	74.10	74.40
รวม	87.57	86.75	87.16



รูปที่ 4.1



รูปที่ 4.2



รูปที่ 4.3

รูปที่ 4.1 แวกซ์ที่ได้จากน้ำมันปาล์ม

รูปที่ 4.2 แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน

รูปที่ 4.3 แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน

ตอนที่ 2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแว็กซ์จากน้ำมันปาล์ม

ตารางที่ 4.3 แสดงสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแว็กซ์

สมบัติ	แว็กซ์ที่ได้จากน้ำมันปาล์ม (crude wax)	แว็กซ์ที่สกัดได้	
		แว็กซ์ที่ได้จากการสกัด ด้วยเฮกเซน	แว็กซ์ที่เหลือจากการสกัด ด้วยเฮกเซน
สถานะ	ของแข็ง	ของแข็ง	ของเหลวกึ่งแข็ง
สี	สีเหลืองอ่อน	สีขาว	สีขาวอมเหลือง
จุดหลอมเหลว (°C)	56-64	52-57	68-72
ค่าสะพอนิฟิเคชัน (mgKOH/g) ¹	187.19	180.22	164.92
ค่าความเป็นกรด (mgKOH/g) ²	0.90	1.59	0.64
ค่าไอโอดีน (gI ₂ /100g) ³	22.77	25.84	7.89

*หมายเหตุ : ผลการทดลอง คือค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ครั้ง

ตารางที่ 4.3 [ต่อ]

สมบัติ	แวกซ์ที่ได้จากน้ำมันปาล์ม (crude wax)	แวกซ์ที่สกัดได้	
		แวกซ์ที่ได้จากการสกัด ด้วยเฮกเซน	แวกซ์ที่เหลือจากการสกัด ด้วยเฮกเซน
การละลาย			
- แอลกอฮอล์ร้อน	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย
- คลอโรฟอร์ม	ละลายได้ดี	ละลายได้ดี	ละลายได้ดี
- เฮกเซน	ละลายได้บางส่วน	ละลายได้บางส่วน	ละลายได้บางส่วน
- โทลูอิน	ละลายได้ดี	ละลายได้ดี	ละลายได้ดี
- เอทิล อะซีเตต	ละลายได้ดี	ละลายได้ดี	ละลายได้ดี

ตอนที่ 3 การปรับปรุงสมบัติของแวกซ์จากน้ำมันปาล์ม เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้เป็น ส่วนผสมในเครื่องสำอาง

ตอนที่ 3.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของแวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน

ตอนที่ 3.1.1 การเปลี่ยนแปลงสีของแวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน

การทดลองที่ 1 ผลการออกซิไดซ์แวกซ์ด้วย 3% ของสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หลังจากการทำปฏิกิริยาพบว่าสารละลายแยกเป็น 2 ชั้นคือชั้นบนเป็นชั้นสารละลายอินทรีย์สีเหลือง และชั้นล่างเป็นสารละลายเอควียสไลไม่มีสี น้ำชั้นสารละลายอินทรีย์ไประเหยตัวทำละลายออกได้ แวกซ์ดังรูป 4.4

การทดลองที่ 2 ผลการออกซิไดซ์แวกซ์ด้วย 15% ของสารละลายโซเดียมไฮเปอร์คลอไรท์ หลังจากการทำปฏิกิริยาพบว่าสารละลายแยกเป็น 2 ชั้นคือชั้นบนเป็นชั้นสารละลายอินทรีย์สีเหลือง และชั้นล่างเป็นสารละลายเอควียสไลไม่มีสี น้ำชั้นสารละลายอินทรีย์ไประเหยตัวทำละลายออกได้ แวกซ์ดังรูป 4.5

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลการออกซิไดซ์แวกซ์ที่ได้จากตอนที่ 1 ด้วย 15% ของสารละลาย โซเดียมไฮเปอร์คลอไรท์หลังจากการทำปฏิกิริยาพบว่าสารละลายแยกเป็น 2 ชั้นคือชั้นบนเป็นชั้น สารละลายอินทรีย์สีเหลืองและชั้นล่างเป็นสารละลายเอควียสไลไม่มีสี น้ำชั้นสารละลายอินทรีย์ ไประเหยตัวทำละลายออกได้แวกซ์ดังรูป 4.6



รูปที่ 4.4



รูปที่ 4.5



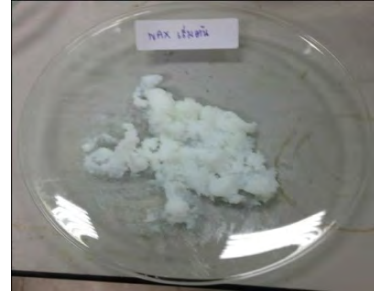
รูปที่ 4.6

ตอนที่ 3.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของแว็กซ์เมื่อนำไปตากแดด

นำแว็กซ์ที่ได้จากการสกัดไปตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน ในช่วงเวลา 10.00-16.00 น. เดือนเมษายน ที่มีแสงแดดจัด



ก.



ข.

รูปที่ 4.7 แว็กซ์ที่ได้จากน้ำมันปาล์ม

ก. ก่อนตากแดด ข. หลังตากแดด



ก.



ข.

รูปที่ 4.8 แว็กซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน

ก. ก่อนตากแดด ข. หลังตากแดด



ก.



ข.

รูปที่ 4.9 แว็กซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน

ก. ก่อนตากแดด ข. หลังตากแดด

ตารางที่ 4.4 แสดงสมบัติทางเคมีของแว็กซ์ก่อนและหลังตากแดด

แว็กซ์	สมบัติ	ค่าสะพอนิฟิเคชัน	ค่าความเป็นกรด	ค่าไอโอดีน
		(mgKOH/g) ¹	(mgKOH/g) ²	(gI ₂ /100g) ³
แว็กซ์ที่ได้จากน้ำมัน ปาล์ม(crude wax)	ก่อนตาก	187.19	0.90	22.77
	หลังตาก	247.11	3.51	19.54
แว็กซ์ที่ได้จากการ สกัดด้วยเฮกเซน	ก่อนตาก	180.22	1.59	25.84
	หลังตาก	235.50	4.17	22.24
แว็กซ์ที่เหลือจาก การสกัดด้วยเฮกเซน	ก่อนตาก	164.92	0.64	7.89
	หลังตาก	177.48	3.02	3.50

ตอนที่ 4 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของแว็กซ์

นำแว็กซ์ที่สกัดได้ไปพิสูจน์เอกลักษณ์โดยใช้

1. Fourier-Transform Infrared Spectrophotometer
2. Fourier-Transform NMR Spectrometer

ตารางที่ 4.5 การตีความอินฟราเรดสเปกตรัมของแก๊สที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มก่อนและหลังตากแดด

Wave number (cm ⁻¹)		Assignment
แก๊สที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม (crude wax)	แก๊สที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มหลังตากแดด	
3468	3468	O-H stretching in carboxylic
2914	2926	C-H stretching in alkanes
2849	2849	C-H stretching in alkanes
1732	1742	C=O stretching
1474	1458	C-H bending, aliphatic
1175	1163	C-O stretching

ตารางที่ 4.6 การตีความอินฟราเรดสเปกตรัมของแก๊สที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนก่อนและหลังตากแดด

Wave number (cm ⁻¹)		Assignment
แก๊สที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน	แก๊สที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังตากแดด	
3452	3458	O-H stretching in carboxylic
2914	2914	C-H stretching in alkanes
2849	2849	C-H stretching in alkanes
1745	1738	C=O stretching
1462	1465	C-H bending, aliphatic
1182	1175	C-O stretching

ตารางที่ 4.7 การตีความอินฟราเรดสเปกตรัมของแก๊สที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนก่อนและหลังตากแดด

Wave number (cm ⁻¹)		Assignment
แก๊สที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน	แก๊สที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังตากแดด	
3468	3471	O-H stretching in carboxylic
2917	2917	C-H stretching in alkanes
2849	2849	C-H stretching in alkanes
1738	1735	C=O stretching
1471	1452	C-H bending, aliphatic
1169	1169	C-O stretching

ตารางที่ 4.8 การตีความอินฟราเรดสเปกตรัมของแก๊สที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนก่อนและหลังการลดความเข้มข้นของดี

Wave number (cm ⁻¹)				Assignment
แก๊สที่ได้จากการสกัดด้วย เฮกเซน	แก๊สที่ได้จากการสกัดด้วย เฮกเซนหลังจากการเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย H ₂ O ₂	แก๊สที่ได้จากการสกัดด้วย เฮกเซนหลังจากการเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย NaOCl	แก๊สที่ได้จากการสกัดด้วย เฮกเซนหลังเกิดปฏิกิริยา ออกซิเดชันของ H ₂ O ₂ ด้วย NaOCl	
3452	3455	3418	3428	O-H stretching in carboxylic
2914	2932	2914	2911	C-H stretching in alkanes
2849	2846	2846	2837	C-H stretching in alkanes
1745	1726	1640	1643	C=O stretching
1462	1471	1465	1409	C-H bending, aliphatic
1182	1172	1182	1111	C-O stretching

ตารางที่ 4.9 การตีความ H-NMR สเปกตรัมของแก๊ซที่สกัดได้

แก๊ซ	Chemical shift (ppm)							
	a	b	c	d	e	f	g	h
แก๊ซที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม	0.78	1.26	1.53	1.98	2.20	2.22	4.24	5.26
แก๊ซที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน	0.85	1.23	1.60	* -	2.18	2.28	4.23	5.27
แก๊ซที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน	0.85	1.23	1.59	2.00	2.19	2.30	4.21	5.31
แก๊ซที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม (ตากแดด)	0.86	1.23	1.60	2.00	* -	2.30	4.21	5.30
แก๊ซที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน (ตากแดด)	0.87	1.25	1.60	* -	* -	2.30	4.21	5.25
แก๊ซที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน (ตากแดด)	0.87	1.26	1.61	2.00	2.27	2.75	4.22	5.26
แก๊ซที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน หลังการออกซิไดซ์ด้วย H ₂ O ₂	0.87	1.26	1.59	2.00	2.16	2.29	4.21	5.26
แก๊ซที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน หลังการออกซิไดซ์ด้วย NaOCl	0.86	1.23	1.70	2.00	2.16	2.30	* -	4.65
แก๊ซที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน หลังการออกซิไดซ์ด้วย H ₂ O ₂ และ ด้วย NaOCl	0.87	1.22	1.61	2.00	2.19	2.31	* -	4.57

* หมายถึง : - ไม่พบค่า Chemical shift หรือพบน้อย

ตำแหน่ง	หมู่ฟังก์ชัน
a	-CH ₃
B	- CH ₂ -CH ₃
c	-CH ₂ -CH ₂ - C=O
d	long chain wax
e	acetone
f	-CH ₂ - C=O
g	triglyceride
h	CH=CH

บทที่ 5 วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลอง

แก๊สที่ได้จากน้ำมันปาล์มที่นำมาทำการทดลองเป็นแก๊สที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์ม โดยในการทดลองนี้ได้ศึกษาการแยกองค์ประกอบของแก๊สที่ได้จากการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายนอร์มัลเฮกเซน ผลการทดลองที่ได้ มีดังนี้

ตอนที่ 1 การสกัดแยกแก๊สที่ได้จากน้ำมันปาล์ม

ในการสกัดแยกแก๊สที่ได้จากน้ำมันปาล์มด้วยตัวทำละลาย โดยใช้สารละลายต่างๆเป็นตัวทำละลาย แต่พบว่าตัวทำละลายที่เหมาะสมที่สุด คือ สารละลายเฮกเซน เนื่องจากแก๊สที่นำมาทดลองเป็นแก๊สที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม ดังนั้นจึงใช้เฮกเซนซึ่งเป็นตัวทำละลายไม่มีขั้ว สกัดแยกน้ำมันที่เจือปนอยู่ออกจากแก๊ส ซึ่งจากการทดลอง เมื่อใช้ตัวทำละลายอื่นในการสกัดแก๊สของแข็งส่วนที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน พบว่า แก๊สสามารถละลายในตัวทำละลายได้หมด จึงใช้เพียงเฮกเซนเป็นตัวทำละลายเดียวในการสกัดแยกแก๊ส จากผลการทดลองพบว่าสามารถสกัดแยกแก๊สได้เป็น 2 ส่วน คือ แก๊สที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน และแก๊สที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน ซึ่งมีร้อยละผลได้ของแก๊สนี้คือ 12.77 และ 74.40 ตามลำดับ

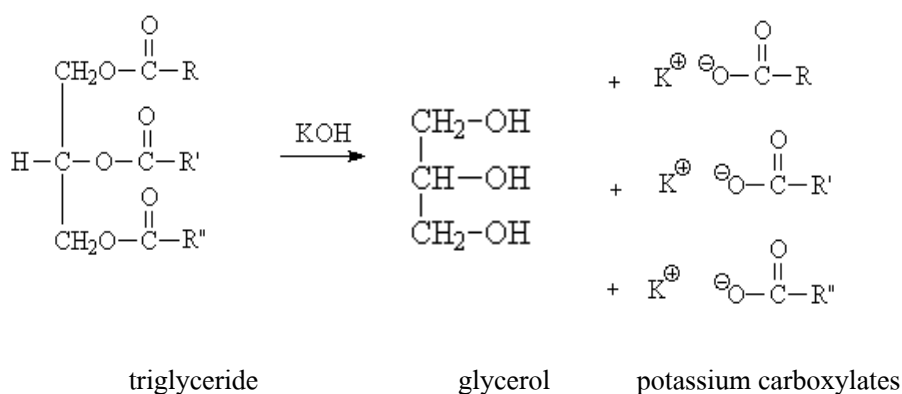
ตอนที่ 2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแก๊สจากน้ำมันปาล์ม

ลักษณะทางกายภาพของแก๊สน้ำมันปาล์ม แก๊สที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน และแก๊สที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน มีลักษณะเป็น ของแข็งเป็นก้อนสีเหลืองอ่อน , ของแข็งสีขาว และของแข็งกึ่งเหลวสีเหลืองอ่อน ตามลำดับ

จุดหลอมเหลวของแก๊สที่สกัดได้ทั้ง 2 ส่วนอยู่ในช่วงของแก๊สที่ได้จากน้ำมันปาล์มอ้างอิง แต่ช่วงการหลอมเหลวของแก๊สที่สกัดได้นั้นมีช่วงที่กว้าง เนื่องจากแก๊สที่สกัดได้แต่ละส่วนเป็นแก๊สที่ประกอบด้วยองค์ประกอบที่ต่างกันหลายชนิด

ค่าสะพอนิฟิเคชัน คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสาร 1 กรัม เป็นค่าที่ใช้บอกถึงขนาดโมเลกุล หรือน้ำหนักโมเลกุลของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลไตรกลีเซอไรด์ หากแก๊สมีค่าสะพอนิฟิเคชันสูง แสดงว่ากรดไขมันที่

เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ จึงมีจำนวนโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ต่อหน่วยน้ำหนักเป็นจำนวนมาก ดังนั้นต้องใช้ต่างเป็นจำนวนมากในการไฮโดรไลซิส ทำนองเดียวกันถ้าค่าสะพอนิฟิเคชันต่ำแสดงว่ากรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์มีน้ำหนักโมเลกุลมาก จึงมีจำนวนโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ต่อหน่วยน้ำหนักเป็นจำนวนน้อย ทำให้ใช้ต่างน้อยในการทำปฏิกิริยา โดยสมการของปฏิกิริยาสะพอนิฟิเคชัน คือ

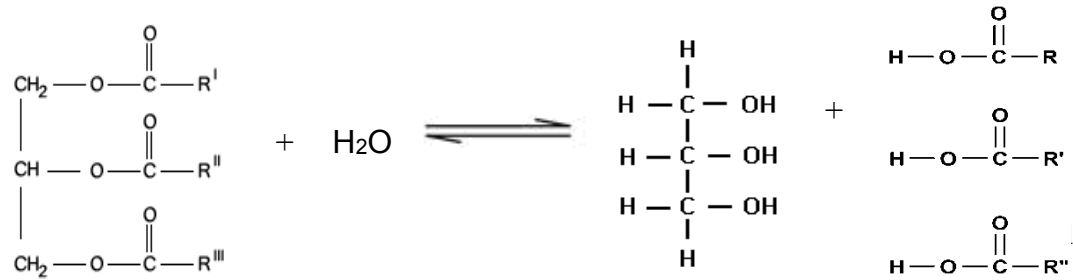


รูปที่ 12 สมการการเกิดปฏิกิริยาสะพอนิฟิเคชัน

ค่าสะพอนิฟิเคชันเป็นค่าที่คำนวณได้จากปริมาตรและความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตเพื่อทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือจากการเกิดปฏิกิริยาสะพอนิฟิเคชันกับหมู่เอสเทอร์ในไตรกลีเซอไรด์ หากปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตมีปริมาณน้อยแสดงว่าเหลือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์น้อย(ค่าสะพอนิฟิเคชันสูง) แต่หากปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตมีปริมาณมากแสดงว่าเหลือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์มาก (ค่าสะพอนิฟิเคชันต่ำ)

จากผลการทดลองพบว่าค่าสะพอนิฟิเคชันของแวชน้ำมันปาล์ม , แวชที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน และแวชที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน เป็นดังนี้ คือ 187.19, 180.22 และ 164.92 mgKOH/g ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงของแวชที่ได้จากน้ำมันปาล์มอ้างอิง ดังนั้น ค่าสะพอนิฟิเคชันของแวชที่ได้จากน้ำมันปาล์มมีค่ามากที่สุด ซึ่งอาจจะบ่งชี้ว่าเป็นแวชที่ประกอบไปด้วยหมู่เอสเทอร์จำนวนมากและมีสายโซ่ไฮโดรคาร์บอนสั้น ซึ่งมวลโมเลกุลจะต่ำ ส่วนค่าสะพอนิฟิเคชันของแวชที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนมีค่าต่ำสุด อาจจะบ่งชี้ว่าเป็นแวชเอสเทอร์ที่ประกอบไปด้วยหมู่เอสเทอร์จำนวนน้อยและมีสายโซ่ไฮโดรคาร์บอนที่ยาว ซึ่งมวลโมเลกุลจะสูง

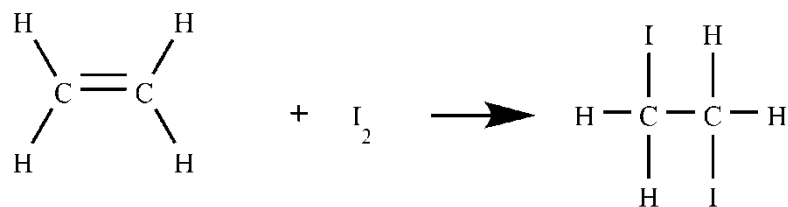
ค่าความเป็นกรด คือ จำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ต้องการไปทำให้กรดไขมันที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง 1 กรัม เป็นกลาง (Neutralize) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงจำนวนหมู่คาร์บอกซิลิกที่อยู่ในกรดไขมันของแวช 1 กรัม แสดงโดยปฏิกิริยา ดังนี้



รูปที่ 5.2 ปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสของไตรกลีเซอไรด์

จากผลการทดลองพบว่า ค่าความเป็นกรดของแวชน้ำมันปาล์ม, แวชที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน และแวชที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน เป็นดังนี้ คือ 0.90, 1.59 และ 0.64 mgKOH ตามลำดับ ดังนั้นค่าความเป็นกรดที่ได้สามารถระบุได้ว่าแวชที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนมีหมู่คาร์บอกซิลิกอยู่มากที่สุด ในขณะที่แวชที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนมีหมู่คาร์บอกซิลิกอยู่น้อยที่สุด

ค่าไอโอดีน คือ จำนวนกรัมของไอโอดีนที่ถูกคลุกเคล้าโดยไขมัน 100 กรัม ซึ่งเป็นค่าที่บอกจำนวนพันธะคู่ในกรดไขมัน ถ้ามีค่าไอโอดีนต่ำแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูง (มีพันธะคู่จำนวนน้อย) และค่าไอโอดีนสูงแสดงว่ามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวมาก (มีพันธะคู่จำนวนมาก) โดยปฏิกิริยาที่เกิดเป็นปฏิกิริยาการเติมแฮโลเจนของแอลคีน ดังสมการ



รูปที่ 13 สมการการเกิดปฏิกิริยาการเติมแฮโลเจนของแอลคีน

จากผลการทดลองพบว่าค่าไอโอดีนของแวกซ์น้ำมันปาล์ม, แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน และแวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน เป็นดังนี้คือ 22.77, 25.84 และ 7.89 gI₂/100g ตามลำดับ ซึ่งแวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนมีค่าไอโอดีนสูง เนื่องจากแวกซ์มีความไม่อิ่มตัวสูง ขณะที่แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนมีค่าไอโอดีนต่ำสุด แสดงว่าเป็นแวกซ์ที่ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวสูง

ดังนั้น จากผลการทดลองการศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแวกซ์ทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ แวกซ์น้ำมันปาล์ม แวกซ์ส่วนที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน และแวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน จะพบว่า ทั้ง 3 ส่วนมีลักษณะทางกายภาพและทางเคมีต่างกัน แสดงให้เห็นว่าแวกซ์ทั้ง 3 ส่วน มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน โดยในแวกซ์น้ำมันปาล์ม จะประกอบด้วยทั้งส่วนที่มีขั้วและส่วนที่ไม่มีขั้วผสมกันอยู่ ซึ่งเมื่อนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน จะได้แวกซ์ 2 ส่วน คือ

1. แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน ซึ่งจะสารจำพวกที่มีขั้วเป็นองค์ประกอบ เนื่องจากไม่ละลายในเฮกเซนซึ่งเป็นตัวทำละลายไม่มีขั้ว และ
2. แวกซ์ส่วนที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน โดยส่วนใหญ่เป็นสารประเภท long chain wax ซึ่งเป็นสาร ไม่มีขั้ว จึงสามารถละลายได้ในเฮกเซน

cosmetics	Saponification value(mgKOH/g)	Acid value	Iodine value (gI ₂ /100g)	mp(°C)
lipstick	90-200	2-5	3-4	45-85
Lip care	134-154	<1	<5	78-82
Make up	90-230	2-5	3-10	40-215
Skin care	300-154	<2	<5	17-60
Sun cream	380-200	<5	<3	45-60
Cream	90-120	<1	<3	130-215
Cologne sticks	90-120	<1	<3	130-215
Mascara	75-90	<13	<10	78-82
Bath care	134-154	<1	<5	-

Soap	90-154	<2	50	-
------	--------	----	----	---

ตารางที่ 5.1 แสดงสมบัติทางเคมีของแวกซ์ที่ใช้ในเครื่องสำอางต่างๆ

หมายเหตุ: ข้อมูลสมบัติทางเคมีของแวกซ์ที่ใช้ในเครื่องสำอางต่างๆ ได้มาจากการรวบรวมข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตหลายเว็บไซต์

จากตารางพบว่าแวกซ์ที่สกัดได้แต่ละส่วนมีค่าสะพอนิฟิเคชัน, ค่าความเป็นกรด และค่าไอโอดีน อยู่ในช่วงค่าสะพอนิฟิเคชัน, ค่าความเป็นกรด และค่าไอโอดีนของเครื่องสำอางอ้างอิง ซึ่งแสดงในตารางที่ 5.1 และเนื่องจากสูตรตำรับของเครื่องสำอางมีหลากหลาย ทำให้ช่วงของค่าสะพอนิฟิเคชัน, ค่าความเป็นกรด และค่าไอโอดีน มีช่วงกว้าง ดังนั้นแวกซ์ที่สกัดได้แต่ละส่วนสามารถนำไปทำเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางได้

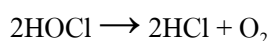
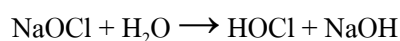
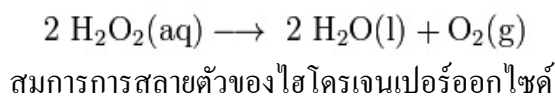
ตอนที่ 3 การปรับปรุงคุณสมบัติของแวกซ์จากน้ำมันปาล์ม เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง

ในการนำแวกซ์ที่ได้จากน้ำมันปาล์มซึ่งมีสีตามธรรมชาติของแวกซ์เป็นสีเหลืองอ่อนมาทำเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางนั้น อาจทำให้เครื่องสำอางมีสีสันที่ไม่น่าใช้ ในการทดลองนี้จึงศึกษาการลดความเข้มสีของแวกซ์

การทดลองที่ 3.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของแวกซ์ที่สกัดได้ด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน

เนื่องจาก H_2O_2 และ $NaOCl$ เป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรงจึงนิยมนำมาใช้ในการฟอกขาวเส้นใยหรือผ้า แต่แวกซ์หลังการทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีสีที่ใกล้เคียงกับแวกซ์ก่อนทำปฏิกิริยา และเมื่อนำแวกซ์มาพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วย IR สเปกตรัม และ ^1H-NMR สเปกตรัม พบว่าตำแหน่งการเกิดฟิสิกมีค่าใกล้เคียงกับแวกซ์ก่อนทำปฏิกิริยา และเป็นค่าที่อยู่ในช่วงหมู่ฟังก์ชันเดิมในกรณีของ H_2O_2 แสดงว่าหลังการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหมู่ฟังก์ชันของแวกซ์ ทำให้สีของแวกซ์หลังการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไม่แตกต่างหรือแตกต่างกัน้อยมากเมื่อเทียบกับแวกซ์ก่อนทำปฏิกิริยา ส่วนในกรณีของ $NaOCl$ พบว่าใน IR สเปกตรัม มีฟิสิกของ O-H stretching ค่อนข้างกว้างมากอาจเกิดจากในแวกซ์ตัวอย่างมีน้ำเป็นส่วนผสม จึงไม่สามารถเอาน้ำออกได้หมดทำให้เกิดแถบนี้ขึ้น ดังนั้นก่อนจะทำการวัดควรมีการใช้สารดูดน้ำ เช่น anhydrous Na_2SO_4 เป็นต้น แต่ใน ^1H-NMR สเปกตรัม ไม่พบฟิสิกของน้ำ ส่วนฟิสิกของ C=O stretching มีการshiftไปที่ wave number ที่ต่ำกว่า แสดงว่าเกิดการออกซิเดชันขึ้นจากการที่ฟิสิก C=O stretching ของ ester จะขึ้นที่ประมาณ

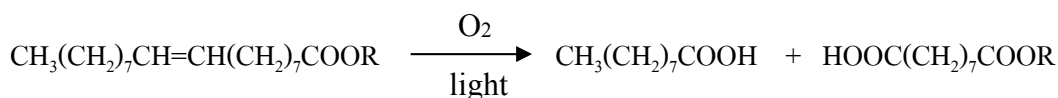
1740 cm^{-1} ส่วน C=O stretching ของ carboxylic จะขึ้นที่ต่ำกว่าดังปรากฏใน IR Spectrum แต่ใน IR Spectrum ก็ยังพบพีค C=O stretching ของ ester อยู่แสดงว่าเกิดการออกซิเดชันจริงแต่เกิดไม่สมบูรณ์ เช่นเดียวกับกรณีของ oxidizing agent เป็น $\text{H}_2\text{O}_2/\text{NaOCl}$



สมการการสลายตัวของโซเดียมไฮโปคลอไรท์

การทดลองที่ 3.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของแว็กซ์ที่สกัดได้เมื่อนำไปตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน

จากการทดลองได้นำแว็กซ์ตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน ช่วงเวลา 10.00-16.00 น. ในเดือนเมษายนที่มีแสงแดดจัด คาดว่าแว็กซ์ที่ได้หลังการตากแดดถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศที่พันธะคู่โดยมีแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งในที่สุดจะกลายเป็นกรดคาร์บอกซิลิก ดังสมการ

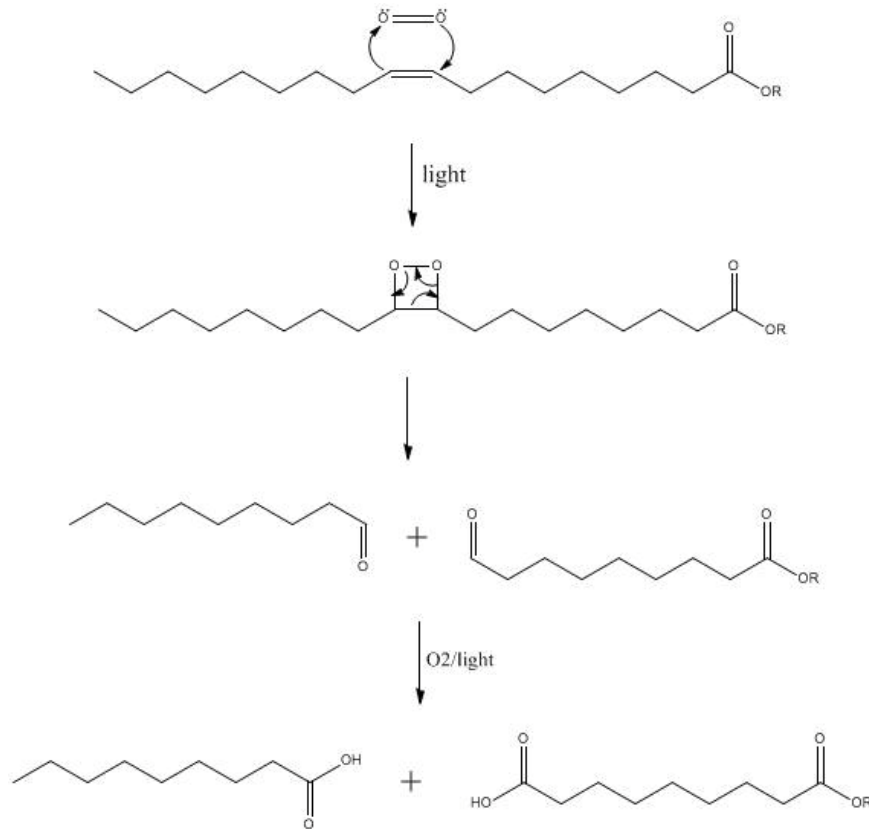


ทำให้ขนาดสายโซ่สั้นลงและกรดไขมันเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ค่าสะพอนิฟิเคชัน และค่าความเป็นกรดสูงขึ้น ส่วนค่าไอโอดีนของแว็กซ์หลังการตากแดดมีค่าต่ำลง เป็นเพราะการลดลงของพันธะคู่เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพพบว่า สีของแว็กซ์จางลง ซึ่งสีของแว็กซ์ที่ได้มาจากสารให้สี เรียกว่า โครโมฟอร์ ซึ่งเป็นสารจำพวกที่มีหลายพันธะ รวมทั้งสารอะโรมาติก แต่ในสารตัวอย่างของเราไม่สามารถระบุชนิดได้ เพราะมีปริมาณที่น้อยมาก

เมื่อนำแว็กซ์มาพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วย IR สเปกตรัม พบพีคที่ช่วง 3468 cm^{-1} ซึ่งเป็น O-H stretching ของกรดคาร์บอกซิลิก มีความเข้มของการดูดกลืนแสงที่ค่อนข้างกว้างแต่คาดว่าน่าจะเป็นพีคของน้ำโดยแว็กซ์จะดูดซึมน้ำในอากาศทำให้พีคสูงขึ้น แต่ในพีคของ C=O stretching มีการshift เกิดขึ้นเล็กน้อยอาจจะเกิดการออกซิไดซ์ขึ้น แต่ในปริมาณที่น้อยมาก

จากการพิสูจน์ $^1\text{H-NMR}$ สเปกตรัมของแว็กซ์หลังตากแดดพบว่ายังมีตำแหน่งสัญญาณที่ค่า chemical shift δ_{H} 5.30 ppm ซึ่งเป็นโปรตอนของหมู่ (-CH=CH-) แสดงว่าที่ตำแหน่งพันธะคู่อาจถูกออกซิไดซ์หายไปบ้าง แต่ส่วนใหญ่ยังอยู่ ดังนั้นความร้อนและแสงเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยา

ออกซิเดชันเร็วขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการเสื่อมสภาพของแวกซ์ได้ ดังนั้นในการเก็บรักษาแวกซ์ ควรเก็บให้พ้นแสงและความร้อน และเก็บในภาชนะสีชา



กลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศโดยมีแสงเป็นตัวเร่ง

5.2 สรุปผลการทดลอง

การสกัดแยกแวกซ์จากน้ำมันปาล์มออกเป็นส่วนๆ ด้วยตัวทำละลาย สามารถแยกแวกซ์ออกเป็น 2 ส่วน คือ แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน และแวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน ซึ่งมีร้อยละผลได้ของแวกซ์เฉลี่ย คือ 12.77 และ 74.40 ตามลำดับ

การหาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของแวกซ์ที่สกัดได้ พบว่าแวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน มีค่าสะพอนิฟิเคชัน, ค่าความเป็นกรดและค่าไอโอดีน ดังนี้ คือ 180.22mgKOH/g, 1.59 mgKOH/g และ 25.84 gI₂/100g ตามลำดับ แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนมีค่าสะพอนิฟิเคชัน, ค่าความเป็นกรด และค่าไอโอดีน ดังนี้ คือ 164.92 mgKOH/g, 0.64 mgKOH/g, 7.89 gI₂/100g ตามลำดับ

แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางประเภทต่างๆ ได้

แก๊ซเมื่อถูกความร้อนและแสงจะถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศ ทำให้แก๊ซเสื่อมคุณภาพลง ดังนั้นในการเก็บรักษาแก๊ซ ควรเก็บให้พ้นแสงและความร้อน และเก็บในภาชนะสีขา

5.3 ข้อเสนอแนะ

ตัวทำละลายบางชนิดเป็นสารที่มีพิษและเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ และเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น คลอโรฟอร์ม เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตควรมีการปรับปรุงการเลือกใช้ตัวทำละลายที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้วิจัยและสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

- [1] Othmer, waxes K., *Concise Encyclopedia of Chemical Technology*. 3rd ed., NY: John & Son, (1985), 1259-1260
- [2] ASTM D 1387-89 Standard Test Method for Saponification Number of Synthetic and Natural Waxes. Annual Book of ASTM Standard 05.04 (2004): 97-98
- [3] ASTM D 1386-98 Standard Test Method for Acid Number of Synthetic and Natural Waxes. Annual Book of ASTM Standard 05.04 (2004): 95-96
- [4] ASTM D 5554-95 Standard Test Method for Determination of the Iodine Value of Fats and Oils. Annual Book of ASTM Standard 15.04 (2004): 589-590
- [5] กองควบคุมวัตถุเสพติด สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา: กุมภาพันธ์ 2548
- [6] กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ. คุณสมบัติและกรรมวิธีวิเคราะห์คุณภาพสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการฟอกย้อม. กรุงเทพมหานคร: งานวิเคราะห์เคมีสิ่งทอ กลุ่มเคมีสิ่งทอ, ม.ป.ป. (อัคราเสนา)
- [7] Sindhu Kanya, T.C., Jaganmohan Rao, L., Shamanthaka Sastry, M.C.,
“Characterization of wax ester, free fatty alcohols and free fatty acids of crude wax from Sunflower seed oil refineries”, *Food Chemistry*, **2007**, 1552-1557
- [8] Knothe G. The Lipid Handbook, second edition, p. 516-517
- [9] Zhang, H.; Paul, S.; NISSEN, J. A. Effects of Degree of Enzymatic Interesterification on the Physical Properties of Margarine Fats: Solid Fat Content, Crystallization Behavior, Crystal Morphology, and Crystal Network. *J. Agric. Food Chem.*, **2004**, 52, 4423-4431.
- [10] Lumor, E. H.; KIM, B.; AKOH C. C. Optimization of Solid Fat Content and Crystal Properties of a *trans*- Free Structured Lipid by Blending with Palm Midfraction. *J. Agric. Food Chem.*, **2008**, 56, 9294–9298.
- [11] Lee, J.; Hwang, S.; Lee, S. B.; Song, I. K. Production of middle distillate through hydrocracking of paraffin wax over NiMo/TiO₂-SiO₂ catalysts. *Korean J. Chem. Eng.*, **2010**, 27(6), 1755-1759.
- [12] Melnik, S. F.; Norton, I. T.; Spyropoulos, F. Fat-crystal stabilized w/o emulsions for controlled salt release. *J. Food. Eng.*, **2010**, 98, 437–442.
- [13] Zakaria, M.; Basri, M.; Huong, C.; Ismail, Z.; Misran, M.; Kassim, A. Influence of Temperature on the Phase Behaviors and Techniques toward Formation of Palm Oil Esters Nanoemulsion. *J. Disper. Scie. Technol.*, **2012**, 33, 332–338.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก 1 แสดงข้อมูลการคำนวณค่าสะพอนิเคชัน

Fractions		ปริมาตร ของ 0.1 M HCl Blank1 (ml)	ปริมาตร ของ 0.1 M HCl Blank2 (ml)	ความ เข้มข้น ของ HCl ที่ใช้ (M)	ปริมาตร ของ 0.1 M HCl Sample 1 (mL)	ปริมาตร ของ 0.1 M HCl Sample 2 (mL)	น้ำหนัก แวกซ์ Sample 1 (g)	น้ำหนัก แวกซ์ Sample 2 (g)	K	Saponification Value1 (mgKOH/g)	Saponification Value2 (mgKOH/g)	Average Saponification Value (mgKOH/g)
แวกซ์จากน้ำมันปาล์มเริ่มต้น	ก่อนตาก	21.82	21.80	0.1008	10.30	10.85	0.3451	0.3336	56.1	188.77	185.61	187.19
	หลังตาก	21.82	21.80	0.1008	6.35	6.20	0.3584	0.3527	56.1	244.09	250.12	247.11
แวกซ์ที่ได้จากการ สกัดด้วยเฮกเซน	ก่อนตาก	21.82	21.80	0.1008	11.50	11.25	0.3131	0.3103	56.1	186.39	174.04	180.22
	หลังตาก	21.82	21.80	0.1008	7.50	6.95	0.3516	0.3489	56.1	230.31	240.68	235.50
แวกซ์ที่เหลือจากการ สกัดด้วยเฮกเซน	ก่อนตาก	21.82	21.80	0.1008	12.52	13.10	0.3163	0.3008	56.1	166.27	163.56	164.92
	หลังตาก	21.82	21.80	0.1008	10.70	11.05	0.3467	0.3502	56.1	181.37	173.59	177.48

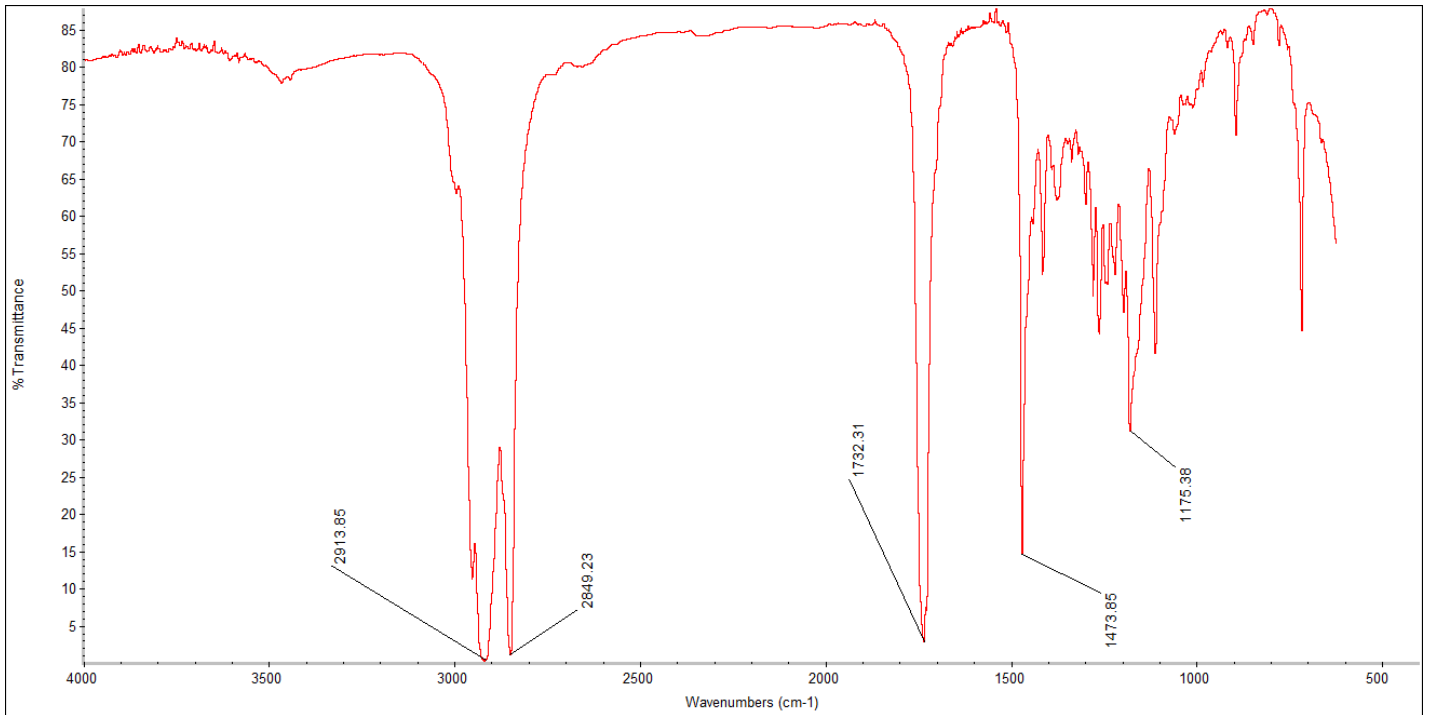
ตารางที่ ก 2 แสดงข้อมูลการคำนวณค่าความเป็นกรด

Fractions		ความเข้มข้นของ KOH ที่ใช้ (M)	ปริมาตรของ 0.1 M KOH Sample 1 (mL)	ปริมาตรของ 0.1 M KOH Sample 2 (mL)	น้ำหนัก แวกซ์ Sample 1 (g)	น้ำหนัก แวกซ์ Sample 2 (g)	K	Acid Value1 (mgKOH/g)	Acid Value2 (mgKOH/g)	Average Acid Value (mgKOH/g)
แวกซ์จากน้ำมันปาล์มเริ่มต้น	ก่อนตาก	0.098	0.05	0.05	0.3069	0.3101	56.1	0.90	0.89	0.90
	หลังตาก	0.098	0.20	0.19	0.3006	0.3118	56.1	3.66	3.35	3.51
แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน	ก่อนตาก	0.098	0.08	0.10	0.3131	0.3103	56.1	1.40	1.77	1.59
	หลังตาก	0.098	0.22	0.24	0.3012	0.3057	56.1	4.02	4.32	4.17
แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน	ก่อนตาก	0.098	0.03	0.04	0.3001	0.3028	56.1	0.55	0.73	0.64
	หลังตาก	0.098	0.18	0.16	0.3102	0.3099	56.1	3.19	2.84	3.02

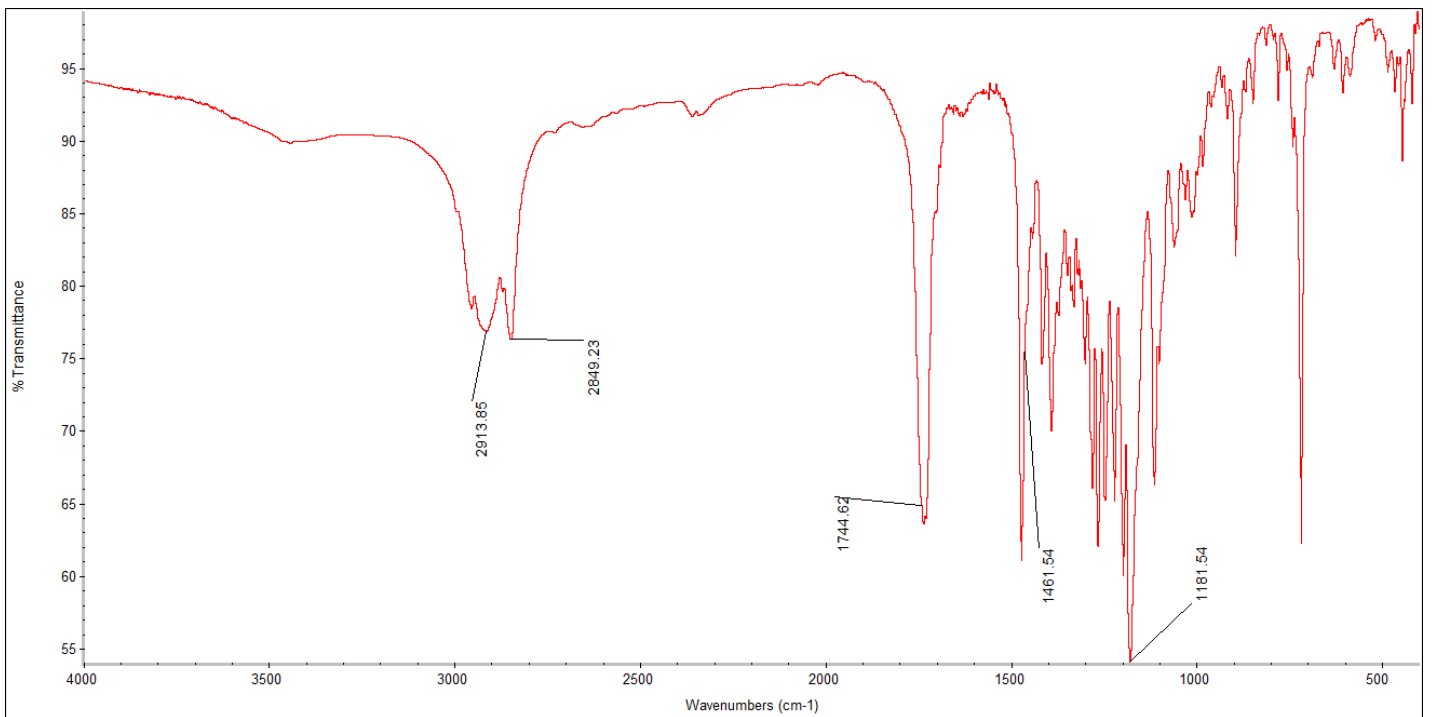
ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลการคำนวณค่าไอโอดีน

Fractions		ปริมาตร ของ 0.1 M Na ₂ S ₂ O ₃ Blank (ml)	ความ เข้มข้น ของ Na ₂ S ₂ O ₃ 3 (M)	ปริมาตร ของ 0.1 M Na ₂ S ₂ O ₃ Sample 1 (mL)	ปริมาตร ของ 0.1 M Na ₂ S ₂ O ₃ Sample 2 (mL)	น้ำหนัก แก้ว Sample 1 (g)	น้ำหนัก แก้ว Sample 2 (g)	K	Iodine Value 1 (gI ₂ /100g)	Iodine Value 2 (gI ₂ /100g)	Average Iodine Value (gI ₂ /100g)
แก้วจากน้ำมันปาล์มเริ่มต้น	ก่อนตาก	4.80	0.1046	0.40	0.42	0.2509	0.2612	12.69	23.28	22.26	22.77
	หลังตาก	4.80	0.1046	0.68	0.66	0.2789	0.2823	12.69	19.61	19.47	19.54
แก้วที่ได้จากการ สกัดด้วยเฮกเซน	ก่อนตาก	4.80	0.1046	0.32	0.30	0.2326	0.2288	12.69	25.57	26.11	25.84
	หลังตาก	4.80	0.1046	0.58	0.60	0.2425	0.2607	12.69	23.10	21.38	22.24
แก้วที่เหลือจากการ สกัดด้วยเฮกเซน	ก่อนตาก	4.80	0.1046	3.20	3.10	0.2814	0.2735	12.69	7.55	8.23	7.89
	หลังตาก	4.80	0.1046	4.10	4.20	0.2522	0.2406	12.69	3.68	3.31	3.50

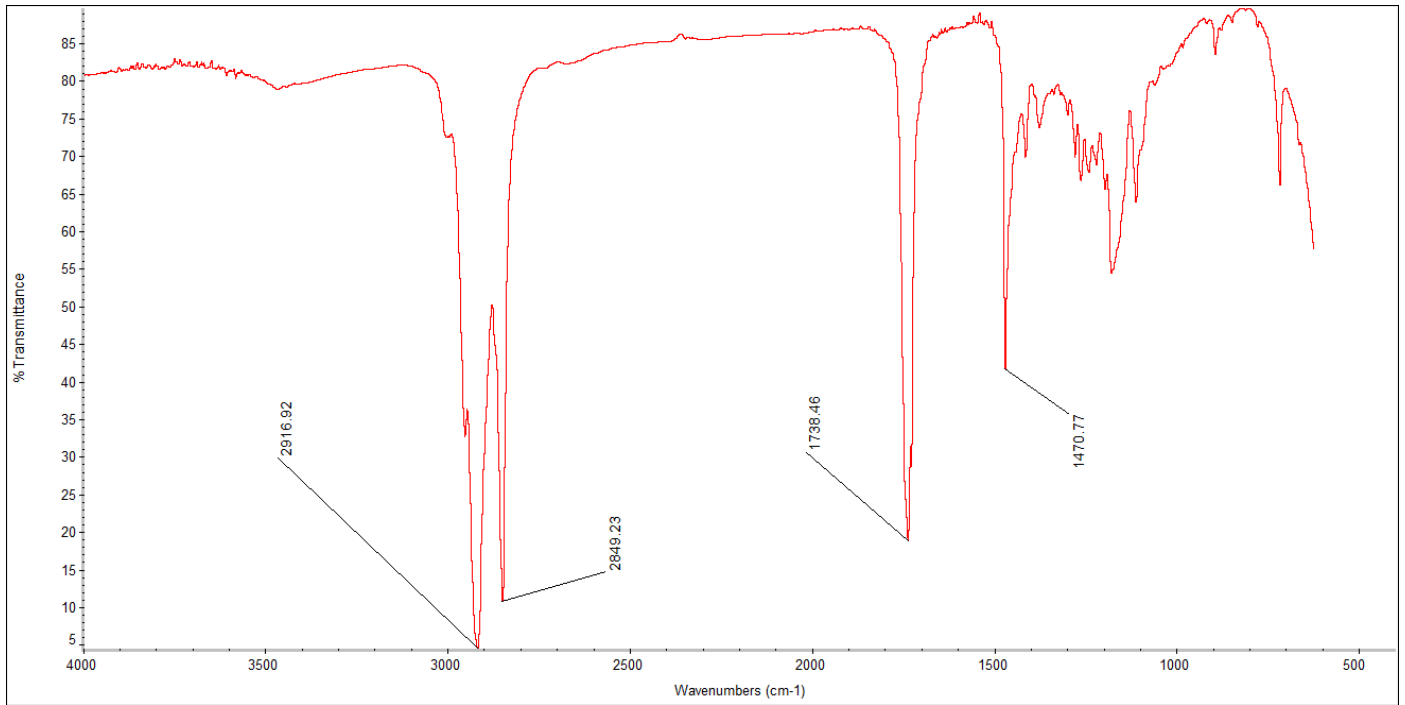
ภาคผนวก ข



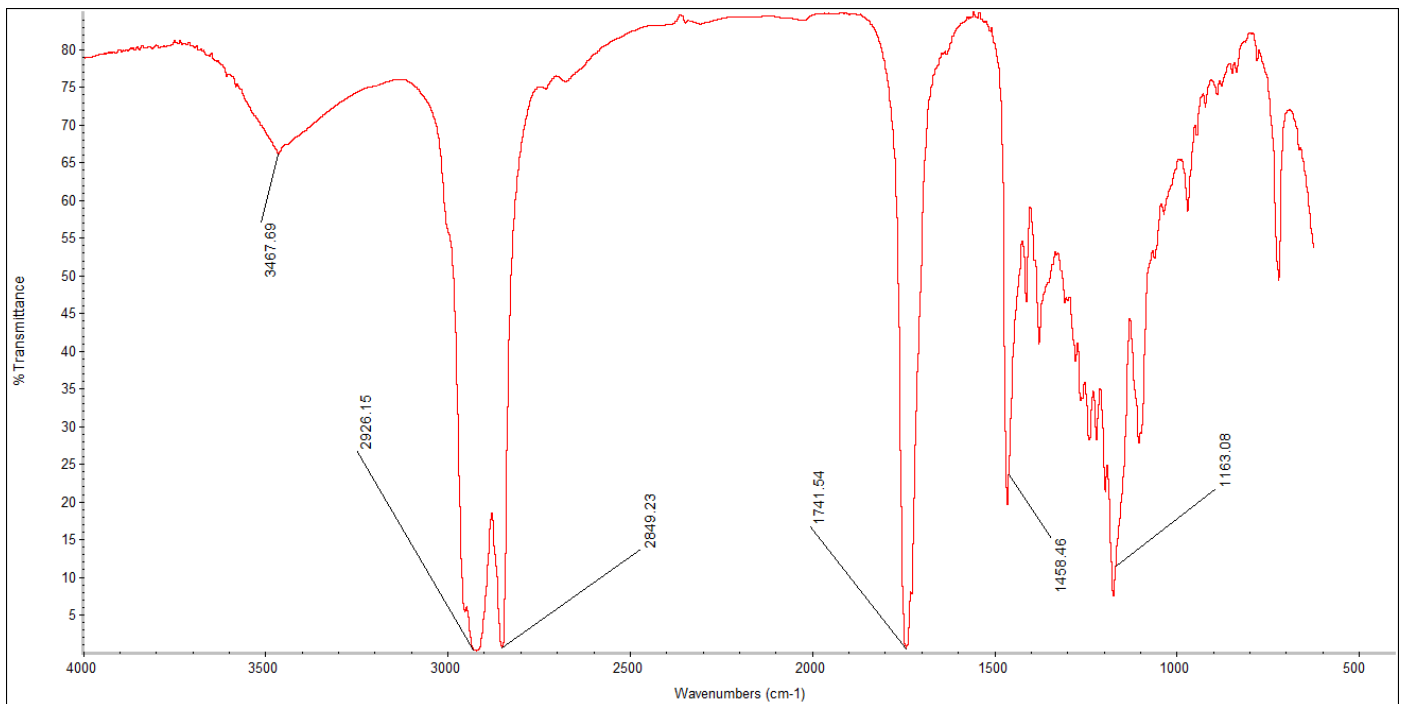
รูปที่ ข 1 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม



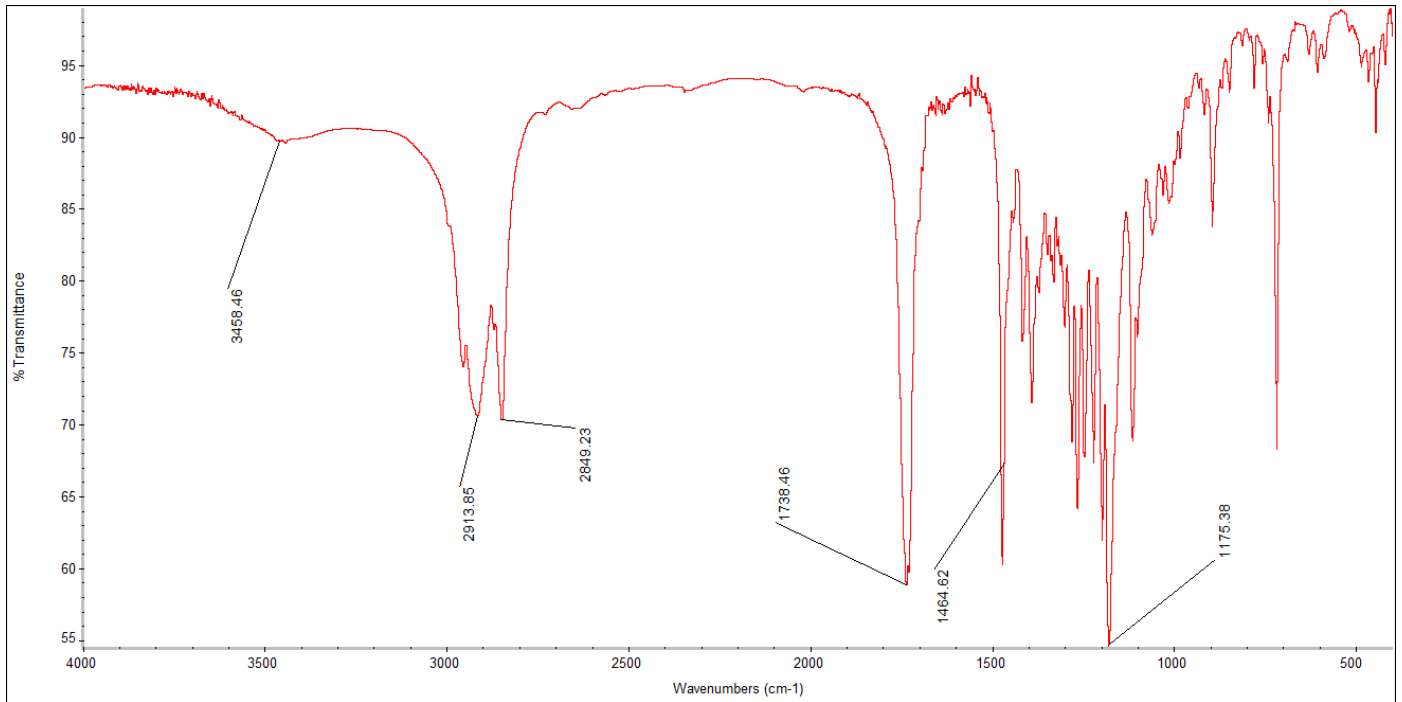
รูปที่ ข 2 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน



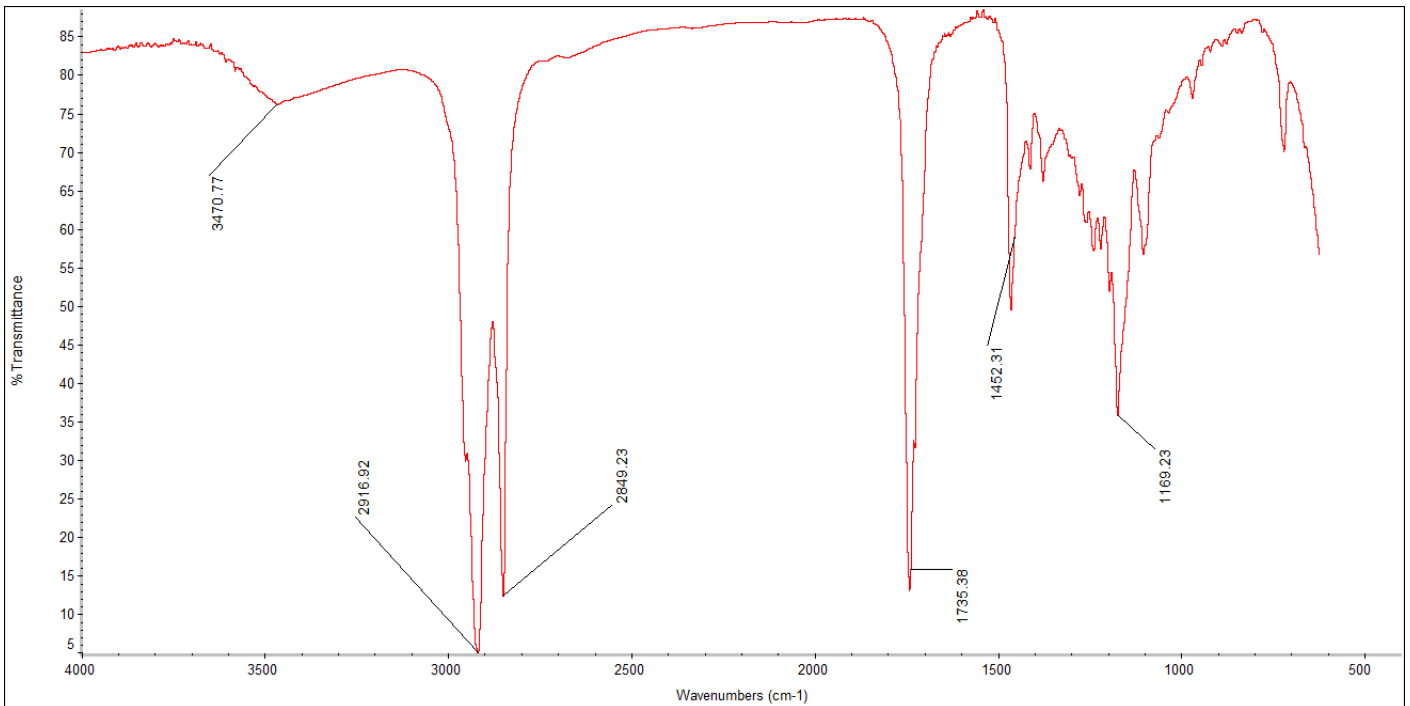
รูปที่ 3 FT-IR spectrum แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน



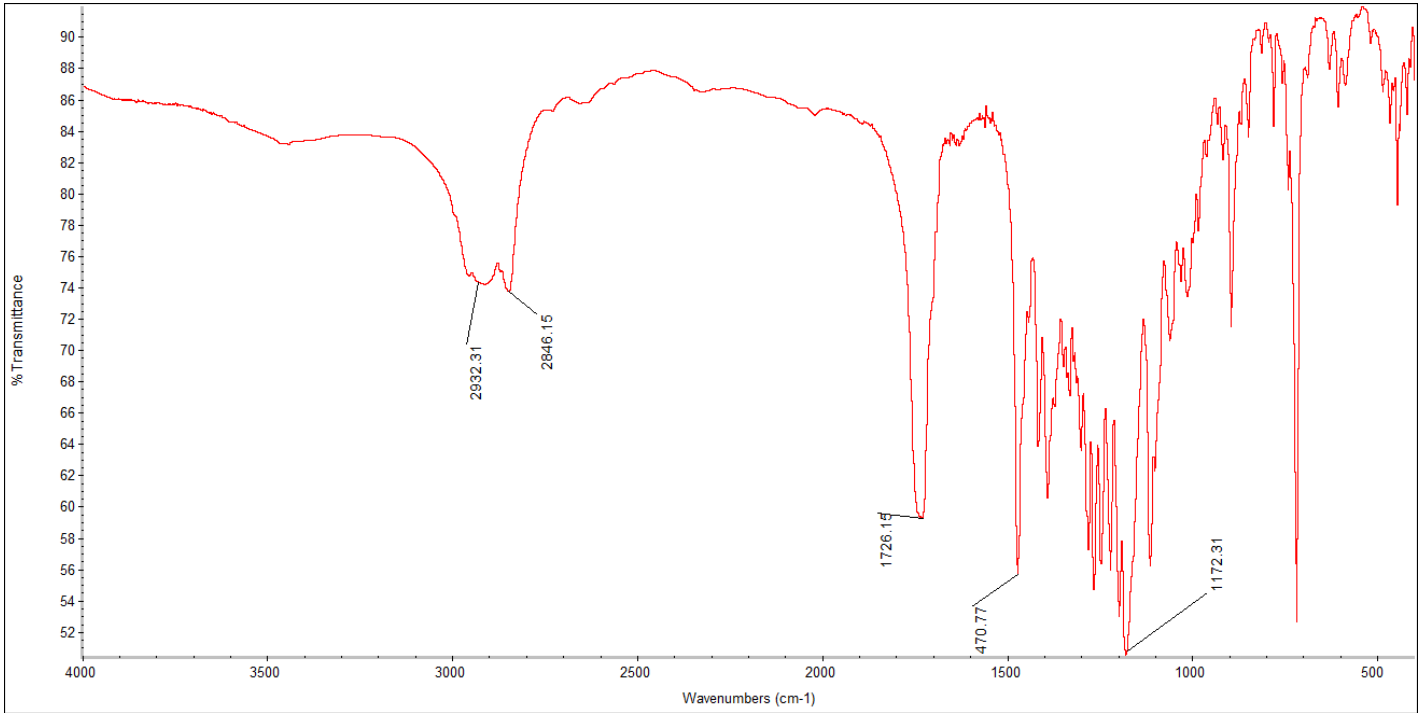
รูปที่ 4 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม หลังจากตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน



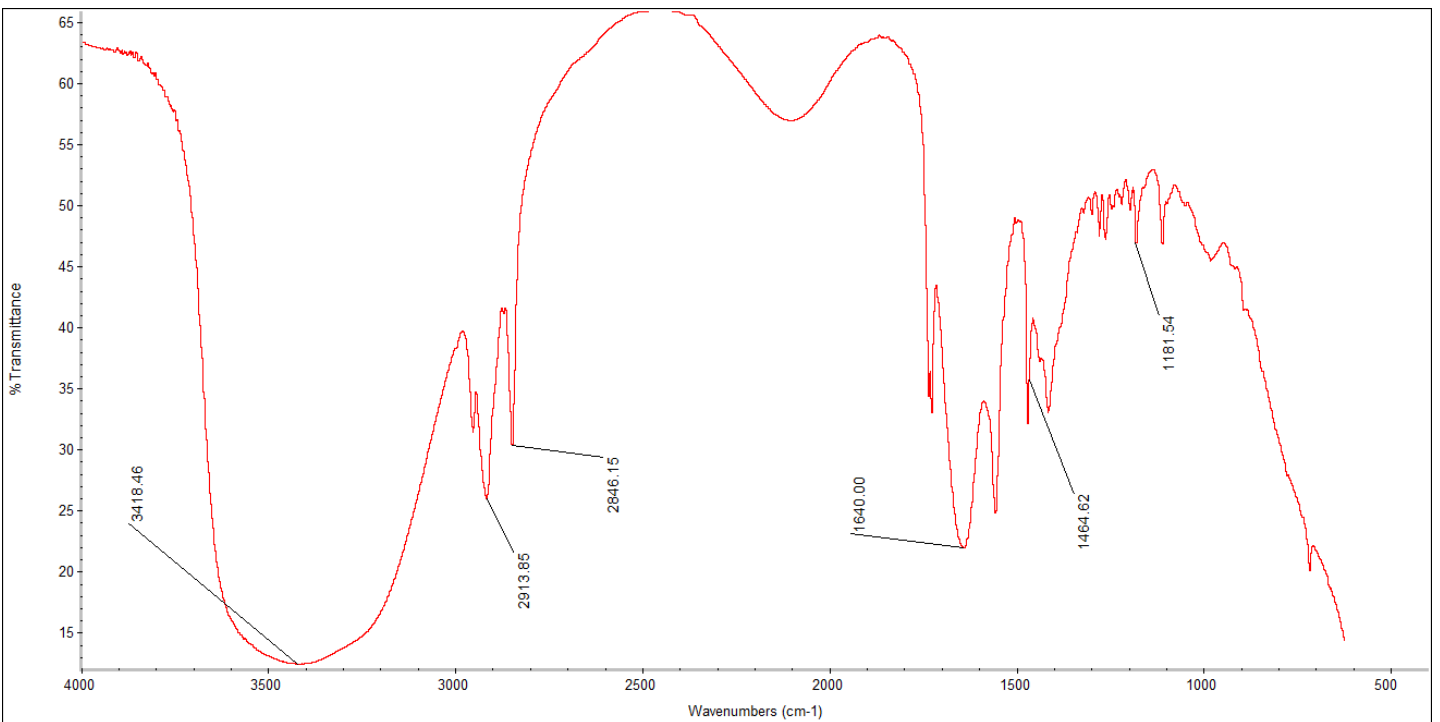
รูปที่ ข 5 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน หลังจากตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน



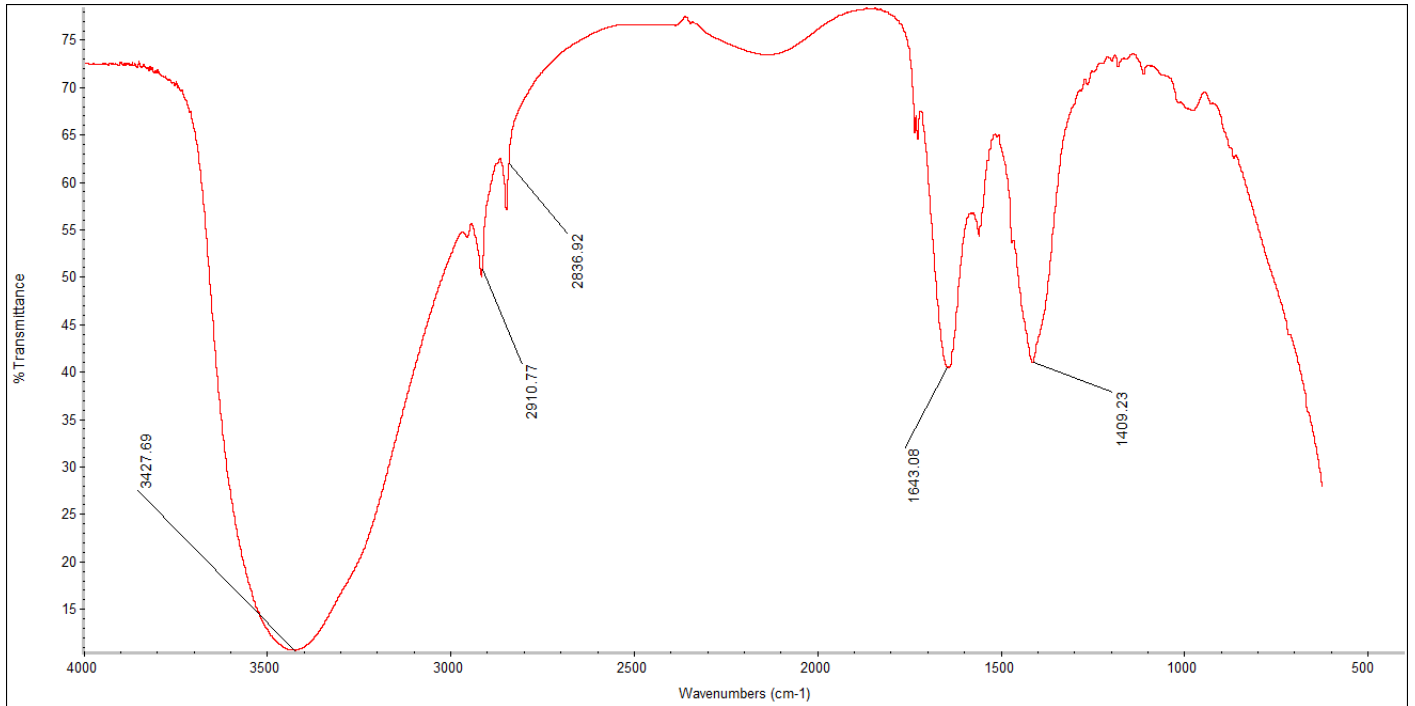
รูปที่ ข 6 FT-IR spectrum แวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน หลังจากตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน



รูปที่ ๗ FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย H_2O_2

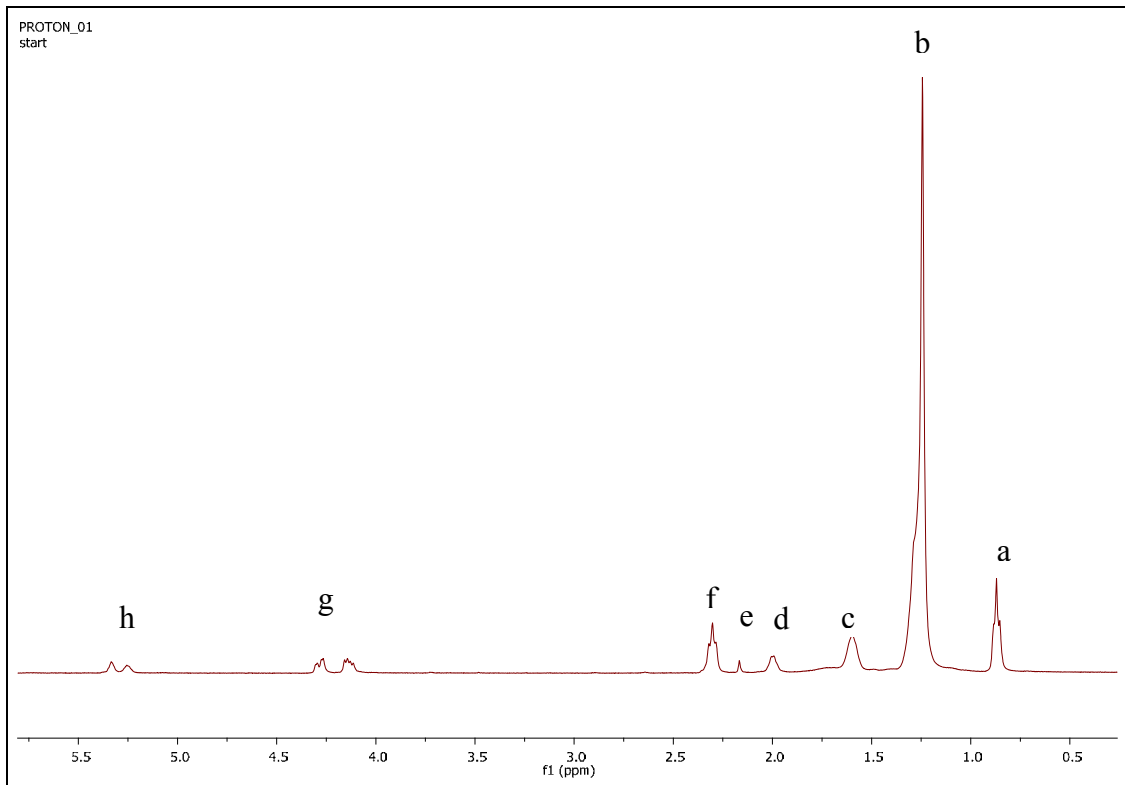


รูปที่ ๘ FT-IR spectrum แวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย NaOCl

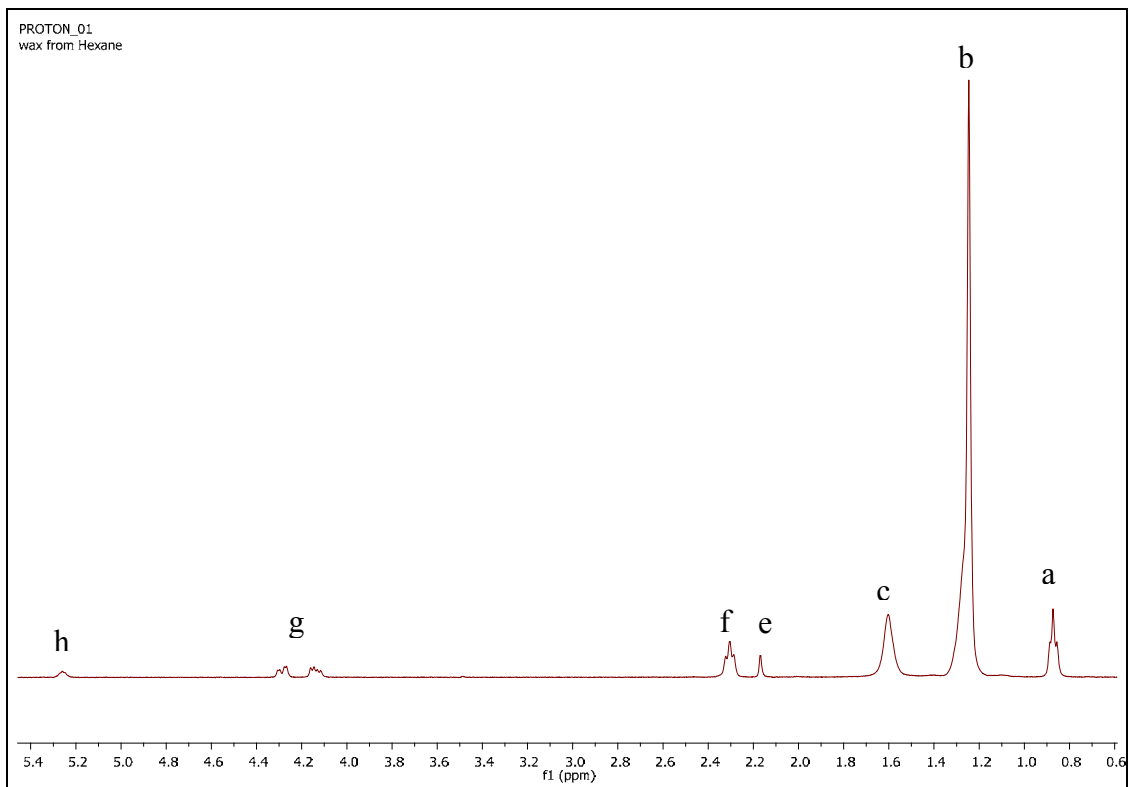


รูปที่ ข 9 FT-IR spectrum แวกซ์ที่ ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ H_2O_2 ด้วย NaOCl

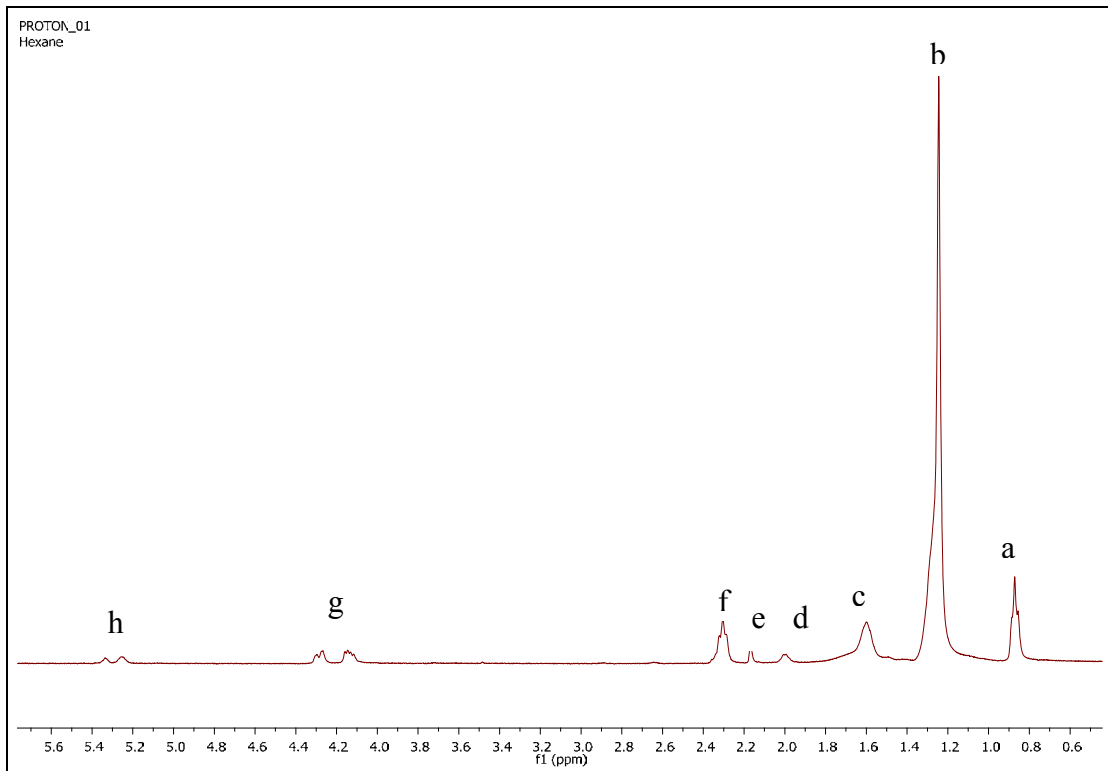
ภาคผนวก ค



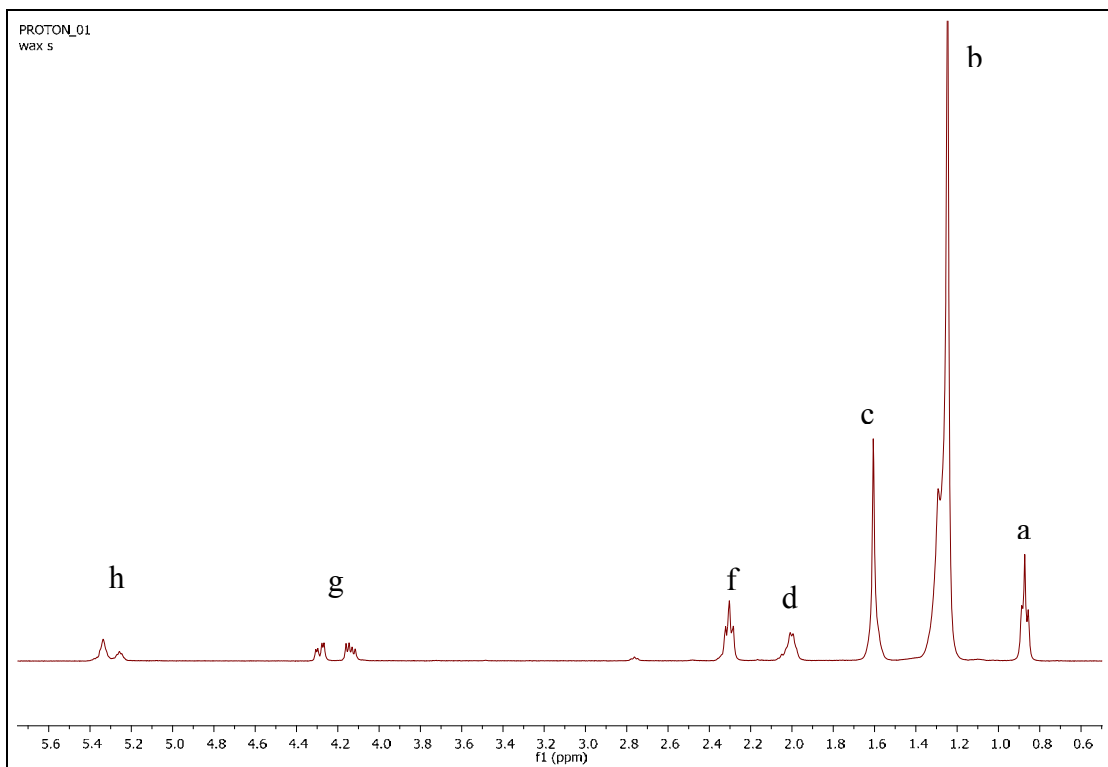
รูปที่ ค 1 $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของแวกซ์น้ำมันปาล์ม



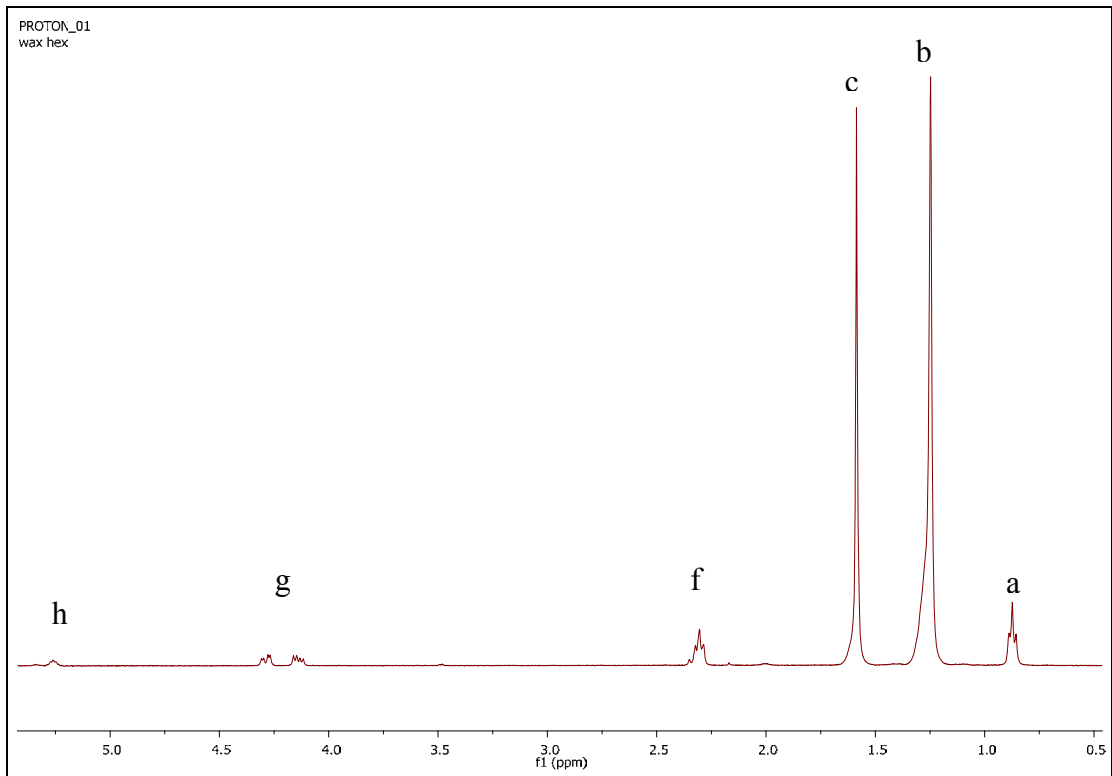
รูปที่ ค 2 $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของแวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซน



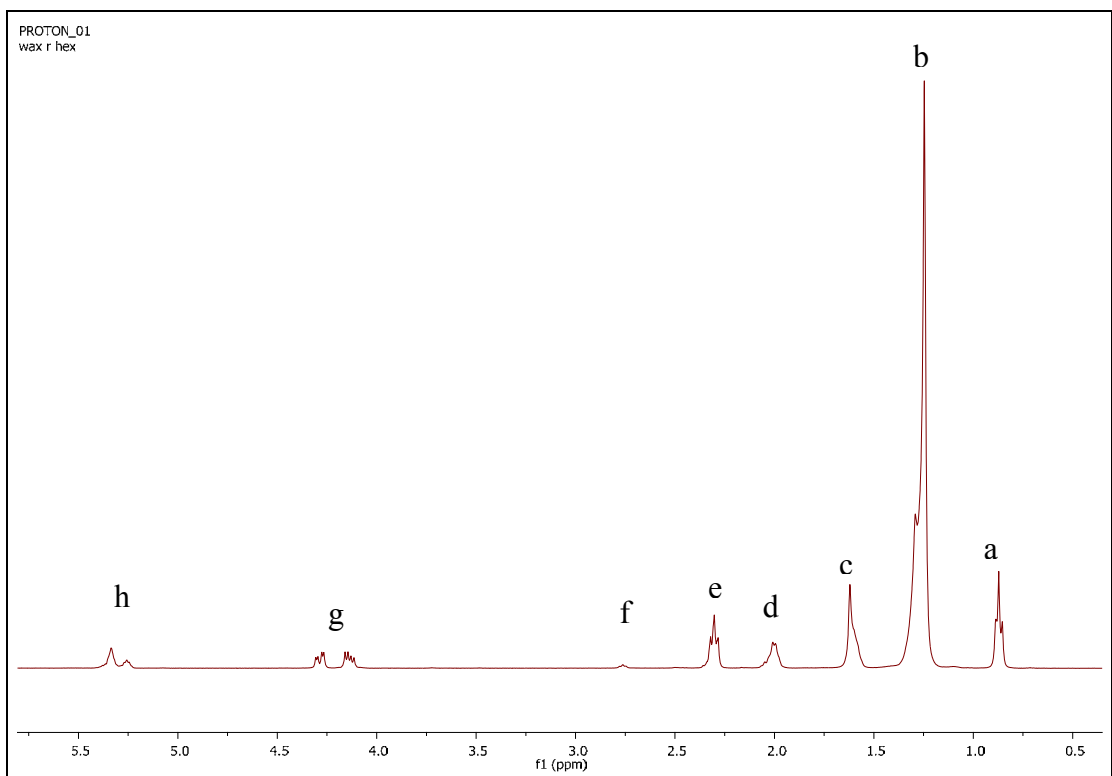
รูปที่ ค 3 $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของแก๊สที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซน



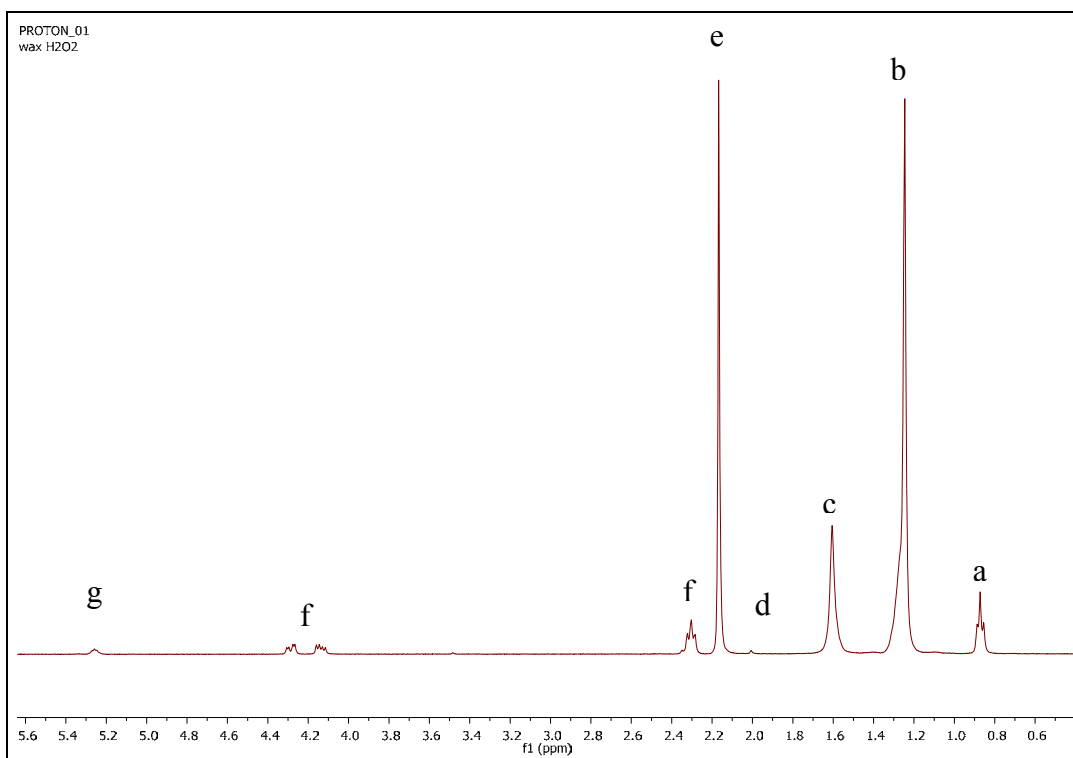
รูปที่ ค 4 $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของแวซนํ้ามันปาล์มหลังตากเดือน 1 เดือน



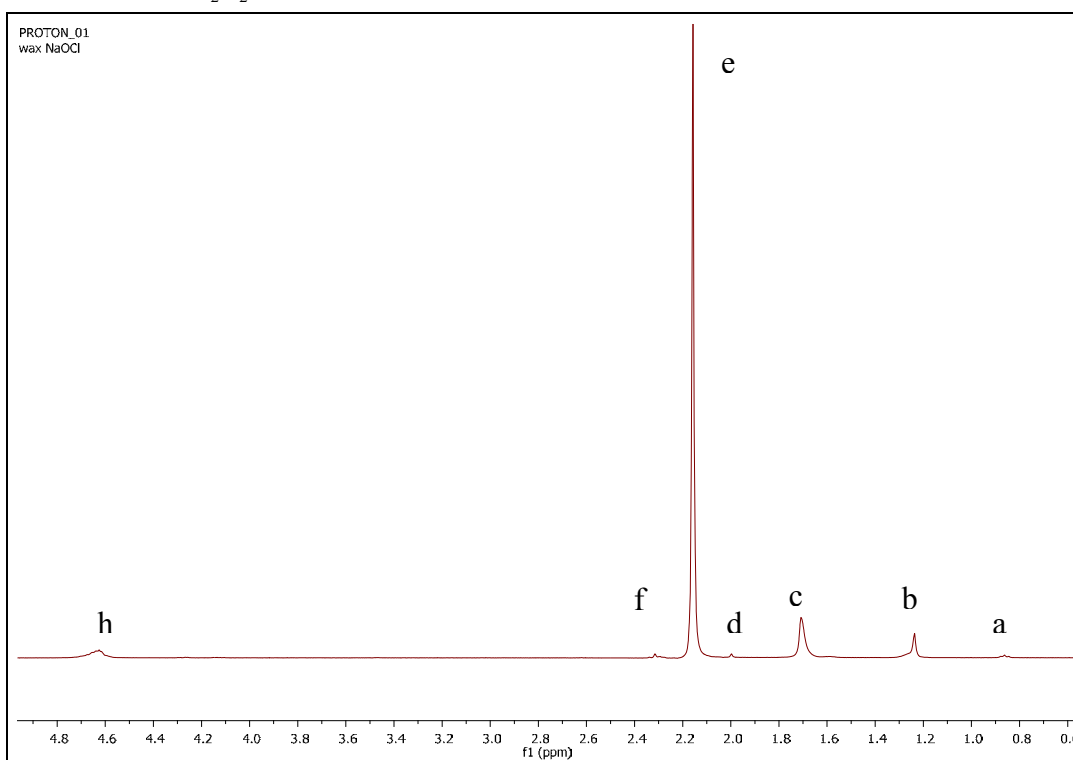
รูปที่ ๕ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของแวกซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังตากเดือน 1 เดือน



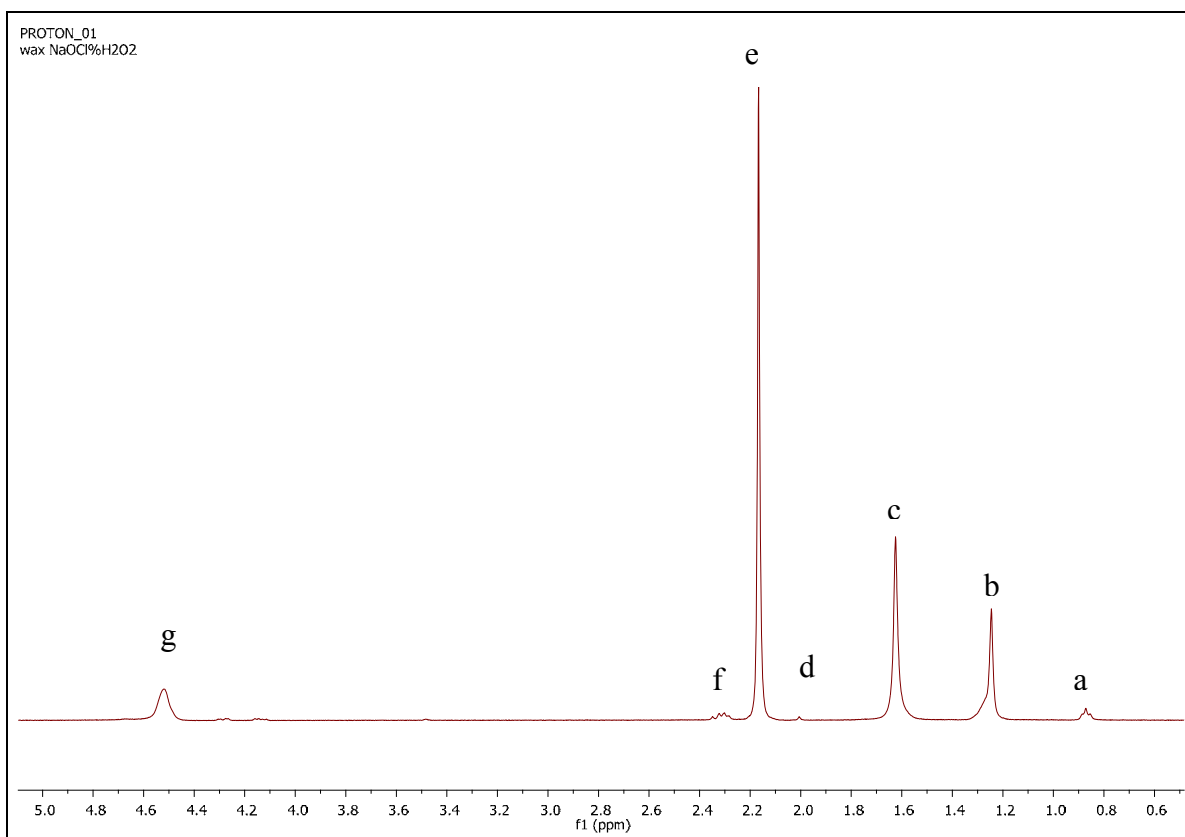
รูปที่ ๖ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของแวกซ์ที่เหลือจากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังตากเดือน 1 เดือน



รูปที่ ๗ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของแว็กซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย H_2O_2



รูปที่ ๘ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของแว็กซ์ที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย NaOCl



รูปที่ ๑ ๑H-NMR spectrum ของแก๊ซที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนหลังจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ H_2O_2 ด้วย NaOCl

ประวัติผู้วิจัย

นางสาว จรัสแสง อัสวภูสิทธิโสภณ เกิดเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2535 ที่จังหวัดกาญจนบุรี สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สายสามัญ แผนกวิทย์-คณิต จากโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จังหวัดนครปฐม เมื่อปีการศึกษา 2552 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต เอกสาขาวิชาเคมี-โท การเป็นผู้ประกอบการธุรกิจ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2553 ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้หลังจบการศึกษาปริญญาตรี 1120/1 หมู่ 4 ซอยร่วมใจ ถนนแสงชูโต ตำบลท่าม่วง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี 71110 E-mail: dz.130-77@hotmail.com

นายกิตติทัศน์ ลีลารุ่งโรจน์ เกิดเมื่อวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2535 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สายสามัญ แผนกวิทย์-คณิต จากโรงเรียนวัดราชบพิธ จังหวัดกรุงเทพมหานคร เมื่อปีการศึกษา 2552 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2553 ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้หลังจบการศึกษาปริญญาตรี 240/36 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงบ้านช่างหล่อ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700 E-mail: Z_Kun_L@hotmail.com

