สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการกวนกะทิด้วยความร้อนเพื่อให้ได้น้ำกะทิที่เข้มข้น

STUDY ON AGITATION WITH THERMAL FOR CONCENTRATE COCONUT MILK

โดย

นาย จิตติวัฒน์ สิทธิโชค

นาย ปณิธิ ศรีสุวรรณ

นาย สมโชติ หมูคำหล้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61370
วัน,เดือน,ปี 17 ก.ค. 2549

.b.....
.i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการกวนกะทิด้วยความร้อนเพื่อให้ได้น้ำกะทิที่เข้มข้น

STUDY ON AGITATION WITH THERMAL FOR CONCENTRATE COCONUT MILK

นาย จิตติวัฒน์ สิทธิโชค
นาย ปณิธิ ศรีสุวรรณ
นาย สมโชติ หมูคำหล้า

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาการกวนกะทิด้วยความร้อนเพื่อให้ได้น้ำกะทิที่เข้มข้น

STUDY ON AGITATION WITH THERMAL FOR CONCENTRATE COCONUT MILK

ผู้จัดทำ

1.นาย จิตติวัฒน์ สิทธิโชค รหัสประจำตัว 44010659

2.นาย ปณิธิ ศรีสุวรรณ รหัสประจำตัว 44010750

3.นาย สมโชติ หมูคำหล้า รหัสประจำตัว 44010852

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.วิภา เจียระไนวชิระ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาการกวนกะทิด้วยความร้อนเพื่อให้ได้น้ำกะทิที่เข้มข้น

นาย จิตติวัฒน์ สิทธิโชค 44010659
นาย ปณิธิ ศรีสุวรรณ 44010750
นาย สมโชติ หมูคำหล้า 44010852
ผศ.ดร.วิภา เจียระไนวชิระ อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาการกวนกะทิด้วยความร้อนเพื่อให้ได้น้ำกะทิเข้มข้น ใกล้เคียงกับความเข้มข้นในท้องตลาด โดยไม่เติมสารเติมแต่งอื่น ซึ่งการศึกษานี้กำหนดตัวแปรหลักๆ ได้ 3 ชนิด คือ

1. ชนิดใบกวน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ใบกวนรูปตัว U และใบกวนรูปตัว X
2. ความเร็วรอบใบกวนแบ่งเป็น 2 ความเร็วรอบคือ ความเร็วรอบ 50 rpm กับ 100 rpm
3. อุณหภูมิของฮีตเตอร์ แบ่งเป็น 4 อุณหภูมิ คือ 100 °C, 110 °C, 120 °C, 130 °C

จากการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. จากความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับ เวลาที่สถาน ใบกวนรูปตัว U ที่ความเร็วรอบ 100rpm ที่อุณหภูมิ 130 °C จะใช้เวลาในการกวนน้อยที่สุด
2. ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear Rate กับ Shear Stress จะสรุปได้ว่า น้ำกะทิเป็นของเหลว pseudoplastic เนื่องจากมีค่า n น้อยกว่า 1
3. ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear Rate กับ Viscosity เมื่อ Shear Rate อยู่ในช่วง 2.2 -11 1/sec ค่า Viscosity จะลดลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ Shear Rate เพิ่มขึ้น ค่า Viscosity จะเข้าใกล้ค่าคงที่
4. ที่สภาวะใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm อุณหภูมิ 130 °C เปอร์เซนต์น้ำที่ระเหยจะระเหยมากที่สุด
5. การวิเคราะห์โดยใช้ โปรแกรม State Graphic จะได้สมการความสัมพันธ์ดังนี้ ค่าความหนืดในท้องตลาด = (-1.38699) + (0.338316*ใบกวน) + (0.0121776 * ความเร็วรอบในการกวนทดลอง) + (0.0122992 * อุณหภูมิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY ON AGITATION WITH THERMAL FOR CONCENTRATE COCONUT MILK

Jittiwat Sittichoke
Panithi Srisuvan
Somchte Mookumla
Dr. Wipa Jearanaiwachira Advisor
Dr. Panmanus Sirisomboon Advisor

Abstract

The project is study on agitation with thermal for concentrate coconut milk. It is aimed to make concentrate coconut milk which concentrate has same concentration as in the market using pure coconut milk(with out any additive) .The project experiment were 3 main

1.Paddle type with were type X and type U

2.rotation speed of paddle which were 50 rpm and 100 pm

3.temperature of heating oil which were 100 °C, 110 °C, 120 °C, 130 °C

The conclusion were

1. From the relationship between temperature and time of agitation, the paddle type U at the speed of paddle 100 rpm and oil temperature at 130 °C resulted in the least time of agitation to reach the required concentration
2. From the relationship between shear rate and shear stress , the coconut milk concentration behave as pseudoplastic liquid because the value <1
3. From the relationship between shear rate and viscosity when shear rate in between 2.2-11 1/sec value viscosity is decreased rapidly approached constant value
4. The combination is paddle type U at speed of paddle of 100 rpm. and oil temperature of 130°C resulted in the highest water evaporation percentage.
5. The analysis with State Graphic program provided the equation as followed

viscosity = (-1.38699) + (0.338316*paddle) + (0.0121776 * rotation speed of paddle) + (0.0122992 * temperature)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึง เพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ และ ดร.วิภา เจียรไนยวชิระ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้ความดูแล เอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจดูแลเอาใจใส่เสมอมาในทุกๆ ด้าน อันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าจะขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

จิตติวัฒน์ สิทธิโชค
ปณิธิ ศรีสุวรรณ
สมโชติ หมูคำหล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง-จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 คุณสมบัติของน้ำกะทิและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 บทนำ	3
2.2 สมบัติทางกายภาพของน้ำกะทิ	3
2.3 การคั้นกะทิ	4
2.4 ลักษณะและการติดตั้งใบกวน	5
2.5 การระเหย	6
2.6 การระเหยของความเข้มข้นอาหารเหลว	6
2.7 เทอร์โมไดนามิกส์ ของการระเหย	8
2.8 ความหนืดของของเหลว	12
บทที่ 3 การออกแบบเครื่องทำน้ำกะทิเข้มข้นและขั้นตอนการทดลอง	14
3.1 อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องทดลอง	14
3.1.1 มอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้	14
3.1.2 ใบกวน	15
3.1.3 ถังกวนสแตนเลส	15
3.1.4 ฮีตเตอร์	15
3.1.5 เทอร์โมสแตท	16
3.1.6 ขาตั้งมอเตอร์	17
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	21
3.2.1 การหาช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับความหนืดกับของน้ำกะทิที่สภาวะการทดลองต่างๆ 25

3.2.3 การวัดค่าความหนืดโดยใช้เครื่อง Brookfield 27

3.2.4 วิธีการวัดความหนืดน้ำกะทิเข้มข้นตามท้องตลาด 27

3.2.5 วิธีการใช้เครื่องวัดความหนืด (Brookfield) รุ่น LV- DV - III ROGRAMMABLE RHEAMETER 28

บทที่ 4 ผลการทดลอง 30

4.1 การวิเคราะห์กราฟของ อุณหภูมิ กับ เวลา 30

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress 35

4.3 การวิเคราะห์กราฟ Viscosity กับ shear rate 41

4.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมStatGraphics 45

บทที่ 5 บทสรุป 50

ภาคผนวก ก 51

ภาคผนวก ข 114

ภาคผนวก ค 122

เอกสารอ้างอิง 130

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 2.1 สมบัติทางกายภาพของน้ำกะทิ	4
ตารางที่ 3.1 อุณหภูมิเทอร์โมสแตท 150°C ความเร็วรอบ 100 rpm	22
ตารางที่ 3.2 อุณหภูมิเทอร์โมสแตท 80°C ความเร็วรอบ 100 rpm	23
ตารางที่ 3.3 อุณหภูมิเทอร์โมสแตท 120°C ความเร็วรอบ 100 rpm	24
ตารางที่ 3.4 สภาวะในการทดลอง	26
ตารางที่ 4.1 แสดงค่า n, k และ R^2 ของทุกสภาวะ	40
ตารางที่ 4.2 การนำข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม STATGRAPHICS	45
ตารางที่ 4.3 ความหนืดและเปอร์เซนต์น้ำที่ระเหยไป ที่สภาวะต่างๆ	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2.1 แบบใบกวนลักษณะต่างๆ 5
รูปที่ 2.2 องค์ประกอบ ระบบการระเหย โดยทั่วไป 7
รูปที่ 2.3 ผลกระทบของความเข้มข้นในสารละลายโซเดียมครอไลด์ต่อการยกระดับของจุดเดือด 12
รูปที่ 3.1 มอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้ 14
รูปที่ 3.2 (A) ใบกวนแบบตัว U, (B) ใบกวนแบบตัว X 15
รูปที่ 3.3 ถังกวนสแตนเลส 15
รูปที่ 3.4 ฮีตเตอร์ 16
รูปที่ 3.5 เทอร์โมสแตท 16
รูปที่ 3.6 ขาตั้งมอเตอร์ 17
รูปที่ 3.7 แบบเครื่องกวนกะทิ 18
รูปที่ 3.8 แบบใบกวนรูปตัว U 19
รูปที่ 3.9 แบบใบกวนรูปตัว X 20
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ เวลาของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110 ºC 30
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ เวลาของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 ºC 31
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ เวลาของใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpmอุณหภูมิ 100 , 110 , 120 , 130 ºC 32
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ เวลาของใบกวนรูปตัวU ความเร็วรอบ 100 rpm อุณหภูมิ 100 , 110 , 120 , 130 ^{0}C 33
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress ของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110 ºC 35
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress ของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 ºC 36
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress ใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 ºC 37
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress ของใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 ºC 38
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress ของน้ำกะทิเข้มข้นของท้องตลาด 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity ของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110 °C 41

รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity ของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100 , 110 , 120 , 130 °C 42

รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity ของใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 °C 43

รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity ของใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130°C 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีพืชผักผลไม้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก และคนไทยชอบที่จะนำผลผลิตต่างๆ ที่เกิดขึ้นหลังการเก็บเกี่ยวนั้น มาแปรรูปประกอบอาหาร ใช้รับประทานกันในครัวเรือน หนึ่งในนั้นคือ กะทิ ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันอาหารของคนไทยไม่ว่าจะเป็นขนมหวานหรือ ของคาวต่างๆล้วนมีกะทิเป็นส่วนผสมอยู่ด้วยทั้งสิ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคนไทยชอบที่จะนำกะทิมาประกอบอาหาร จนกระทั่งถึงปัจจุบันที่มีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นมากมาย ที่ผลิตสินค้ากะทิส่งขายออกมาทั้งในประเทศ และต่างประเทศ

ปัจจุบันการบริโภคมะพร้าวในรูปของน้ำกะทิของประเทศไทย ทั้งในครัวเรือนและใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยคิดเป็นประมาณ 25% ของน้ำมะพร้าวในตลาดโลก (ภาวินี, 2545) โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำกะทิเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น และสะดวกในการใช้ ซึ่งส่วนหนึ่งผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากน้ำกะทิเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารหลายชนิด เช่น แกง ขนมหวานชนิดต่างๆ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ (Bakery) เครื่องดื่ม เนยแข็งจากมะพร้าว(Coconut cheese) เนย(Coconut butter) และกะทิข้นหวาน (Sweetened condensed coconut milk) เป็นต้น น้ำกะทิจัดเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (Low acid food) มีค่า pH ประมาณ 6 (Gonzalezและคณะ, 1990) มีลักษณะเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (Oil-in-water) กระบวนการผลิตน้ำกะทิจึงต้องใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อสูง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มักมีคุณภาพต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากไขมันมีผลทำให้ค่าความคงตัวของอาหารลดลง (Shakerและคณะ, 2000) น้ำกะทิซึ่งมีไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก จึงมีความคงตัวต่ำ ในทางอุตสาหกรรมจึงมีการแปรรูปน้ำกะทิโดยกระบวนการให้ความร้อน เช่น กะทิผง กะทิพาสเจอร์ไรซ์ กะทิกระป๋อง (สเตอริไลซ์) และกะทิUHT (Seow และ Gwee, 1997) ในการออกแบบและพัฒนากระบวนการทำน้ำกะทิเข้มข้น ให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบคุณสมบัติทางความหนืดของกะทิที่ทำให้เข้มข้นที่สภาวะต่างๆ กัน ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็นคุณสมบัติที่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ อุณหภูมิ ความเร็วรอบที่ใช้ในการกวนกะทิ และลักษณะรูปร่างของใบกวน ดังนั้นเราจึงสนใจที่จะศึกษากระบวนการแปรรูปน้ำกะทิให้เป็นน้ำกะทิเข้มข้น โดยใช้คุณสมบัติดังกล่าวมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้น้ำกะทิเข้มข้น โดยไม่เกิดการไหม้และแตกมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาคุณสมบัติทางความหนืด(Apparent viscosity, flow behavior index และconsistency index) ของกะทิที่ทำให้เข้มข้นที่สภาวะต่างๆ กัน

1.2.2 ศึกษาลักษณะของใบกวน ความเร็วรอบในการกวน อุณหภูมิ ในการทำน้ำกะทิเข้มข้นโดยไม่เกิดการไหม้และแตกมันและได้ค่าความเข้มข้นของกะทิที่ใกล้เคียงกับกะทิเข้มข้นในท้องตลาด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ใช้ตัวอย่างที่ซื้อมาจากตลาดซึ่งคั้นโดยวิธีบดอัดด้วยเครื่องไฮดรอริค บีบอัดโดยไม่มีการปรับสภาพน้ำกะทิด้วยสารเคมีใดๆ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้เครื่องทำกะทิเข้มข้นและ สภาวะการกวน(ลักษณะของใบกวน ความเร็วรอบในการกวน และ อุณหภูมิในการทำน้ำกะทิเข้มข้น) ที่เหมาะสมในการทำน้ำกะทิเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

คุณสมบัติของน้ำกะทิและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

จากรายงานของ ภาวินี, 2545 กล่าวว่าในปี 1994 The Standard Task Force of the Asian Pacific Coconut Community (APCC) ได้เสนอให้ใช้คำจำกัดความสำหรับผลิตภัณฑ์จากมะพร้าวแต่ละชนิด เพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน โดยได้กำหนดให้คำว่า "น้ำกะทิ"(Coconut milk) หรือ "หัวกะทิ"(Coconut cream) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ปราศจากเส้นใยซึ่งคั้นจากเนื้อมะพร้าวโดยอาจมีน้ำมะพร้าวผสมอยู่ด้วยก็ได้ ส่วนคำว่า "น้ำมะพร้าว" หมายถึงของเหลวที่มีในมะพร้าว (Cocos nucifera L.) โดยธรรมชาติ ส่วน Malaysian Food Regulation ได้ให้คำจำกัดความว่า "น้ำกะทิ" จะต้องมีไขมันไม่ต่ำกว่า 30% โปรตีนไม่ต่ำกว่า 3% และมีน้ำไม่เกิน 55% "หัวกะทิ" เป็นส่วนที่ได้จากการแยกอิมัลชันของน้ำกะทิโดยตั้งทิ้งไว้หรือเหวี่ยงแยก(Centrifugation)จะประกอบด้วยไขมันไม่ต่ำกว่า 50% และมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 5% ส่วนSeow และ Gwee (1997) อ้างอิงโดย ภาวินี, 2545ให้คำจำกัดความว่า "น้ำกะทิ"เป็นอิมัลชันทึบแสงสีขาวระหว่างโปรตีน-น้ำ-น้ำมัน ที่บีบอัดจากเนื้อมะพร้าวขูดโดยอาจมีการเติมน้ำหรือไม่ก็ได้ ในงานวิจัยนี้ น้ำกะทิได้มาจากการบีบอัดเนื้อมะพร้าวขูดโดยไม่มีการเติมน้ำเข้าไป

2.2 สมบัติทางกายภาพของน้ำกะทิ (ภาวินี, 2545)

น้ำกะทิเป็นของเหลวมีสีขาวคล้ายน้ำนม เป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ มีอนุภาคน้ำมันกระจายอยู่ในน้ำ แต่ละหยดน้ำถูกล้อมรอบด้วยโปรตีน ซึ่งโปรตีนจะช่วยลดแรงตึงผิวระหว่างโมเลกุลของน้ำและน้ำมันให้ต่ำลง อย่างไรก็ตามน้ำกะทิก็ยังแยกชั้นได้ง่ายเมื่อตั้งทิ้งไว้ เพราะมีสัดส่วนของไขมันสูงมากเมื่อเทียบกับโปรตีน ทำให้โปรตีนมีไม่มากพอที่จะขัดขวางการรวมตัวกันของอนุภาคไขมัน(coalescence) ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่ออนุภาคไขมันชนกันมากแล้วจับกันเป็นก้อน(Agglomerate) ทำให้อนุภาคใหญ่ขึ้นจึงเคลื่อนที่สู่ด้านบนได้เร็วขึ้น จนเกิดการแยกชั้นเป็นหัวกะทิ (Cream) และหางกะทิ(Skim milk) การแยกชั้นออกเป็น 2 วัฏภาคนี้เรียกว่า "Creaming" ซึ่งเป็นลักษณะที่มักพบได้ในอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำทั่วไป สมบัติทางกายภาพอื่นๆของน้ำกะทิ ดังได้แสดงในตาราง ที่ 2.1 (Gonzalez, *et al.*, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 สมบัติทางกายภาพของน้ำกะทิ

สมบัติทางกายภาพ	ช่วง
ความถ่วงจำเพาะ	1.0029-1.0080
แรงตึงผิว(Dynes/cm^2)	97.76-125.43
ความหนืด(Poise)	0.0161-0.0202
ดัชนีหักเหแสง	1.3412-1.3446
pH	5.95-6.30

ที่มา : (ภาวินี, 2545)

สมบัติทางกายภาพของน้ำกะทิที่มีความชื้น 73.74-76.84% มีไขมัน 18.83-21.09% โปรตีน 2.14-2.97% เถ้า 0.63-0.96% และน้ำตาลทั้งหมด 0.82-1.62%

2.3 การคั้นกะทิ (ภาวินี, 2545)

ส่วนประกอบทางเคมีและปริมาณของน้ำกะทิที่คั้นได้จะมีความแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัย เช่น

1. ความแก่ของมะพร้าว มะพร้าวที่แก่เต็มที่ คือมีน้ำน้อยที่สุดโดยยังไม่มีหน่อยื่นออกมาจะเหมาะกับการคั้นกะทิมากที่สุด เพราะจะทำให้ได้กะทิมากที่สุด

2. ขนาดของเนื้อมะพร้าวที่ขูดหรือบดและแรงที่ใช้ในการคั้น โดยขนาดของเนื้อมะพร้าวควรจะมีขนาดเล็กที่สุดซึ่งทำให้คั้นกะทิได้ในปริมาณมาก ส่วนแรงคั้นยิ่งมากก็ยิ่งได้กะทิมาก

3. ปริมาณและอุณหภูมิของน้ำที่เติม จากรายงานของ ภาวินี, 2545รายงานว่า มีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณและอุณหภูมิของน้ำที่ใช้เติมในการคั้นกะทิ ซึ่งมีผู้ศึกษาหลายคนแนะนำไว้ว่าควรใช้น้ำร้อน จากการศึกษา พบอีกว่าเมื่อคั้นกะทิด้วยน้ำเย็น (27-30 ºC) และคั้นด้วยน้ำร้อน (88-93 ºC) จะมีผลต่อ ส่วนประกอบของกะทิน้อยมาก แต่ปริมาณน้ำที่เติมลงไปต่อเนื้อมะพร้าว ในสัดส่วน 0:4 ถึง 4:4 จะทำให้ได้ปริมาณไขมันมากขึ้นเล็กน้อย เขาจึงสรุปว่าถ้าหากในกระบวนการที่ต้องการใช้กะทิที่เจือจางก็ควรเติมน้ำในการคั้น แต่ถ้าหากต้องการผลิตภัณฑ์ที่เข้มข้นก็ไม่ควรเติมน้ำลงไป

4. ผลจากการแช่เยือกแข็งมะพร้าว จากรายงานของภาวินี, 2545 รายงานว่า กะทิที่คั้นได้จากมะพร้าวแช่เยือกแข็งจะมีปริมาณน้อยกว่ากะทิที่คั้นจากมะพร้าวที่ไม่ได้ผ่านการแช่เยือกแข็งมา เขาแนะนำว่าควรนำเนื้อมะพร้าวแช่แข็งไปให้ความร้อนที่ 35-50 ºC ก่อนที่จะนำไปขูดและคั้น โดยอาจนำไปจุ่มในน้ำร้อนหรือใช้ความร้อนจากไอน้ำก็ได้ และพบว่าการใช้ความร้อนจากไอน้ำจะช่วยลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากปัจจัยที่กล่าวมาแล้ว พันธุ์ แหล่งเพาะปลูก และการดูแลรักษา ก็มีผลต่อส่วนประกอบทางเคมีของน้ำกะทิ

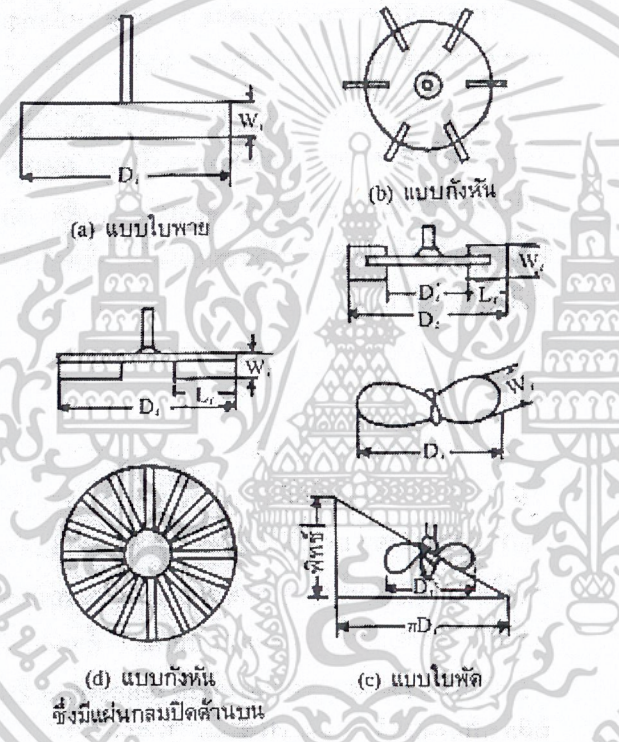
2.4 ลักษณะและการติดตั้งใบกวน (วิวัฒน์, 2533)

ใบกวนซึ่งใช้ในทางอุตสาหกรรมนั้นมีอยู่มากมายแต่พอจะแบ่งออกเป็นแบบมูลฐานได้ 3 แบบ ดังนี้คือ

(1) แบบใบพาย (paddler) (รูปที่ 2.1a)

(2) แบบกังหัน (turbine) (รูปที่ 2.1b)

(3) แบบใบพัด (propeller) (รูปที่ 2.1c)



รูปที่ 2.1 แบบใบกวนลักษณะต่างๆ

ข้อแนะนำสำหรับการออกแบบใบกวน

(1) ใบกวนควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1/3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของถังกวน

(2) ขนาดความกว้างของใบกวน (w) (รูปที่ 2.1a) ควรมีขนาดประมาณ 1/5 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบกวน

(3) ระยะห่างระหว่างก้นถังกับใบกวน ควรมีระยะห่างประมาณ 1/2 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบกวน

(4) จำนวนของใบกวนแบบ pitched blade ควรใช้งานที่จำนวน 4 ใบ และ 2-4 ใบสำหรับกวนแบบ straight blade

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) แผ่น baffles ที่ติดอยู่ด้านข้างของถังกวน จะเหมาะสมกับการใช้งาน สำหรับกวนผสมของเหลวที่มีความหนืดต่ำๆ โดยควรมีจำนวนแผ่น baffles 4 แผ่น ติดที่ขอบของถังกวนและควรมีความกว้างประมาณ 1/12 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบกวน หากถังกวนมีความสูงมากๆ อาจจำเป็นต้องใช้ชุดใบกวนสองชุด

2.5 การระเหย (วิวัฒน์, 2533)

การระเหย คือ ปรากฏการณ์ที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นไอ โดยอาศัยการถ่ายเทความร้อน(Heat transfer) ซึ่งมีการเดือดเกิดขึ้นด้วย ในอุตสาหกรรมเคมีการระเหยเป็นปฏิบัติการ(Operation) สำหรับผลิตสารละลายเข้มข้น จากสารละลายเจือจางที่มีตัวทำละลาย(Solvent)ปนอยู่มาก (โดยมากจะเป็นน้ำ) ด้วยวิธีการระเหยตัวทำละลายออกไป อย่างไรก็ตาม กระบวนการดังกล่าวมีข้อจำกัดที่ว่า ความดันไอ(Vapor pressure) ของตัวถูกละลาย(Solute) ต้องมีค่าต่ำกว่าความดันไอของตัวทำละลายมากๆเท่านั้น ส่วนการแยกสารละลายที่มีลักษณะอื่นต้องอาศัยการกลั่น(Distillation)

แหล่งความร้อนที่ใช้ระเหยตัวทำละลายมักได้แก่ ไอร้อนของสารที่กลั่นตัวได้ (Condensable substance) เช่น ไอน้ำ เป็นต้น ความจริง การระเหยที่ใช้ความร้อนจากแหล่งอื่นมีอีกมาก เช่น การทำเกลือในนาเกลือซึ่งอาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์การระเหยที่ใช้ไฟต้มโดยตรง เช่น หม้อเคี่ยวโซดาไฟ เครื่องระเหยของ Porrion และการเผาไหม้ภายในน้ำ ซึ่งเป็นการระเหยประเภทที่ใช้ก๊าซอุณหภูมิสูงสัมผัสโดยตรงกับสารละลาย เป็นต้น

2.6 การระเหยของความเข้มข้นอาหารเหลว (Heldman และ Singh, 1981)

หนึ่งในความสำคัญการปฏิบัติการของอาหารเหลว คือ การระเหย เมื่อนำมาใช้กับการทำความเข้มข้นหรือ เพิ่มของแข็งในอาหารเหลวเข้มข้น หนึ่งในวัตถุประสงค์เริ่มต้นของการทดลอง คือ ลดปริมาตรของผลิตภัณฑ์ลง โดยลดปริมาณลงในระดับหนึ่ง โดยไม่มีการสูญเสียธาตุอาหารของผลิตภัณฑ์ การลดปริมาตรทำให้มีการขนถ่ายองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ และการเก็บรักษาของแข็งอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

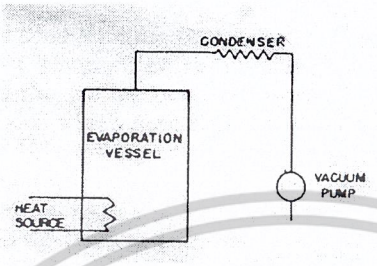
อีกวัตถุประสงค์ที่มีความสำคัญอีกประการของการระเหย คือ การนำความชื้นออกจากอาหารเหลวอย่างมีประสิทธิภาพ ก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะเข้าสู่กระบวนการลดปริมาณน้ำลง

การระเหยอาจถูกใช้กับผลิตภัณฑ์ซึ่งคุณสมบัติมีการเปลี่ยนแปลงมาก และหลายกรณีคุณสมบัติเหล่านี้ มีผลกระทบต่อการออกแบบเครื่องระเหย การทำความเข้มข้นของสัดส่วนของแข็งในอาหารเหลว ทำได้โดยการระเหยน้ำอิสระที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ถูกทำโดยเพิ่มอุณหภูมิอาหารเหลวไปถึงจุดเดือด และรักษาไว้จนกระทั่ง ถึงเวลาที่ความเข้มข้นถึงค่าที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากความไวต่อความร้อนของผลิตภัณฑ์หลายอย่าง การระเหยโดยทั่วไปทำได้ ภายใต้ระบบสุญญากาศโดยใช้ความสัมพันธ์ของระบบสุญญากาศสูง (ความดันต่ำ) ปริมาณน้ำจำนวนมากสามารถออกจากอาหารเหลวได้โดยไม่มีการลดคุณภาพขององค์ประกอบที่ไวต่อความร้อน

องค์ประกอบพื้นฐาน 4 อย่าง ที่ต้องการในการระเหย อธิบายในตัวอย่าง ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบ ระบบการระเหย โดยทั่วไป

เครื่องระเหยใดๆ ที่ใช้สำหรับอาหารเหลวประกอบด้วย (1) ภาชนะที่ใช้ในการระเหย (2) แหล่งความร้อน (3) เครื่องควบแน่น และ (4) วิธีรักษาระบบสุญญากาศ (นำก๊าซที่ไม่ควบแน่นออก)

ข้อพิจารณาการออกแบบที่สำคัญ ของเครื่องระเหยสัมพันธ์ อย่างใกล้ชิดกับ 4 องค์ประกอบพื้นฐานที่กล่าวมา ระบบสุญญากาศจะต้องนำก๊าซที่ไม่ควบแน่นออกเพื่อรักษาค่าสุญญากาศที่ต้องการภายในภาชนะที่ทำการระเหย ความร้อนที่พอเหมาะจะต้องถูกจ่ายไปยังอาหารเหลวเพื่อระเหยปริมาณน้ำที่ต้องการออกไป และ เครื่องควบแน่นถูกจัดเตรียม เพื่อควบแน่นไอน้ำที่เกิดขึ้นจากการระเหย

หลักสมดุลมวลพื้นฐานอาจถูกนำมาใช้ในการหาอัตราการป้อน ที่ความเข้มข้นในระดับที่ต้องการ ความสัมพันธ์เหล่านี้นำมาสู่การคำนวนปริมาณตัวกลางความร้อนที่ต้องการเพื่อให้ค่าความชื้นของการระเหยที่ต้องการ ข้อพิจารณาการออกแบบที่สำคัญ คือ ปริมาณการถ่ายเทความร้อนจากตัวกลางความร้อนไปยังผลิตภัณฑ์ ค่าพื้นผิวการถ่ายเทความร้อนที่ต้องการไม่สามารถคำนวณโดยปราศจากการประมาณ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งหมด สำหรับพื้นผิวความร้อนนั้น ถึงแม้ว่าข้อพิจารณาการออกแบบข้างต้น สามารถ ทำนายด้วยความถูกต้อง ที่ยอมรับได้ หลายปัจจัยที่เด่นชัดของอาหารเหลว ส่งผลให้การคำนวณยุ่งยากมากขึ้น ของแข็งหลายชนิดที่อยู่ในอาหารเหลวทั่วไปส่งผลให้เกิดการยกระดับของจุดเดือด การยกระดับจุดเดือด เปลี่ยนแปลงเมื่ออาหารเหลวมีความเข้มข้นมาก แบบของการถ่ายเทความร้อนจากตัวกลางความร้อนไปยังอาหารเหลวประกอบด้วย การพาความร้อน ทั้งข้างตัวกลางความร้อน และข้างผลิตภัณฑ์ของพื้นผิวความร้อน

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนแบบพาของ ผลิตภัณฑ์ สัมพันธ์กับความหนืด ซึ่งเปลี่ยนเมื่อผลิตภัณฑ์มีความเป็นความเข้มข้นมากขึ้น สุดท้ายนี้คุณสมบัติความร้อนพื้นฐาน ของผลิตภัณฑ์อาหารเหลว เปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิ และ สัดส่วนความชื้น และอาจมีผลกระทบต่อการคำนวณ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายปัจจัยอาจมีผลกระทบต่อการออกแบบการระเหย สำหรับอาหารเหลวโดยอ้อม คุณลักษณะความไวต่อความร้อน ของส่วนประกอบของอาหารต้องการความสนใจพิเศษ เพื่อรักษาเวลาที่ผลิตภัณฑ์ กับพื้นผิวความร้อน สัมผัสกันให้สั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และเพื่อไม่ให้อุณหภูมิผลิตภัณฑ์มากเกินระดับที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ คุณสมบัติของอาหารเหลวมีแนวโน้มที่จะทำให้พื้นผิวการถ่ายเทความร้อนมีความสกปรกหรือเปลี่ยนขนาด ข้อพิจารณาการออกแบบที่แน่นอน สามารถลดการสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากปัจจัยนี้

2.7 เทอร์โมไดนามิกส์ ของการระเหย (Heldman และ Singh,1981)

เทอร์โมไดนามิกส์ มีความสำคัญอย่างมากในหลักการของกระบวนการระเหย ของอาหารเหลว ความสำคัญ ที่เห็นได้ชัดของเทอร์โมไดนามิกส์ คือ การวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะ และ การยกระดับของจุดเดือด

2.7.1 การเปลี่ยนแปลงสถานะ

ระหว่างกระบวนการระเหย สถานะที่เปลี่ยนแปลงคือ การระเหยของน้ำจากสถานะของเหลวไปยังสถานะไอ ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำบริสุทธิ์เป็นที่รู้จักกันดี และสามารถอธิบายเป็นความสัมพันธ์ ของความดันได้ โดยสมการ Clausius – Clapeyron

$$d(\ln p)/dT = \lambda /RT \qquad (2.1)$$

แปลงสมการที่ 2.1 นำมาซึ่งการอธิบายดังนี้

$$\ln p = -L_v / R_g T_a + C \qquad (2.2)$$

ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความร้อนแฝงของกลายเป็นไอ L_v และความดันไอ p ในกรณีของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีของแข็ง และ องค์ประกอบอื่น ซึ่งมีผลกระทบกับความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ อธิบายสมการที่คล้ายกับ สมการที่ (2.2) คือ

$$\ln p' = L'_v / R_g T_a + C' \qquad (2.3)$$

สมการ (2.3) แสดงสัมพันธ์ระหว่างความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ สำหรับอาหารเหลว L'_v กับความดันไอ p' ที่อุณหภูมิเดียวกัน T_a โดยรวมสมการ (2.2) และ (2.3) ที่อุณหภูมิเท่ากัน จะได้

$$\ln p' = L'_v / L_v * \ln p + C' \qquad (2.4)$$

เพื่อสร้างความสัมพันธ์ log-log ระหว่าง ความดันของน้ำบริสุทธิ์ และ อาหารเหลว โดยการเขียนการฟ ระหว่างค่า logของความดันไอน้ำสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร กับ logของความดัน สำหรับน้ำบริสุทธิ์ที่จะ ได้ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนแฝงของอาหารเหลว กับ ความร้อนแฝงของน้ำ ข้อมูลรูปแบบนี้ มีความจำเป็นที่จะอธิบายสำหรับการเปลี่ยนแปลงความร้อนแฝงที่ใช้ในการทำความเข้มข้นอาหารเหลวซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การยกระดับจุดเดือด

นอกเหนือจากผลกระทบของ ของแข็งต่อความร้อนแฝงที่ต้องการสำหรับกระบวนการระเหยของน้ำจากผลิตภัณฑ์อาหารเหลว ผลกระทบของของแข็งต่อจุดเดือดของผลิตภัณฑ์เหลวจะต้อง ถูกพิจารณาด้วย ผลกระทบนี้ เป็นผลขององค์ประกอบผลิตภัณฑ์ที่มี ตัวถูกละลายที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ทำให้จุดเดือดสูงกว่าของน้ำบริสุทธ์ จากถ้อยคำที่เคยบรรยายขอบเขตของการยกระดับของจุดเดือดสามารถถูกได้มา โดยการพิจารณาสมดุลของสถานะ และศักยภาพทางเคมีของสองสถานะที่ซึ่งมีอยู่ในสมดุลนั้น

$$\lambda_v / R_g * (1/T_{a0}-1/T_a) = -\ln x_a \qquad (2.5)$$

ที่ λ_v ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ T_{a° คือจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ และ x_a คือ เศษส่วนโมลของน้ำในตัวถูกละลาย โดยสมมติว่าการยกระดับของจุดเดือดมีค่าน้อย และโดยการใช้เฉพาะเทอมแรกเทอมเดียวของ สมการ (2.5)จะได้สมการดังนี้

$$\Delta T_b = (R_g T^2_{a0} / \lambda_v) * x_b \qquad (2.6)$$

ที่ x_bคือ เศษส่วนโมลของตัวถูกละลายที่ทำให้เกิดการยกระดับของจุดเดือด ในส่วนเพิ่มเติมการแก้ไขสามารถถูกทำให้สมบูรณ์ โดยนำMolality ไปแทนในสมการ (2.6) ที่ได้มาตามสมการดังนี้

$$\Delta T_b = (R_a * T^2_{a0} / L_v * 1000) * M \qquad (2.7)$$

ที่ L_v ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักของน้ำ สมการ (2.7) สามารถถูกใช้ในคำนวน การยกระดับของจุดเดือดตราบใดที่สารละลายเจือจาง หรือ x_bมีค่าน้อยใน หลาย สถานการณ์ที่ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นสูง เช่นที่ เกิดในกระบวนการระเหยข้อสมมติฐานที่ทำเพื่อให้ได้สมการ (2.7)อาจสร้างข้อผิดพลาดภายใต้เงื่อนไขเหล่านี้ สมการ (2.5) ควรนำมาคำนวณจุดเดือดของผลิตภัณฑ์ การใช้สมการใดๆ ที่แนะนำไว้ต้องการความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบจำเพาะของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นสาเหตุ การเปลี่ยนแปลงในจุดเดือดใดๆ ข้อมูลดังกล่าวอาจจะไม่พร้อมสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเนื่องจากความยุ่งยากส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ และขาดความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบซึ่งทำให้จุดเดือดสูงขึ้น กรณีส่วนใหญ่ การคำนวณจะต้องพิจารณา การประมาณบนพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบที่มีความเข้มข้นเพิ่ม และรู้เกี่ยวกับน้ำหนักโมเลกุลและ เศษส่วนโมลขององค์ประกอบนั้นๆ

ตัวอย่างที่ 2.1 คำนวนจุดเดือดที่เพิ่มขึ้นเมื่อ สารละลาย โซเดียมครอไลด์มีความเข้นข้น 10%ที่ระดับความดันบรรยากาศ(ระดับท้องทะเล)

วิธีทำ (1) ที่ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ 10 % อาจจะสมมุติว่าเป็นสารละลายเจือจาง สมการ (2.7) จะถูกนำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) โซเดียมคลอไรด์ ที่น้ำหนักโมเลกุลคือ 59

m = (gNaCl/1000gwater)/w of Nacl = 100/59 = 1.695

(3) ใช้สมการ (2.7)

$\Delta T_b = (8.314 \text{ J/moleK})(373K)^2(18)/(1.0626*10^4)(1000) = 0.869 °C$

(4) อุณหภูมิที่ได้ = 100.869 °C ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ความเข้มข้น 10 %

ตัวอย่างที่ 2.2 จุดเดือดของผลิตภัณฑ์อาหารคาดว่าจะเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มขึ้นของของแข็งในผลิตภัณฑ์ หาการเปลี่ยนแปลงจุดเดือดของ Skim milk เมื่อถูกทำให้เข้มข้นเป็น 30 %

วิธีทำ (1) ส่วนประกอบของ Skim milkมีประมาณดังนี้ แลกโตส 5.1% โปรตีน 3.6% ไขมัน 0.8% เกลือแร่ กับ เถ้าถ่าน 0.3% น้ำ 90.2% คาดว่าแลกโตสจะมีผลกระทบกับจุดเดือดอย่างมาก

(2) จุดเดือดเริ่มต้นสามารถคำนวณ จากสมการ(2.7)

แลกโตส 5.1% = 5.1 แลกโตส/100g ผลิตภัณฑ์= 5.1/0.902 =5.654 แลกโตส/100g น้ำ

m = (56.4 gแลกโตส/1000g น้ำ)/342(น้ำหนักโดยมวลของแลกโตส) = 0.165

(3) ใช้สมการ (2.7)

$\Delta T_b = (8.314)(373)^2(18)(0.165)/(4.0626*10^4)(1000) = 0.0846 °C$

จุดเดือดที่ได้ คือ 100.0846°C

(4) เมื่อ Skim milk มีความเข้มข้นเป็น 30 % T.S. มีแลกโตสอยู่ 15.6 % ของผลิตภัณฑ์จะหาMolality ได้ดังนี้

15.6% = 15.6 แลกโตส/100g ผลิตภัณฑ์ =22.286 g แลกโตส/100g น้ำ =15.6/0.7

m = 222.86/342 =0.652

(5) ถ้าสารละลายไม่เจือจาง จะใช้สมการที่ (2.5)

$4.0626*10^4/8.314(1/373-1/T_s) = -\ln(0.9884)$

เมื่อ $x_a = 70/18/(70/18 + 15.6/342) = 0.9884$

และ $13.1-4886.4566/T_s = 0.01167$

$13.1-0.01167 = 4883.4566/T_s$

$13.0887\ T_s = 4886.4566$

$T_s = 373.334$

จุดเดือดที่ได้ คือ 100.334 °C

(6) สมมติสารละลายของผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นเจือจาง สมการ (2.7)จะถูกนำมาใช้

$\Delta T_b = (8.314)(373)^2(18)(0.652)/(4.0626*10^4)(1000) = 0.334 °C$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้คือผลที่สามารถเปรียบเทียบ $\Delta T_b = 0.334\ ^\circ C$ ที่ได้จากสมการ (2.5) และบ่งชี้ว่าสมการสำหรับตัวถูกละลายเจือจางยอมรับได้

วิธีที่ 2 ซึ่งใช้ประมาณ การยกระดับของจุดเดือดอย่างธรรมดานั้นได้จากพื้นฐานกฎของ Duhring กฎนี้กล่าวว่าอุณหภูมิที่ซึ่งของเหลวที่ความดันไอค่าหนึ่งที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับอุณหภูมิของของเหลวมาตรฐานที่ความดันไอเดียวกัน การอธิบายที่ถูกนำมาใช้ในการตั้งสมมุติฐานความสัมพันธ์ได้มาจากสมการ Clausius – Clapeyron) เมื่อนำมา อินทิเกรต จะได้สูตรที่มีรูปแบบเช่นเดียวกับสมการ(2.2) โดยการทำสมการรูปแบบนี้ ของของเหลวที่เราสนใจกับของเหลวอ้างอิงที่ความดันไอเท่ากันจะได้สมการดังต่อไปนี้

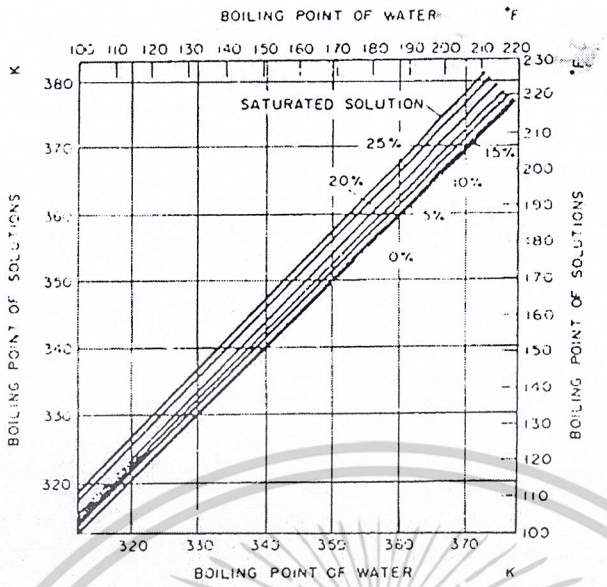
$$L_v / R_g T_a + C = L'_v / R_g T_{a^\circ} + C_r \qquad (2.8)$$

ที่ T_a เป็นตัวแทนจุดเดือดของของเหลว ของสิ่งที่เราสนใจ และ $T_\circ$ เป็นตัวแทนของจุดเดือดของของเหลวที่อ้างอิง จัดรูปแบบสมการ (7) ให้ง่ายได้ดังนี้

$$L_v / R_g T_a = L'_v / T_{a^\circ} + C_r - C \qquad (2.9)$$

ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างสองอุณหภูมิ ที่ถูกพิจารณาการใช้สูตรแบบนี้ที่ได้จากสมการ(2.9) จะได้กราฟแสดงในรูป 2.3 กราฟแสดงถึงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของสารละลาย และ จุดเดือดของน้ำ จากกราฟแสดงให้เห็นว่าเมื่อตัวถูกละลายมีความเข้มข้นมากขึ้นจุดเดือดเพิ่มขึ้นถึงแม้ว่ากราฟของรูปแบบที่แสดงในรูป 2.3 อาจมีประโยชน์ในการประมาณการยกระดับของจุดเดือดสำหรับอาหารเหลว และขนาดที่แน่นอนไม่สามารถคำนวณโดยปราศจากข้อมูลจำเพาะเจาะจงบนองค์ประกอบผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ผลกระทบของความเข้มข้นในสารละลายโซเดียมครอไลด์ต่อการยกระดับของจุดเดือด

ตัวอย่างที่ 2.3 อาหารเหลวที่มีส่วนประกอบที่มีความดันไอใกล้เคียงโซเดียมครอไลด์ถูกทำให้เข้มข้นขึ้นในเครื่องระเหยที่ 25 KPa. หาค่าจุดเดือดเริ่มต้นและจุดเดือดสิ้นสุดของผลกระทบความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นจาก 10 % ไปยัง 25%

วิธีทำ (1) จุดเดือดของน้ำที่ 25 KPa. คือ 65 °C (338 K)

(2) ใช้รูปที่ 2.3 หาการยกระดับของจุดเดือดของผลิตภัณฑ์

339 K (66°C) ที่ 10% ผลรวมความเข้มข้นของของแข็ง

343 K (70°C) ที่ 25% ผลรวมความเข้มข้นของของแข็ง

2.8 ความหนืดของของเหลว

<u>สมการกำลัง</u>(จิราภรณ์, 2541)

ของเหลวโดยส่วนมาก พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นสมการเส้นตรงในรูป Log-Log ระหว่างแรงเค้นเฉือนกับอัตราเฉือน ซึ่งสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเค้นเฉือนกับอัตราเฉือน ภายใต้สภาพการทดลอง เรียกว่า สมการกฎของกำลัง ซึ่งสมการนี้ได้จากการทดลองของไหลไม่ใช่พลาสติก ซึ่งแสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\tau = m\gamma^{n}$$

Log (shear stress) = Log (m) + n Log (shear rate)

τ - แรงเค้นเฉือน , N/m^2

γ - อัตราการเฉือน , 1/sec

m - consistency index

n - power law index

ค่า consistency index และ power law index สามารถหาได้จากการเขียนกราฟข้อมูลระหว่าง Log (shear stress) กับ Log (shear rate) ค่า power law index มีค่าเป็นความเอียงของเส้นตรง ขณะที่ค่า consistency index มีค่าเป็นค่าจุดตัดของแรงเฉือน โดยค่า power law index จะมีความสัมพันธ์ส่งให้ทราบถึงลักษณะของของเหลว ดังนี้

n = 1 ; ของเหลวเป็น newtonion

n < 1 ; ของเหลวเป็น pseudoplastic

n > 1 ; ของเหลวเป็น dilatant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบเครื่องทำน้ำกะทิเข้มข้นและขั้นตอนการทดลอง

ในส่วนของการออกแบบเครื่องทำน้ำกะทิเข้มข้น ต้องคำนึงถึงความสะดวกต่อการนำไปใช้ ซึ่งการออกแบบเครื่องนั้น จะเน้นให้มีความสอดคล้องกับการใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีมาแต่ดั้งเดิม โดยวิธีการกวนกะทิจะใช้ความร้อนเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้กะทิมีความเข้มข้นมากขึ้น ดังนั้นเราจึงออกแบบ และ ปรับปรุงพัฒนาในส่วนของการใช้ความร้อนหรืออุณหภูมิเป็นส่วนสำคัญต่อการทำให้น้ำกะทิเข้มข้นและทดลองทำน้ำกะทิเข้มข้นที่สภาวะต่างๆเพื่อให้ได้น้ำกะทิเข้มข้นที่มีอยู่ในท้องตลาด

3.1 อุปกรณ์ในการสร้างเครื่องทดลอง

3.1.1 มอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้

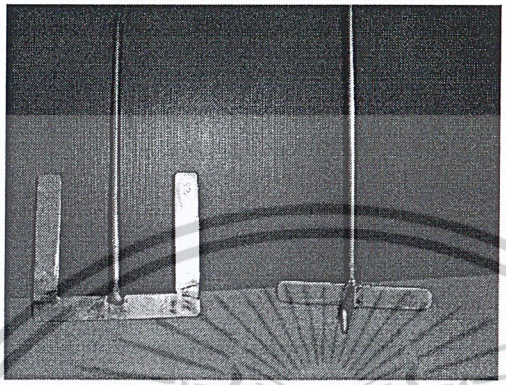
มอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้นั้น จะใช้เป็นตัวขับเคลื่อนใบกวน ให้หมุน แล้วทำให้กะทิเกิดการผสมคลุกเคล้ากัน โดยมอเตอร์นั้นจะมีค่าความเร็วรอบอยู่ 6 ค่าความเร็วรอบด้วยกัน คือ 5, 10, 50 , 100, 200 และ 400 รอบต่อนาที ซึ่งเราจะทดสอบหาค่าความเร็วรอบที่เหมาะสม แล้วจึงนำค่านั้นไปทดลองให้ได้น้ำกะทิที่มีความเข้มข้นต่อไป

รูปที่ 3.1 มอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ใบกวน

ใบกวนที่สร้างขึ้นจะมีอยู่สองลักษณะซึ่งเป็นลักษณะที่ใช้สำหรับการกวนของเหลวทั่วไป โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.2

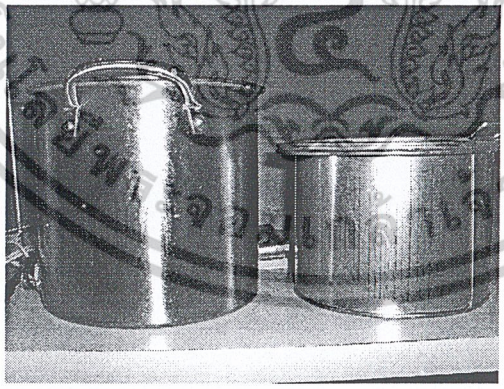


A B

รูปที่ 3.2 (A) ใบกวนแบบตัว U, (B) ใบกวนแบบตัว X

3.1.3 ถังกวนสแตนเลส

ถังกวนสแตนเลสที่ใช้จะมีอยู่ 2 ชั้น ซึ่งชั้นนอกจะบรรจุน้ำมันซึ่งน้ำมันจะเป็นตัวกลางในการพาความร้อนจาก ฮีตเตอร์ ส่วนถังในจะบรรจุกะทิที่เป็นกะทิสด โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.3

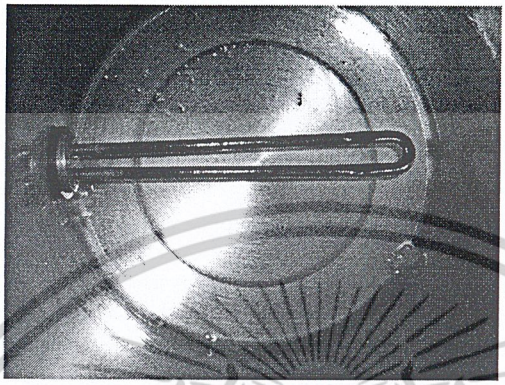


รูปที่ 3.3 ถังกวนสแตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 ฮีตเตอร์

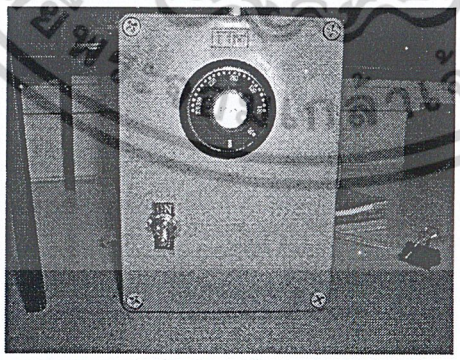
ฮีตเตอร์ที่ใช้เป็นรุ่นEGO-302 มีกำลังการผลิต 1000 วัตต์ มีลักษณะเป็นคอยด์ดัดโค้งทำหน้าที่ในการให้ความร้อนแก่น้ำมันแล้วส่งผ่านไปยังกะทิ โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ฮีตเตอร์

3.1.5 เทอร์โมสแตท

เทอร์โมสแตทที่ใช้เป็นรุ่น มีสเกลในการวัดช่วงอุณหภูมิสูงถึง 300 องศาเซลเซียส มีเทอร์โมคับเปิลลักษณะเป็นขดลวดภายในท่อคาปิลลาลี่ซึ่งจะเป็นตัววัดอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงเกินที่ตั้งไว้เทอร์โมแสตทจะทำหน้าที่ในการตัดอุณหภูมิ โดยมีลักษณะดังรูป 3.5



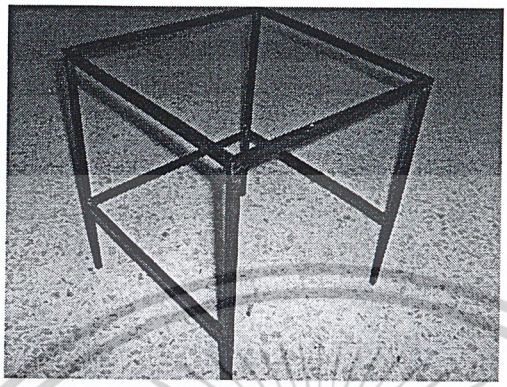
รูปที่ 3.5 เทอร์โมสแตท

3.1.6 ขาตั้งมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

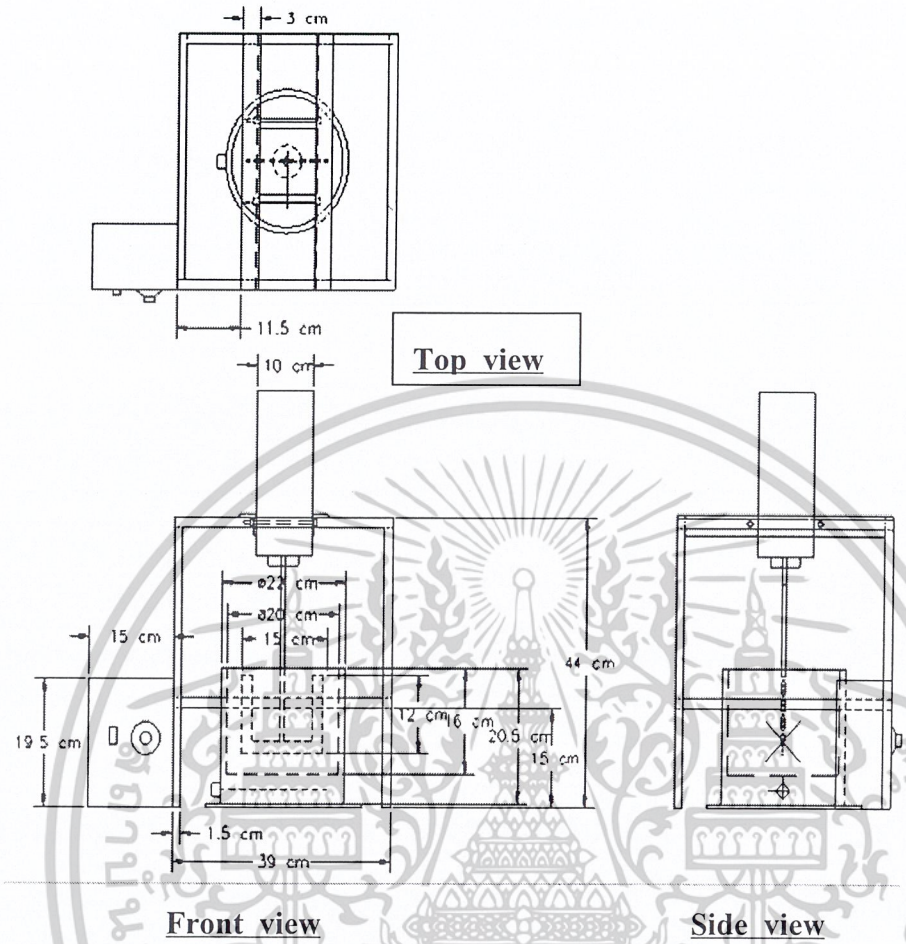
ทำหน้าที่เป็นโครงยึดให้มอเตอร์ไม่ให้เคลื่อนที่ และรักษาระดับของตัวมอเตอร์กับถังกวนสแตนเลส ดังแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ขาตั้งมอเตอร์

61370
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

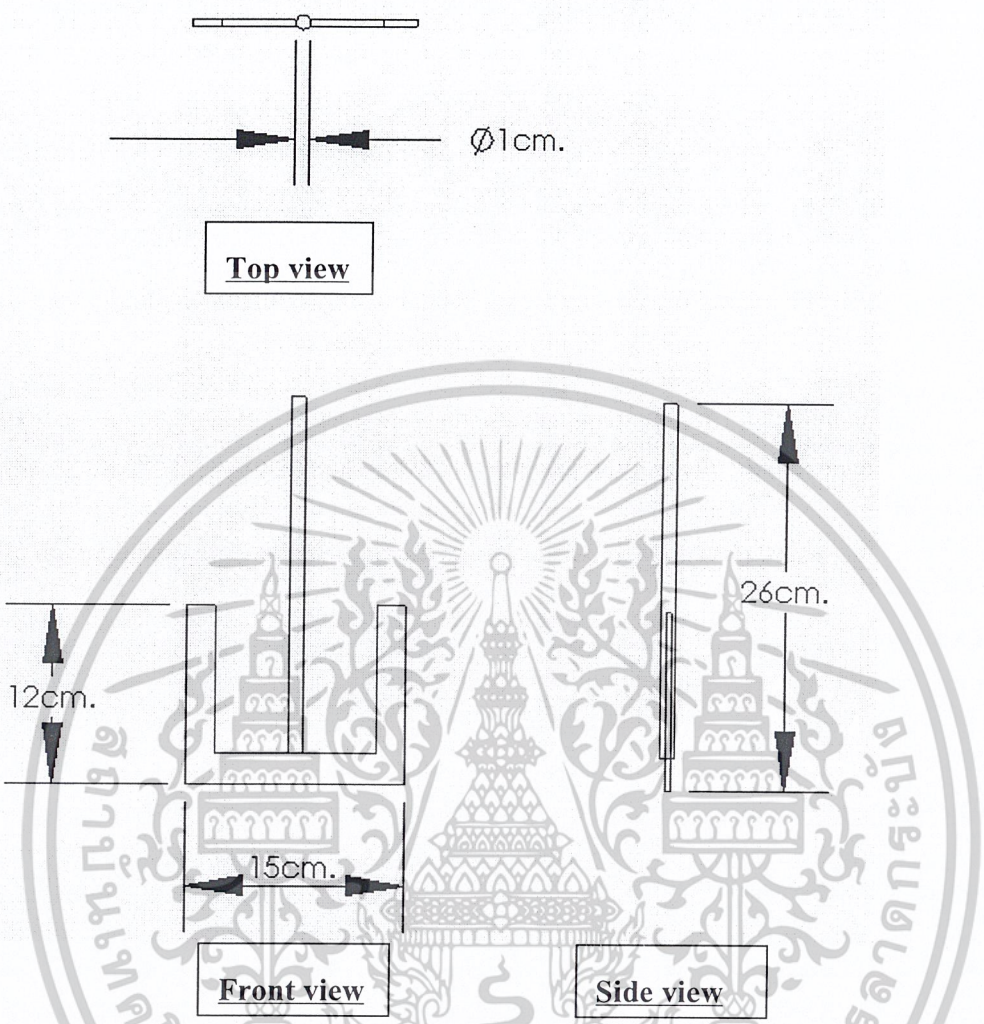
3.2 แบบเครื่องกวนกะทิ



รูปที่ 3.7 แบบเครื่องกวนกะทิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

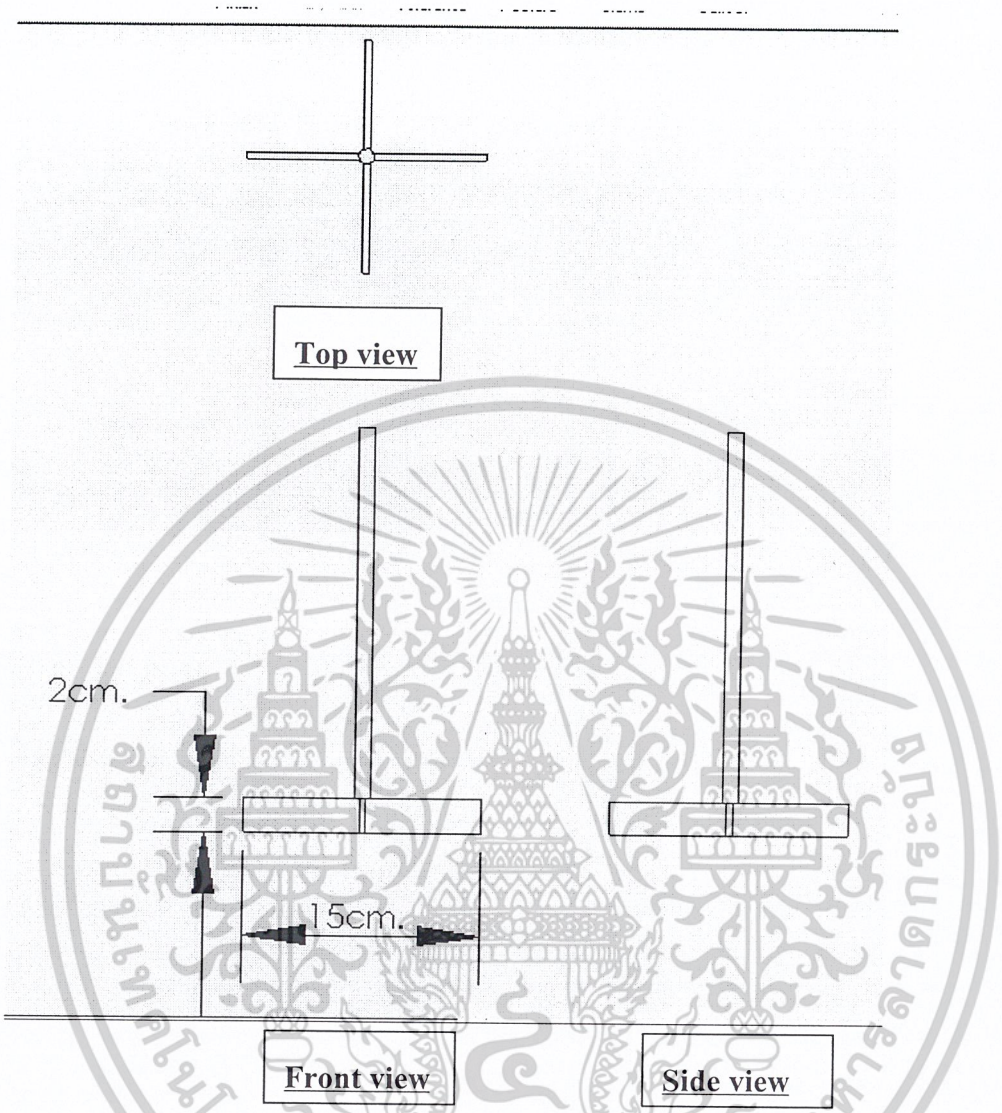
แบบใบกวนรูปตัว U



รูปที่ 3.8 แบบใบกวนรูปตัว U

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบใบกวนรูปตัว X



รูปที่ 3.9 แบบใบกวนรูปตัว X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

3.2.1 การหาช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม และ ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเทอร์โมสแตท

เนื่องจากอุณหภูมิของเทอร์โมสแตทกับอุณหภูมิที่วัดได้จริงไม่เท่ากัน ดังนั้นเราจึงต้องเปรียบเทียบให้รู้ความสัมพันธ์ของสองสิ่งนี้ ซึ่งจะทำให้เรารู้ค่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมด้วย

อุปกรณ์การทดลอง

1. บีกเกอร์ขนาด 2000 มิลลิลิตร	3 ใบ
2. น้ำกะทิ	6 กิโลกรัม
3. เทอร์โมมิเตอร์(ช่วงอุณหภูมิ 0 – 100 °C)	1 อัน
4. ขาตั้งเทอร์โมมิเตอร์	1 อัน
5. เครื่องทดลองการกวนกะทิ	1 เครื่อง
6. นาฬิกาจับเวลา	1 เรือน

วิธีการทดลอง

1. ควบคุมอุณหภูมิห้องให้คงที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
2. นำน้ำกะทิไม่ผสมน้ำ มาเทใส่ถังกวน 2 กิโลกรัม
3. ติดตั้งใบกวนชนิดตัวUพร้อมทั้งตั้งค่าความเร็วรอบให้คงที่ที่ 100 rpm
4. สุ่มอุณหภูมิเทอร์โมแสตทไว้ที่ 150 °C
5. จับเวลาทุก 5 นาที สังเกตและบันทึกผลการทดลอง
6. ทำการทดลองตั้งแต่ ข้อ 1 ถึง ข้อ 5 โดยเปลี่ยนค่าอุณหภูมิไป เป็น 80 และ 120 °C ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1, 3.2 และ 3.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 อุณหภูมิเทอร์โมสแตท 150°C ความเร็วรอบ 100 rpm

เวลา(min)	อุณหภูมิน้ำกะทิ(°C)	ลักษณะทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
5	39.5	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
10	51	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
15	64	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
20	75	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
25	83	ผิวเริ่มเนียน
30	90	มีเม็ดฟองอากาศมาก
35	98.5	มีเม็ดฟองอากาศมาก
40	99.5	ปริมาณน้ำกะทิเริ่มลดลง
45	99.5	ที่ขอบเริ่มมีรอยไหม้
50	99.5	ที่ขอบเริ่มมีรอยไหม้
55	99.5	ที่ขอบเริ่มมีรอยไหม้
60	99.5	ที่ขอบเริ่มมีรอยไหม้

หมายเหตุ : ก้นถังเกิดการไหม้ จับตัวเป็นก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 อุณหภูมิเทอร์โมสแตท 80°C ความเร็วรอบ 100 rpm

เวลา(min)	อุณหภูมิน้ำกะทิ(°C)	ลักษณะทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
5	32	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
10	41	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
15	45	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
20	49	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
25	52	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
30	55	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
35	58	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
40	61	เริ่มมีฟองอากาศ
45	64	เริ่มมีฟองอากาศ
50	65.5	เริ่มมีฟองอากาศ
55	65.5	สีเปลี่ยนไปเล็กน้อย
60	65	สีเปลี่ยนไปเล็กน้อย

หมายเหตุ : น้ำกะทิมีการระเหยน้อยเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 อุณหภูมิเทอร์โมสแตท 120°C ความเร็วรอบ 100 rpm

เวลา(min)	อุณหภูมิน้ำกะทิ(°C)	ลักษณะทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
5	62	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
10	75	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
15	81	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม
20	89	สีขาวขุ่นมากขึ้น
25	89	สีขาวขุ่นมากขึ้น
30	92	สีขาวขุ่นมากขึ้น
35	92	สีขาวขุ่นมากขึ้น
40	90	เริ่มมีฟองอากาศ
45	89	เริ่มมีฟองอากาศ
50	88	เริ่มมีฟองอากาศ
55	88	เริ่มมีฟองอากาศ
60	88	สีเข้มปริมาณกะทิลดลง

หมายเหตุ : น้ำกะทิมีการระเหยพอเหมาะ และไม่เกิดการไหม้

สรุปผลการทดลองขั้นตอนหาช่วงอุณหภูมิ

ที่อุณหภูมิเทอร์โมแสตท 150° C จะสังเกตเห็นว่ากะทิมีการไหม้เกิดขึ้นเร็วมากดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ทดลอง จากนั้นเราจึงทำการสุ่มโดยลดอุณหภูมิลงมาที่ 80° C จากการสังเกตกะทิใช้เวลาค่อนข้างนานในการทำให้น้ำกะทิเข้มข้น ดังนั้นเราจึงมีการสุ่มเลือกอุณหภูมิขึ้นไปที่120° C ซึ่งอุณหภูมิของน้ำกะทิที่สูงที่สุด = 92 ° C สังเกตจากลักษณะทางกายภาพกะทิเริ่มมีความเข้มข้นขึ้นในช่วงเวลาที่เหมาะสม และไม่เกิดการไหม้ดังนั้น เราจึงประมาณช่วงอุณหภูมิของเทอร์โมสแตทที่จะนำมาใช้ทดลองวัดความหนืดหรือ ความเข้มข้นจริงที่ อุณหภูมิดังนี้ 100, 110,120 และ 130°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การทดลองโดยใช้เครื่องทำน้ำกะทิเข้มข้น

วัสดุ และ อุปกรณ์การทดลอง

1. บีกเกอร์ขนาด 2000 ml	6 ใบ
2. น้ำกะทิ	2 กิโลกรัม/การทดลอง
3. เทอร์โมมิเตอร์(ช่วงอุณหภูมิ 0 – 100°C)	2 อัน
4. เทอร์โมมิเตอร์(ช่วงอุณหภูมิ 0 – 300°C)	1 อัน
5. ขาตั้งเทอร์โมมิเตอร์	3 อัน
6. เครื่องทำน้ำกะทิเข้มข้น	1 เครื่อง
7.ใบกวนชนิดตัว U	1 ใบ
8. ใบกวนชนิดตัว X	1 ใบ
9. นาฬิกาจับเวลา	1 เรือน
10. เครื่องชั่งไฟฟ้า(YAMATO ความละเอียด 0.01 g)	1 เครื่อง

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการติดตั้งใบกวน
2. นำน้ำกะทิจากตลาดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร เป็นปริมาณ 2 กิโลกรัม ต่อ 1 การทดลอง
3. นำน้ำกะทิมาใส่บีกเกอร์ขนาด 2000 ml
4. ตั้งรอให้น้ำกะทิมีอุณหภูมิประมาณ 25 °C
5. นำน้ำกะทิใส่หม้อกวนกะทิ แล้วนำไปชั่ง ปรับให้น้ำหนักสุทธิของน้ำกะทิเท่ากับ 2000 กรัม
6. อุ่นน้ำมันในหม้อนอกโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิน้ำมัน ให้มีอุณหภูมิทำการทดลอง น้ำมันที่ใช้ประมาณ 2800 ml
7. นำหม้อกะทิไปใส่ในหม้อนอกและพร้อมกับปรับความเร็วรอบมอเตอร์
8. เริ่มจับเวลา พร้อมทั้งบันทึกผลอุณหภูมิทุกๆ 5 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งสังเกตลักษณะทางกายภาพของน้ำกะทิด้วยบันทึกผลในตาราง(ภาคผนวก ก, ตาราง A)
9. เมื่อทำการทดลองครบ 1 ชั่วโมง ทำการปิดเครื่องกวนกะทิทั้งหมด
10. นำน้ำกะทิพร้อมหม้อกวนไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณน้ำระเหย
11. นำน้ำกะทิที่ทำการกวนเสร็จเรียบร้อยแล้วใส่บีกเกอร์ขนาด 2000 ml รอทิ้งไว้จนให้น้ำกะทิมีอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 25 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ทำการวัดความหนืดโดยดูรายละเอียดที่ หัวข้อ 3.2.3 บันทึกผลการทดลอง (ภาคผนวก ก,ตาราง B)

หมายเหตุ : ทำการทดลองดังตารางที่ 3.4 เป็นจำนวน 2 ซ้ำ

ตารางที่ 3.4 สภาวะในการทดลอง

ชนิดใบกวน	ความเร็วรอบในการกวน (rpm)	อุณหภูมิ(°C)
แบบตัว X	50	100
		110
		120
		130
	100	100
		110
		120
		130
แบบตัว U	50	100
		110
		120
		130
	100	100
		110
		120
		130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การวัดค่าความหนืดโดยใช้เครื่อง Viscometer

วัสดุ และ อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ขนาด 600 ml	2 ใบ
2. น้ำกะทิที่กวนแล้ว	
3. เทอร์โมมิเตอร์(ช่วงอุณหภูมิ 0 – 100°C)	2 อัน
4. ขาตั้งเทอร์โมมิเตอร์	2 ชุด
5. เครื่อง Viscometer (Brookfield รุ่น LV-DV-III PROGRAMMABLE RHEOMETER)	1 เครื่อง
6.หัวเข็มวัดค่าความหนืดเบอร์ 25	1 หัว
7. นาฬิกาจับเวลา	1 เรือน

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำน้ำกะทิที่มีการกวนเสร็จ และมีอุณหภูมิ 25 °C คนให้เข้ากันมาวัดค่าความหนืดด้วย เครื่อง Viscometer รุ่น Brookfield รุ่น LV-DV-III PROGRAMMABLE RHEAMETER
2. โดยนำน้ำกะทิใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 ml ประมาณ 500 ml ก่อนทำการวัดต้องคนด้วยแท่งแก้ว 100 ครั้ง
3. เตรียมเครื่อง Viscomete โดยใช้เข็มเบอร์ 25 โดยวิธีใช้เครื่องนี้ได้แสดงไว้แล้วในข้อ 3.2.5
4. อ่านค่า Viscosity (cp), Torqes (%) , Sheer rate (1/sec) และ Sheer stress (D/cm2) จากเครื่อง Viscometer
5. บันทึกผลในตาราง (ภาคผนวก ก, ตาราง B)

3.2.4 วิธีการวัดความหนืดน้ำกะทิเข้มข้นตามท้องตลาด

วัสดุ และ อุปกรณ์

1. น้ำกะทิเข้มข้น	2 กิโลกรัม
2. บีกเกอร์ขนาด 600 ml	4 ใบ
3. เทอร์โมมิเตอร์(ช่วงอุณหภูมิ 0 – 100°C)	2 อัน
4. ขาตั้งเทอร์โมมิเตอร์	2 ชุด
5. เครื่อง Viscometer (Brookfield รุ่น LV-DV-III PROGRAMMABLE RHEOMETER)	1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.หัวเข็มวัดค่าความหนืดเบอร์ 25 1 หัว

7. นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน

ขั้นตอนการทำ

ทำเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2.3 การวัดค่าความหนืดโดยใช้เครื่อง Viscometer โดยทำการวัดจำนวน 4 ตัวอย่าง

3.2.5 วิธีการใช้เครื่องวัดความหนืด (Brookfield) รุ่น LV- DV - III PROGRAMMABLE RHEAMETER

1. ปรับระดับลูกน้ำให้อยู่กึ่งกลางของกรอบ
2. ใส่เลคการ์ดพร้อมทั้งเตรียมตัวอย่างให้เรียบร้อย (**การเตรียมตัวอย่างให้ใส่บีกเกอร์ขนาด 600 ML โดยใส่ตัวอย่างให้มีปริมาตร 500 ML เพื่อให้ตัวอย่างมีระดับสูงสันรอบ mark ที่เข็ม การเทตัวอย่างต้องระวังอย่าให้มีฟองอากาศ เนื่องจากมีผลต่อค่าความหนืด)
3. เปิดเครื่อง โดยสวิชต์อยู่ทางด้านหลังของเครื่องทางขวามือ รอจนหน้าจอขึ้น Auto Zero
4. กด Motor on/off รอจนหน้าจอขึ้น Auto Zero is complete แล้วกด Next key
5. กด Select SPDL อีกครั้งเพื่อเลือกเบอร์หัวเข็ม จากนั้นใส่ตัวเลขให้ตรงกับเบอร์หัวเข็มที่ใช้ โดยรุ่น DV III จะต้องใส่เลข 6 นำหน้า เบอร์เข็มที่มีเลขตัวเดียว เช่น 61 62 เป็นต้น แต่ถ้าเบอร์เข็มมีเลข 2 ตัว ไม่ต้องใส่เลข 6 กรณีใช้ชุด Small sample Adapter ต้องระมัดระวังหัวเข็มเป็นพิเศษ
6. กด Select SPDL อีกครั้งเพื่อตอบตกลง และกลับไปที่หน้าจอ Menu เดิม
7. ใส่ตัวเลขที่เป็นความเร็วรอบที่ต้องการลงไป โดยกดที่เป็นตัวเลข 1 - 9 ในการใส่ค่าความเร็วรอบ จะต้องใส่ค่าเริ่มต้นเป็นค่าน้อย ๆ ก่อน ความเร็วรอบสูงสุดที่ใช้จะมีค่าไม่เกิน 250 rpm, ถ้าใส่ผิดพลาด ให้กด Cancel,
8. กด Next เพื่อตอบตกลงความเร็วรอบที่ตั้งไว้ หลังจากนั้น Motor จะเริ่มทำงานโดยเริ่มจากสังเกตหัวเข็ม เริ่มหมุนจับเวลา 60 วินาที แล้วจึงอ่านค่าความหนืดของตัวอย่างจากน้าจอ (VISC= …… cps)
9. กด Select disp เพื่อดูค่า % torque (** ถ้าหากความเร็วรอบที่เลือกมีความเหมาะสมแล้วจะได้ค่า toque สูง)

   - ถ้าค่า torque ขึ้น error แสดงว่า → ใช้ความเร็วรอบมากไปต้องลดความเร็วรอบลง
   - ถ้าค่า torque มีค่าต่ำทั้งที่ตั้งค่าความเร็วรอบสูงสุดแล้ว แสดงว่า → หัวเข็มที่ใช้ไม่เหมาะสม ให้เปลี่ยนหัวเข็มใหม่ โดยทำการกด Motor on/off เพิ่มให้หัวเข็มหยุดหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนแล้วจึงทำการเปลี่ยนหัวเข็ม หลังจากนั้นทำการกด Motor on/off อีกครั้ง

10. เมื่อเสร็จสิ้นการวัดค่า และต้องการเปลี่ยนความเร็วรอบ ให้กดปุ่ม Motor on/off เพื่อให้หัวเข้มหยุดหมุน แล้วตั้งค่าความเร็วรอบใหม่ โดยทำตามข้อ 8 และ 9
11. ปิดสวิชต์ และทำความสะอาดเลคการ์ดและหัวเข็มรัดให้เรียบร้อย

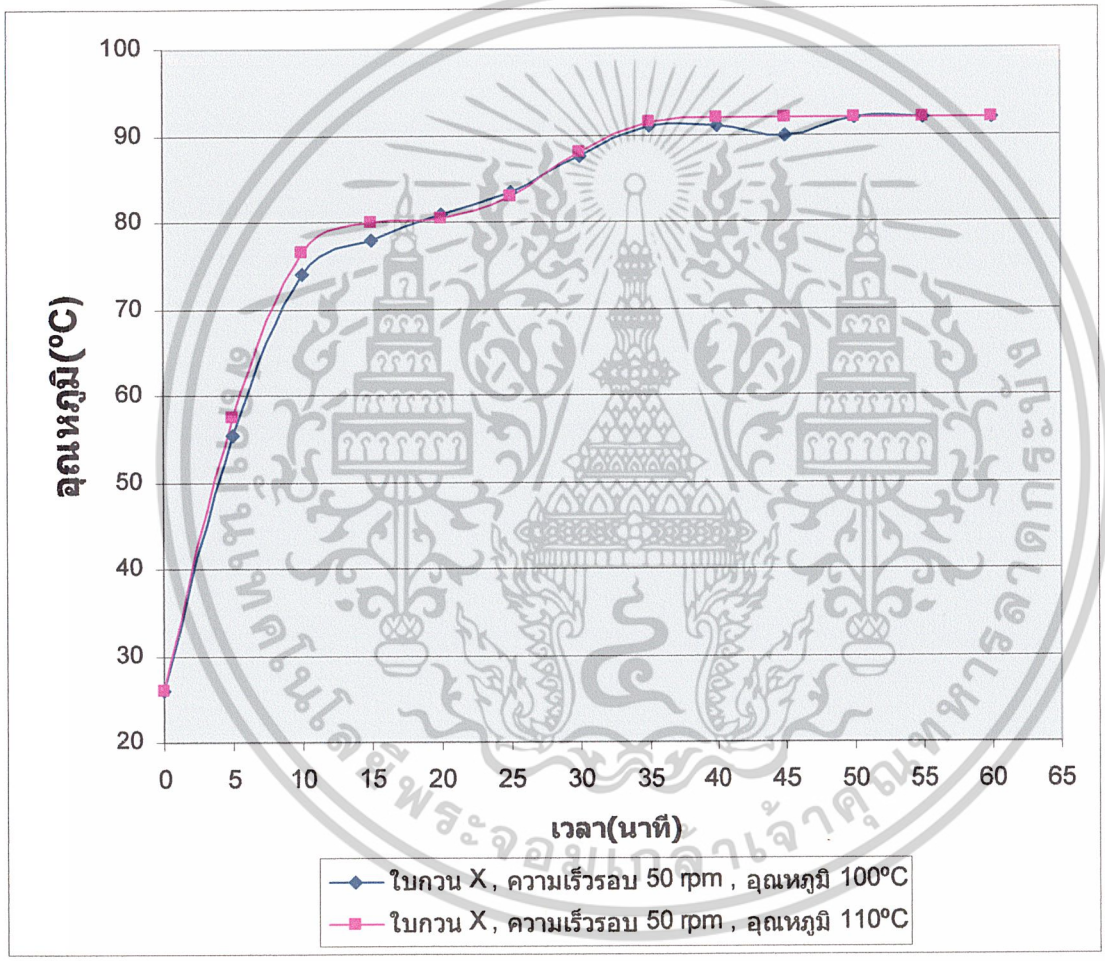
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อหาค่าความเหมาะสมของทั้งลักษณะใบกวน ความเร็วรอบ และ อุณหภูมิที่เหมาะสมนั้น เราจะได้ข้อมูลที่เป็นข้อมูลดิบ ดังนั้นเราจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ หรือ แสดงให้เข้าใจง่ายขึ้นดัง

4.1 การวิเคราะห์กราฟของ อุณหภูมิ กับ เวลา



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ เวลาของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110 °C แต่ที่ 120 กับ 130 °C เกิดการไหม้ของน้ำกะทิ

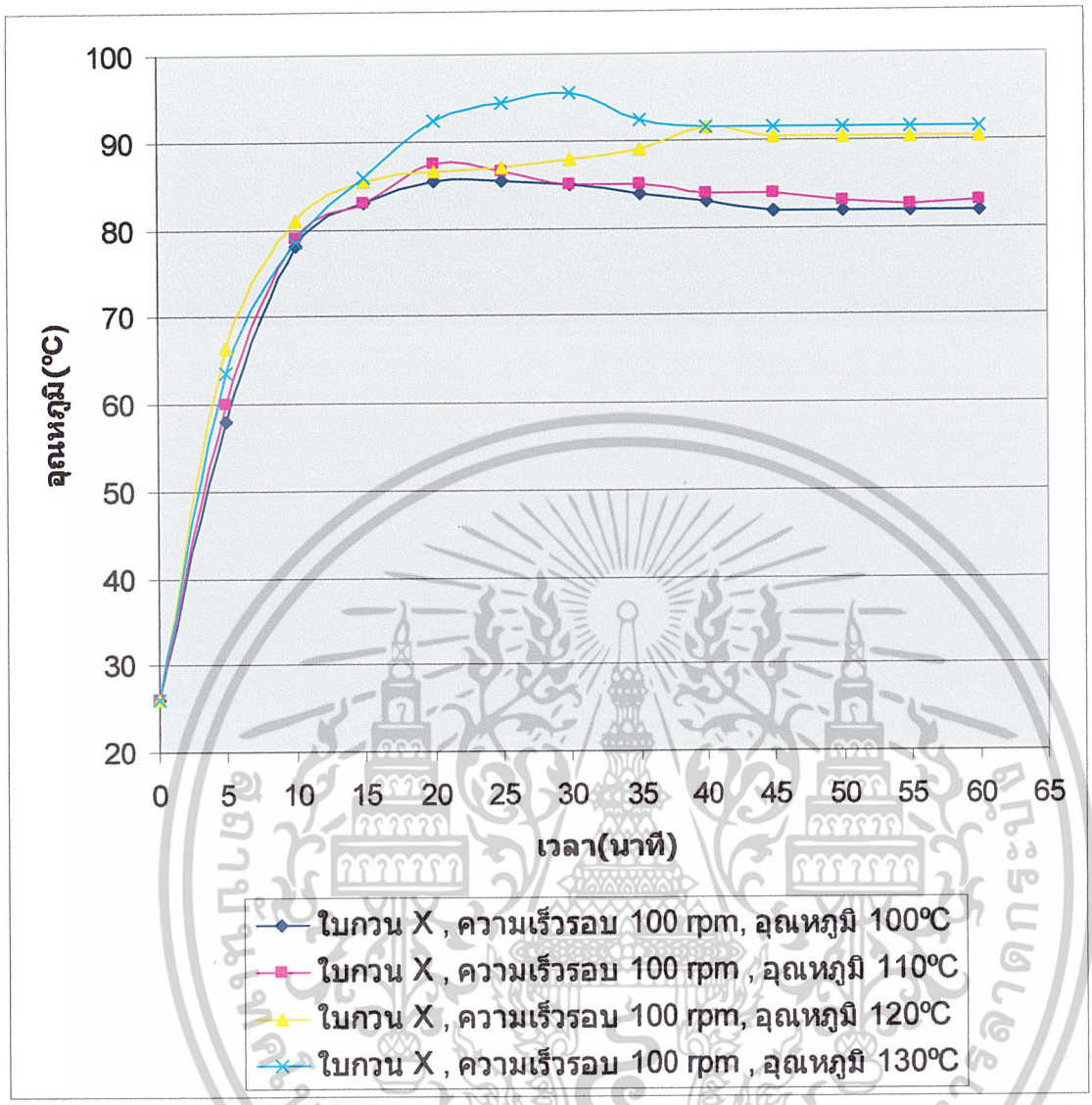
จากรูปที่ 4.1 จะสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับ เวลาได้ว่า

เมื่อช่วงเวลา 0-15 นาที เส้นกราฟมีความชันมาก แสดงว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ช่วงเวลา 15-40 นาที เส้นกราฟมีความชันน้อยกว่าช่วงแรกแสดงว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นช้าลง

ช่วงเวลา 40-60 นาทีเส้นกราฟเริ่มคงที่แสดงว่าอุณหภูมิเริ่มคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



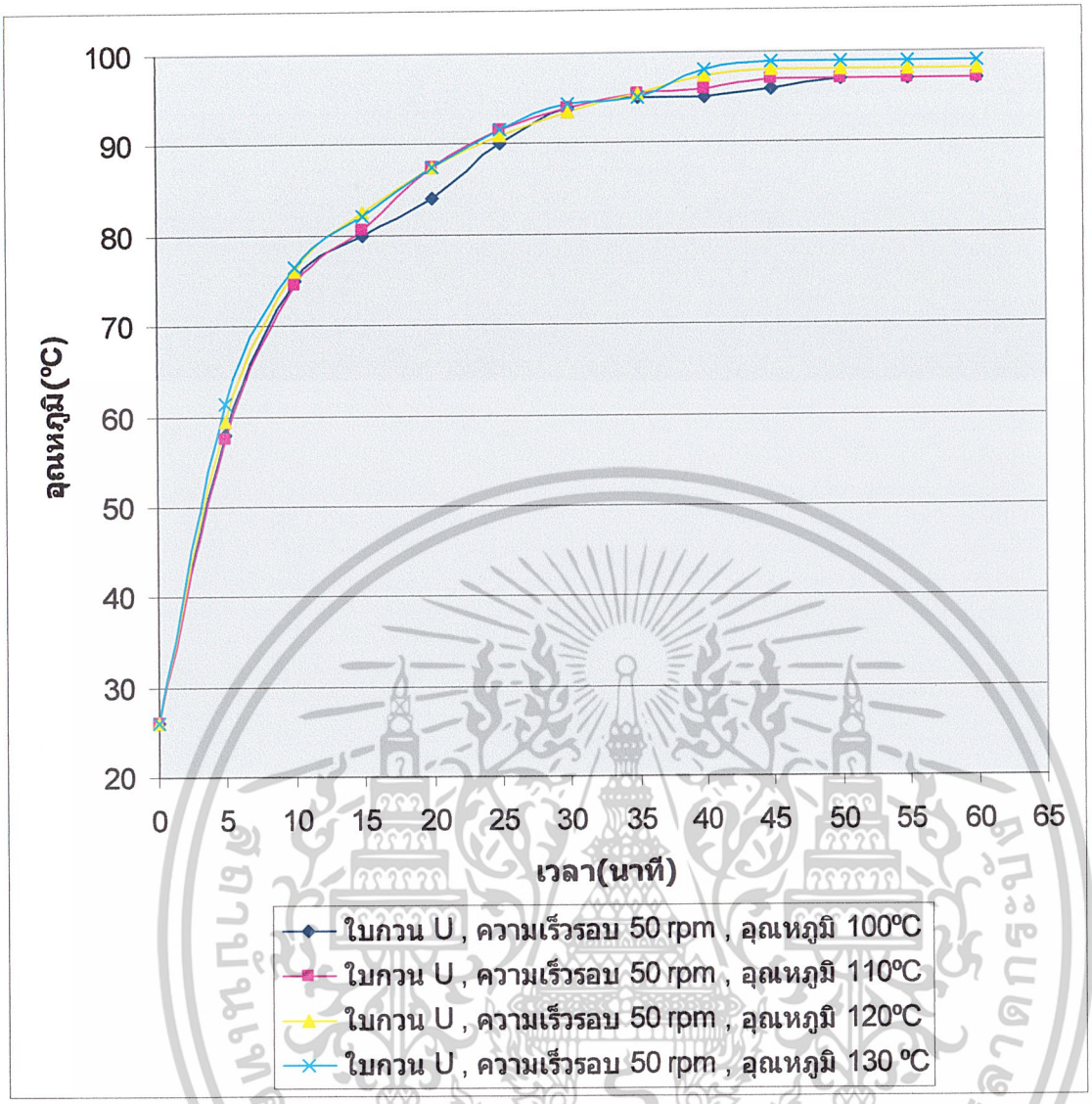
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ เวลาของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่ อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 °C

จากรูปที่ 4.2 จะสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับ เวลาได้ว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิคล้ายกันกับรูปที่ 4.1

ที่สภาวะใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm อุณหภูมิ 100 กับ 110 °C ในช่วงอุณหภูมิเริ่มคงที่จะมีค่าใกล้เคียงกันและที่อุณหภูมิ 120 กับ 130 °C ในช่วงอุณหภูมิเริ่มคงที่จะมีค่าใกล้เคียงกันเช่นกัน

จะสังเกตเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบ 50 rpm (รูปที่ 4.1) อุณหภูมิ 100 กับ 110 °C เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วรอบ 100 rpm (รูปที่ 4.2) อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำกะทิที่ความเร็วรอบ 100 rpm จะมีค่าน้อยกว่าเพราะมีการระบายความร้อนที่มากกว่า

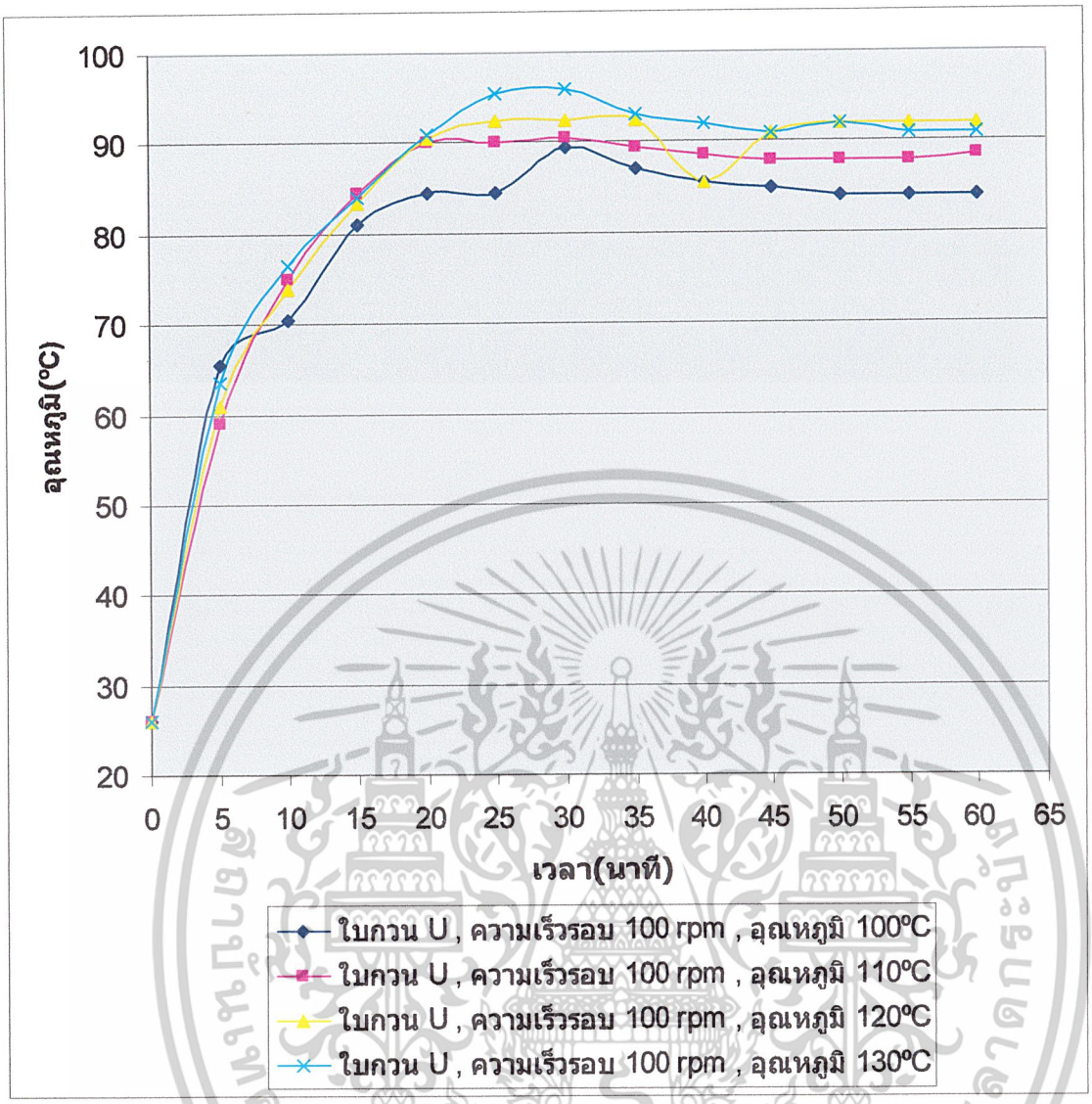
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ เวลาของใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm อุณหภูมิ 100 , 110 , 120 , 130 °C

จากรูปที่ 4.3 จะสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับ เวลาได้ว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิคล้ายกันกับรูปที่ 4.1 และรูป 4.2 จะสังเกตเห็นได้ว่าการทดลองที่อุณหภูมิต่างๆของสภาวะนี้อุณหภูมิสุดท้ายมีค่าใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ เวลาของใบกวนรูปตัวU ความเร็วรอบ 100 rpm อุณหภูมิ 100 , 110 , 120 , 130 ^{0}C

จากกราฟ 4.4 จะสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ กับ เวลาได้ว่า

เมื่อช่วงเวลา 0-25 นาที เส้นกราฟมีความชันมาก

ช่วงเวลา 25-60 นาที เส้นกราฟเริ่มคงที่

จากความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ เวลาทั้งหมดสังเกตได้ว่า รูปที่ 4.4 เส้นกราฟเริ่มคงที่ในช่วงเวลาที่สั้นที่สุด เมื่อเทียบกับรูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ที่อุณหภูมิ 100 °C ในช่วงเวลา 12-15 นาที จะมี slope ต่ำที่สุด แสดงถึงการเพิ่มอุณหภูมิช้าที่สุด

ที่อุณหภูมิน้ำมันที่ 100 °C จะได้อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำกะทิเท่ากับ 84 °C

ที่อุณหภูมิน้ำมันที่ 110 °C จะได้อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำกะทิเท่ากับ 88.5 °C

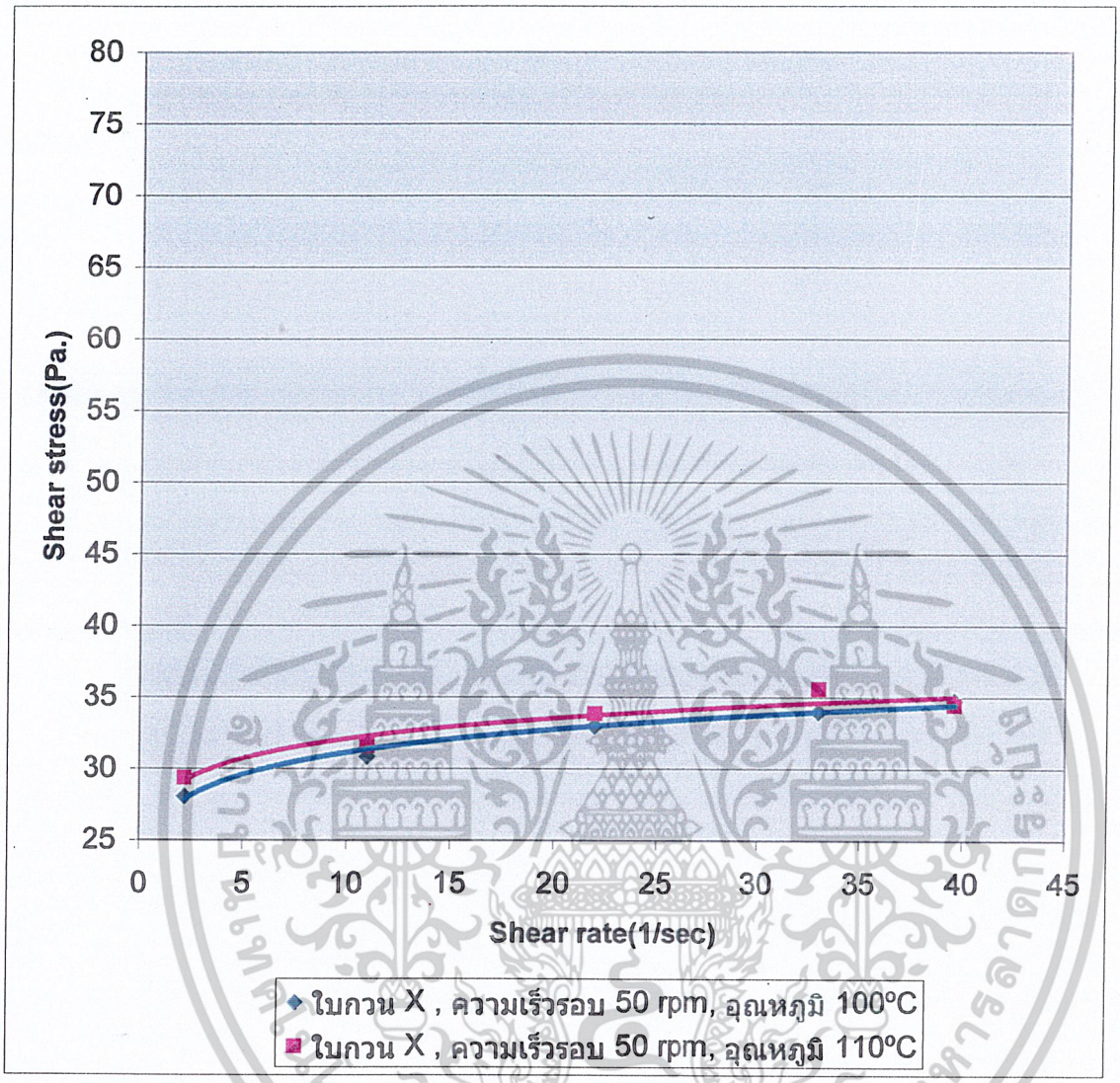
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ที่อุณหภูมิน้ำมันที่ 120 ºC กับ 130 ºC จะได้อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำกะทิที่มีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 92 ºC

จากรูปที่ 4.1-4.4 จะสังเกตเห็นได้ว่าการใช้ใบกวนรูปตัว U และความเร็วรอบ 100 rpm นั้น จะทำให้อุณหภูมิของน้ำกะทิเพิ่มขึ้นเร็วที่สุดและยังไม่เกิดปัญหาเรื่องการไหม้ของน้ำกะทิด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

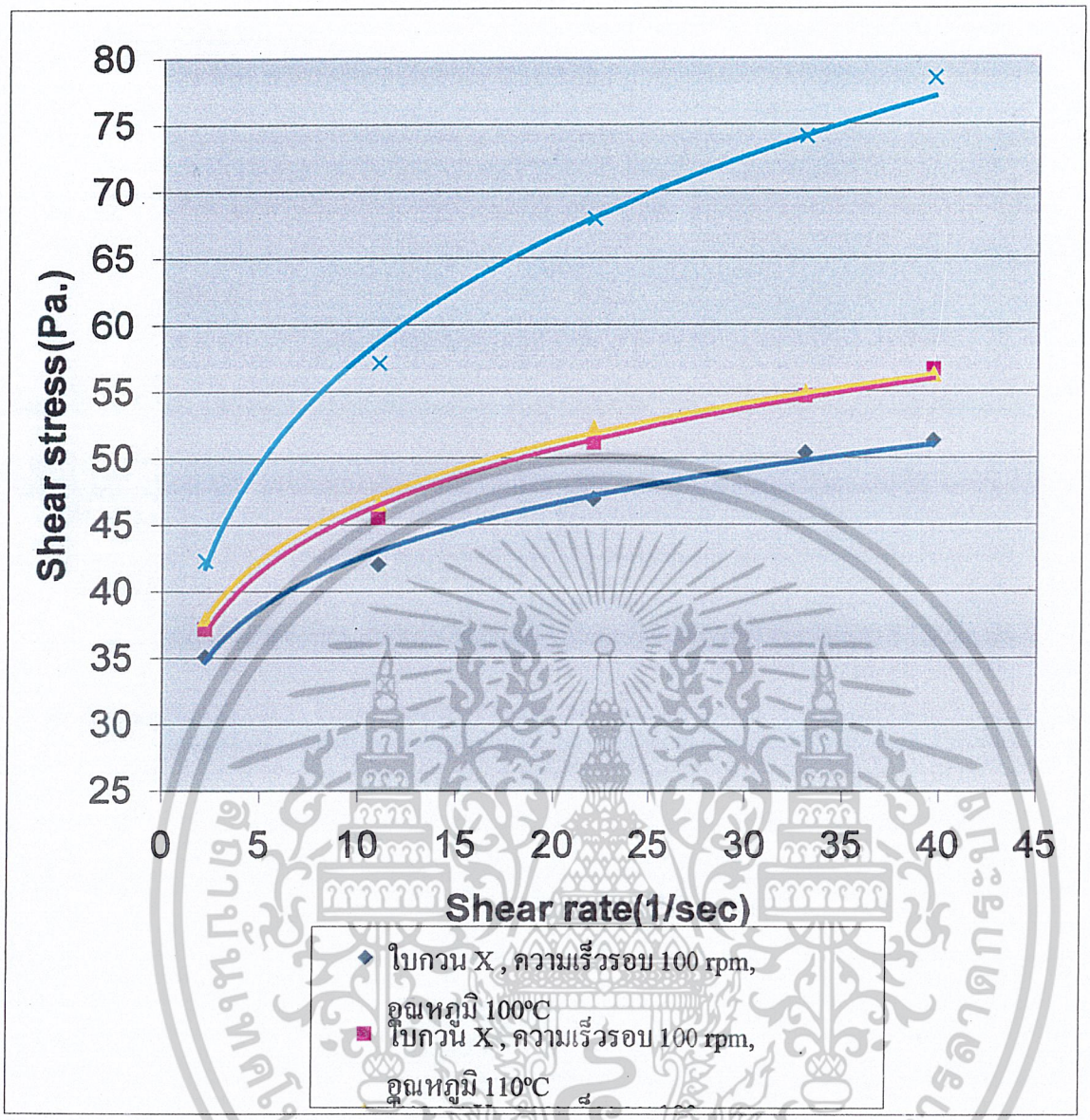
4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress ของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110 °C

ที่สภาวะใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110 °C มีค่า Shear rate อยู่ในช่วง 2.2 -39.6 1/sec และมีค่า Shear stress อยู่ในช่วง 28-35.6 Pa.ทั้งสองสภาวะนี้มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนค่า n และ k แสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

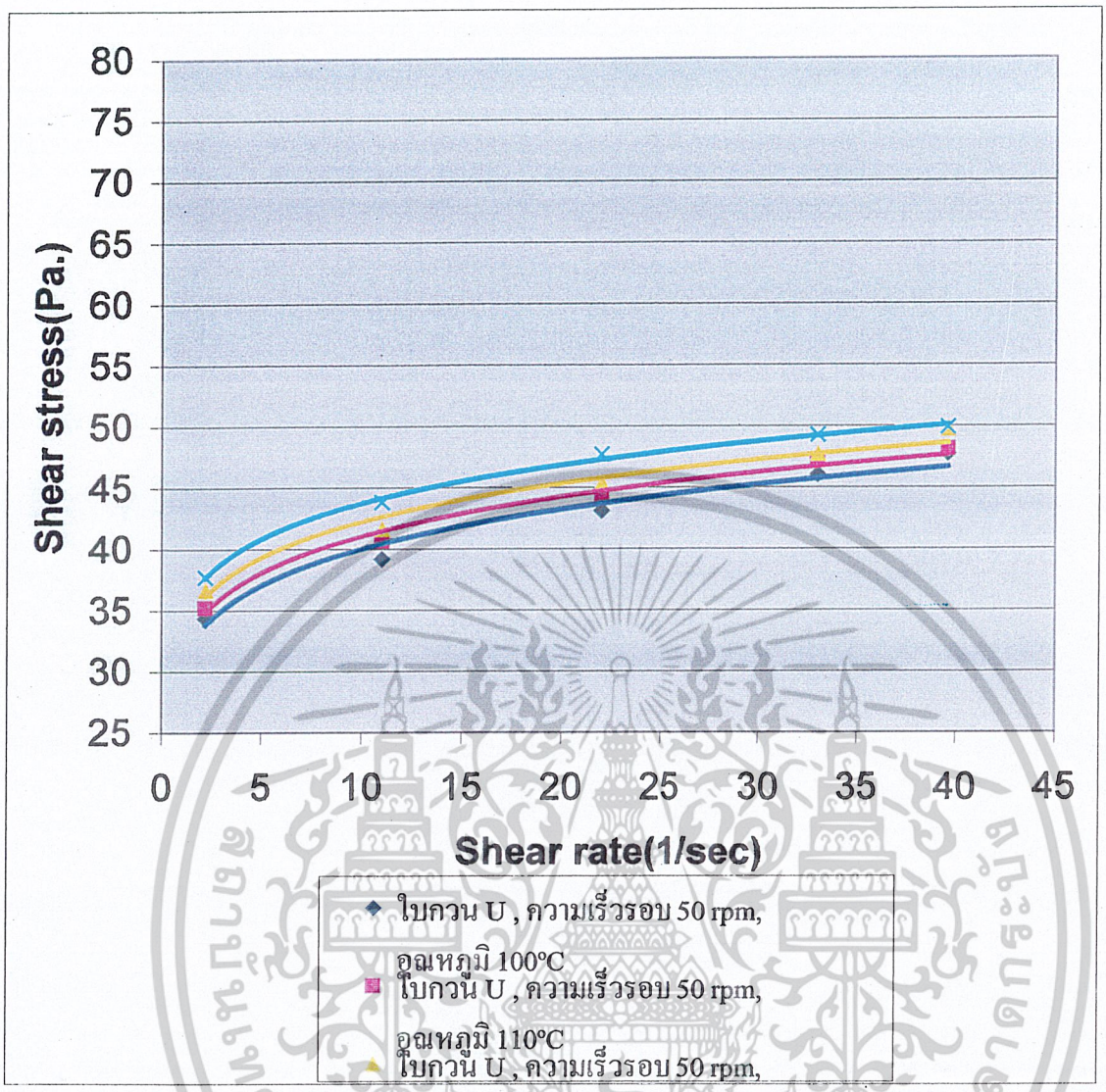


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress ของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 °C

ที่สภาวะใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120 °C มีค่า Shear rate อยู่ในช่วง 2.2 - 39.6 1/sec และมีค่า Shear stress อยู่ในช่วง 35 - 47 Pa. แต่ที่อุณหภูมิ 130 °C มีค่า Shear stress ที่แตกต่างกับสภาวะอื่น อยู่ในช่วง 42 - 79 Pa. จะเห็นได้ชัดว่ามีค่า Shear stress สูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด

ส่วนค่า n และ k แสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

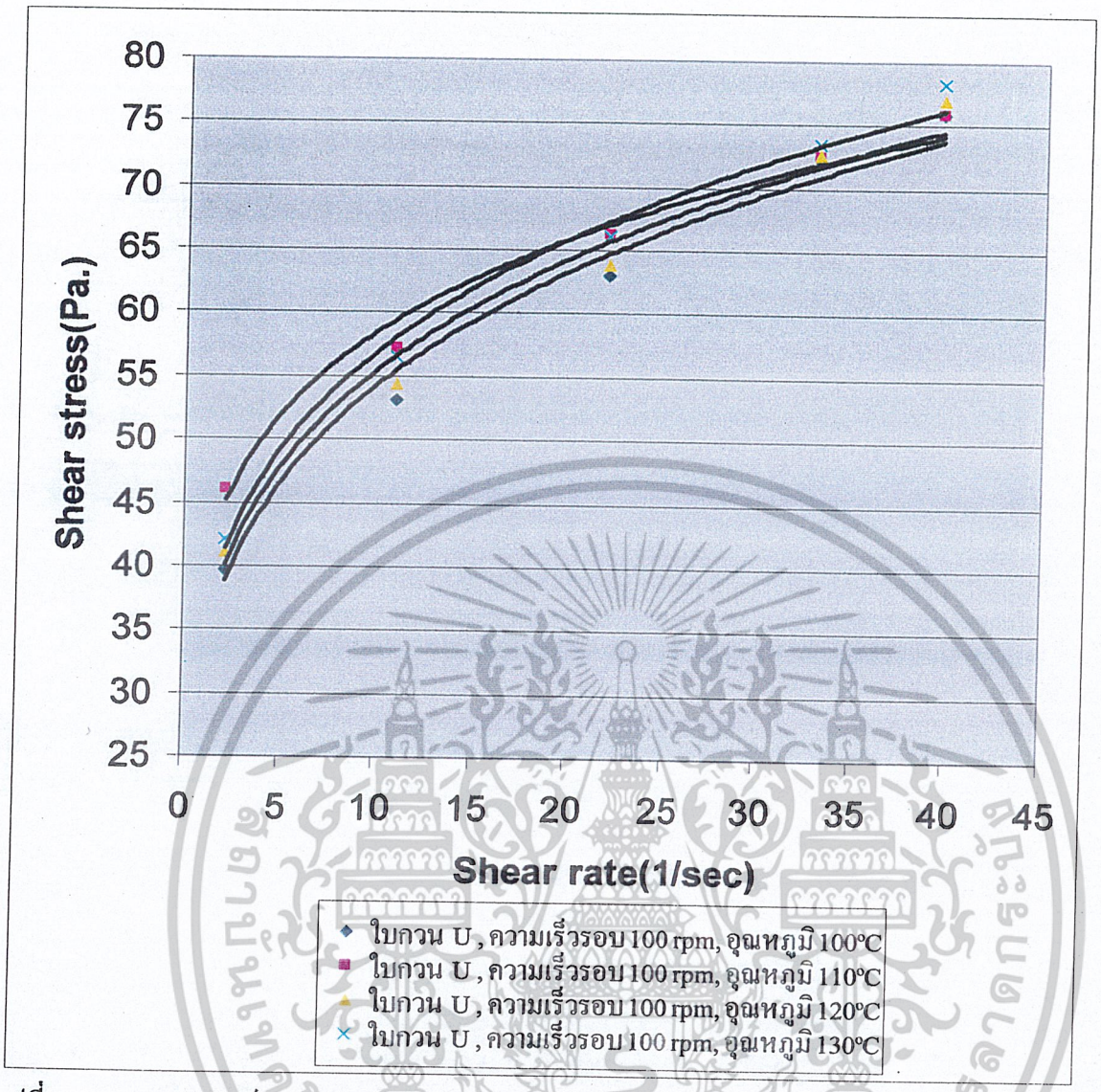


รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress ใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 °C

ที่สภาวะใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 °C มีค่า Shear rate อยู่ในช่วง 2.2 - 39.6 1/sec และมีค่า Shear stress อยู่ในช่วง 34 - 50 Pa. ทุกสภาวะมีค่าใกล้เคียงกัน

ส่วนค่า n และ k แสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

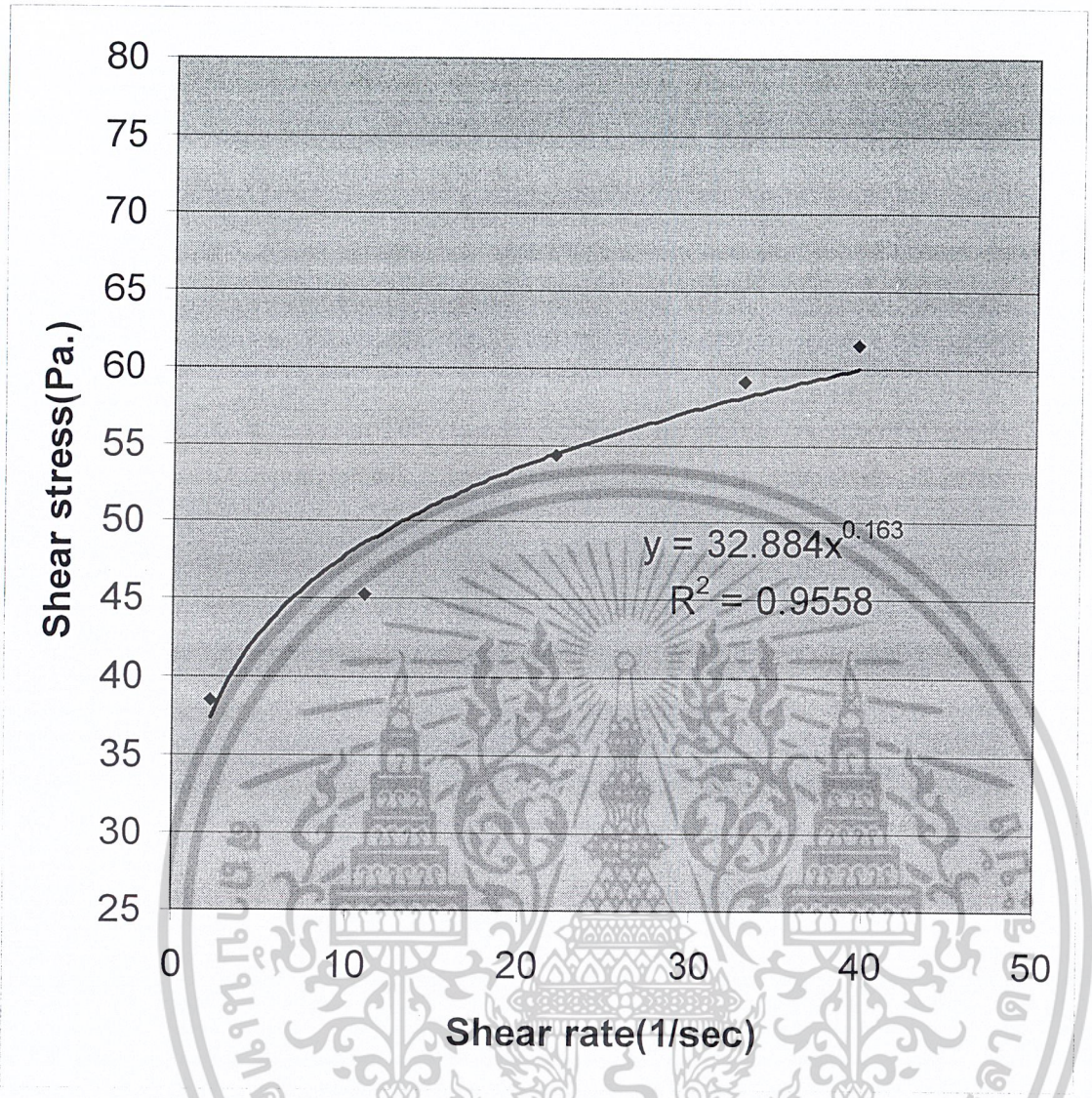


รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress ของใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 °C

ที่สภาวะใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120 °C มีค่า Shear rate อยู่ในช่วง 2.2 -39.6 1/sec และมีค่า Shear stress อยู่ในช่วง 39 – 77.1 Pa. แต่ที่อุณหภูมิ 130 °C มีค่า Shear stress ที่แตกต่างกับสภาวะอื่น อยู่ในช่วง 42 – 78.3 Pa.

ส่วนค่า n และ k แสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress ของน้ำกะทิเข้มข้นของห้องตลาด n เท่ากับ 0.163 k เท่ากับ 32.884 และ ความหนืด เท่ากับ 1.522 Nsm^{-2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.1 แสดงค่า n, k และ R^2 ของทุกสภาวะ

สภาวะ	n	k	R^2
ใบกวน X , ความเร็วรอบ 50 , อุณหภูมิ 100°C	0.0734	26.303	0.9863
ใบกวน X , ความเร็วรอบ 50 , อุณหภูมิ 110°C	0.0634	27.743	0.9329
ใบกวน X , ความเร็วรอบ 50 , อุณหภูมิ 120°C			
ใบกวน X , ความเร็วรอบ 50 , อุณหภูมิ 130°C			
ใบกวน X , ความเร็วรอบ 100 , อุณหภูมิ 100°C	0.1333	31.248	0.9916
ใบกวน X , ความเร็วรอบ 100 , อุณหภูมิ 110°C	0.1450	32.325	0.9936
ใบกวน X , ความเร็วรอบ 100 , อุณหภูมิ 120°C	0.1372	33.969	0.9977
ใบกวน X , ความเร็วรอบ 100 , อุณหภูมิ 130°C	0.2119	35.360	0.9950
ใบกวน U , ความเร็วรอบ 50 , อุณหภูมิ 100°C	0.1113	30.990	0.9706
ใบกวน U , ความเร็วรอบ 50 , อุณหภูมิ 110°C	0.1083	32.006	0.9876
ใบกวน U , ความเร็วรอบ 50 , อุณหภูมิ 120°C	0.1023	33.399	0.9768
ใบกวน U , ความเร็วรอบ 50 , อุณหภูมิ 130°C	0.0985	34.879	0.9971
ใบกวน U , ความเร็วรอบ 100 , อุณหภูมิ 100°C	0.2220	32.613	0.9845
ใบกวน U , ความเร็วรอบ 100 , อุณหภูมิ 110°C	0.1716	39.450	0.9826
ใบกวน U , ความเร็วรอบ 100 , อุณหภูมิ 120°C	0.2137	33.959	0.9832
ใบกวน U , ความเร็วรอบ 100 , อุณหภูมิ 130°C	0.2108	35.084	0.9914

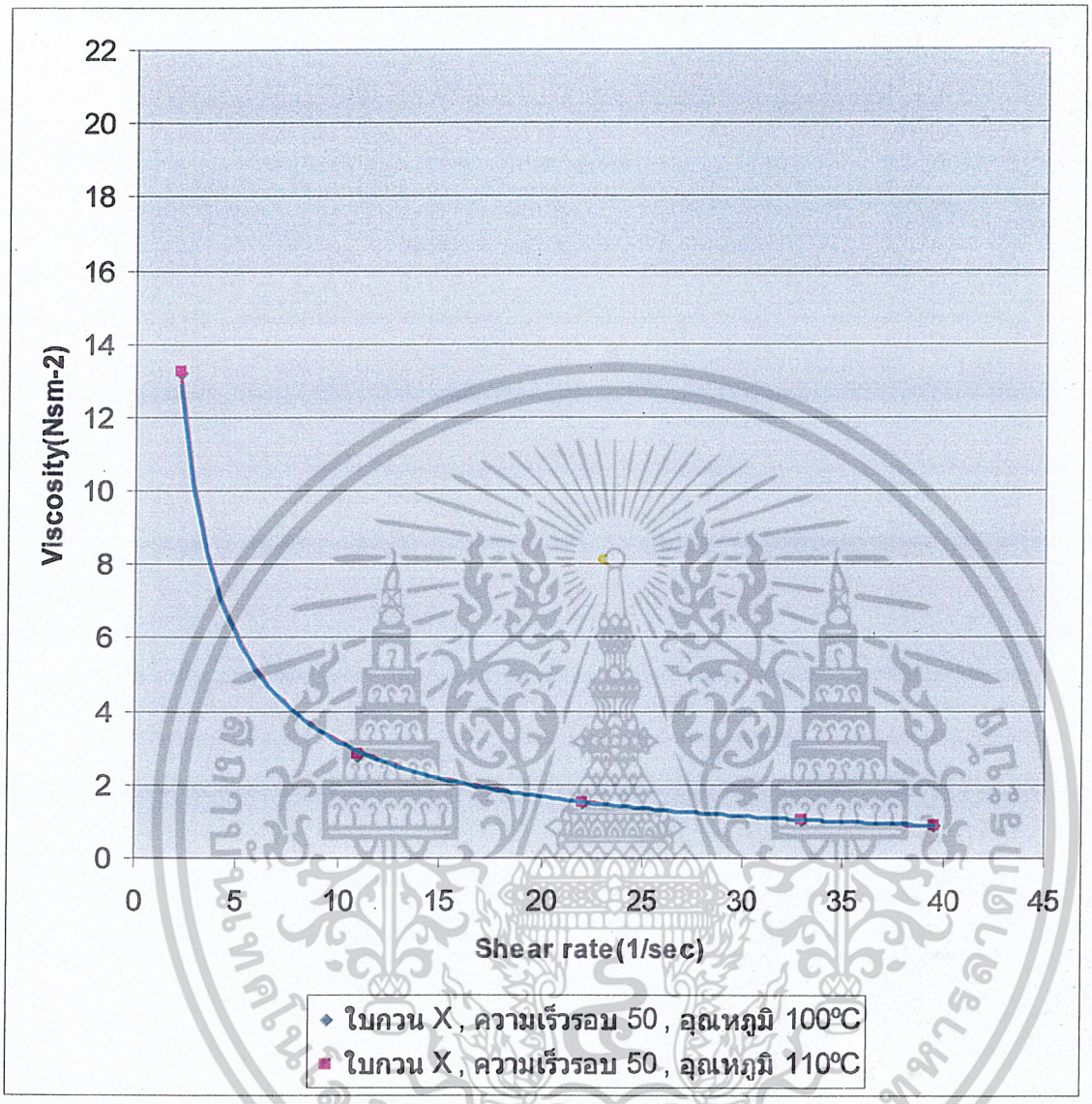
จากทฤษฎีในหัวข้อที่ 2.10 ค่า power law index จะมีความสัมพันธ์ส่งให้ทราบถึงลักษณะของของเหลว และตารางด้านบนนี้ ค่า n ของทุกสภาวะมีค่าน้อยกว่า 1 ทุกสภาวะ เพราะฉะนั้น น้ำกะทิเป็นของเหลวแบบ pseudoplastic

ตารางที่ 4.1 เมื่อใช้ใบกวนชนิดเดียวกัน เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า k เพิ่มขึ้น และยกเว้นสภาวะใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm อุณหภูมิ 110 °C มีค่า k สูงสุด จะเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบที่มากกว่าจะทำให้ค่า n มีมากตามไปด้วยแสดงว่าอัตราการเพิ่มความหนืดมากด้วย

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าค่า k ในสภาวะใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะอื่นและในสภาวะใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm จะมีค่า n มากที่สุดแสดงว่าในสภาวะนี้จะทำให้มีการเพิ่มความหนืดของของเหลวเพิ่มเร็วที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **4.3 การวิเคราะห์กราฟ Viscosity กับ shear rate**



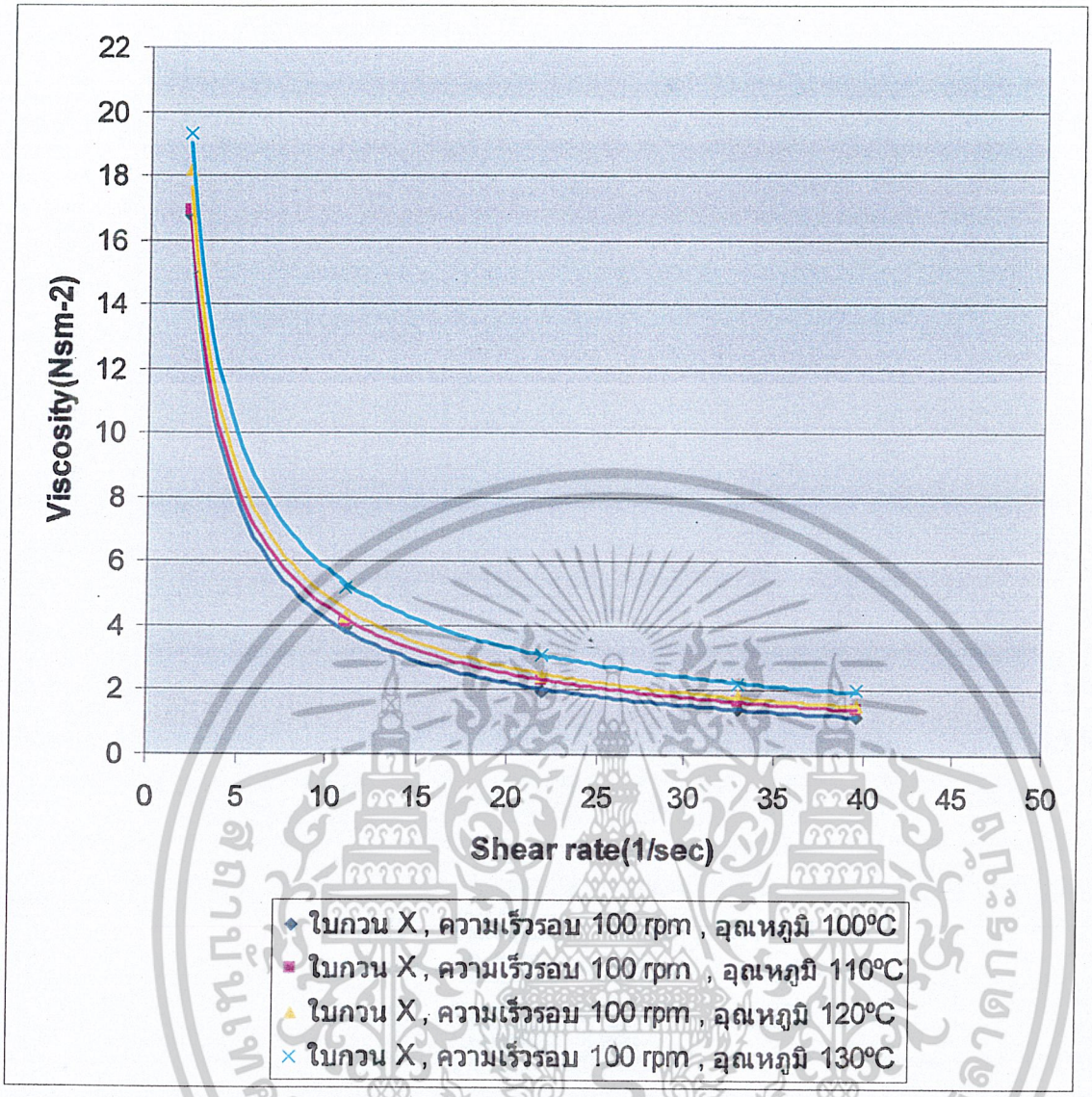
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity ของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110 °C

จากรูปที่ 4.10 จะสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของ Shear rate กับ Viscosity ได้ว่า เมื่อค่า Shear rate เพิ่มขึ้น ค่า Viscosity ก็จะลดลง เมื่อ

Shear rate เพิ่มขึ้นในช่วง 2.2-11 1/sec ค่า Viscosity มีการลดลงอย่างรวดเร็ว

Shear rate เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 11 1/sec ขึ้นไป ค่า Viscosity มีการลดลงอย่างช้าๆ จนเกือบคงที่ จากทั้งสองสภาวะความหนืดสุดท้ายมีค่าใกล้เคียงกัน ความหนืดสุดท้ายที่ shear rate เท่ากับ 39.6 1/sec มีค่าความหนืดเท่ากับ 0.8995-0.9145 Nsm^{-2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

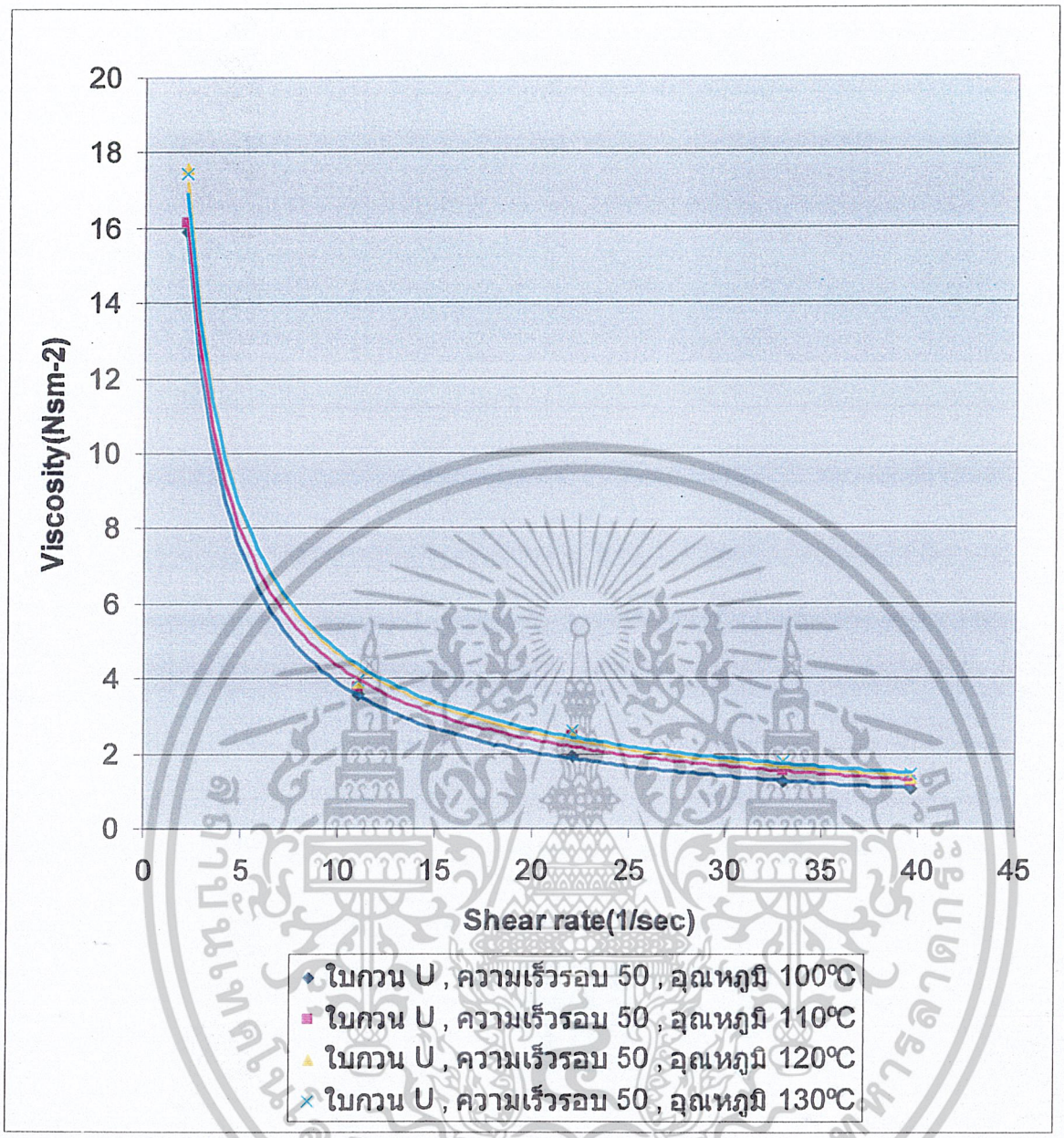


รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity ของใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100 , 110 , 120 , 130 °C

จากรูปที่ 4.11 จะสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของ Shear rate กับ Viscosity ได้ว่าเมื่ออุณหภูมิของการทดลองเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า Viscosity เพิ่มขึ้น

เนื่องจากความชันของกราฟที่อุณหภูมิ 100 °C มากกว่าที่อุณหภูมิ 130 °C ที่ช่วงเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลง Shear rate ที่อุณหภูมิ 130 ^{0}C มีการเปลี่ยนแปลง Viscosity น้อยกว่าที่อุณหภูมิ100°C แสดงว่าน้ำกะทิมีความคงตัวมากกว่า ใบกวนชนิด X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C จะเห็นได้ว่าค่าความหนืดสุดท้ายที่ shear rate เท่ากับ 39.6 1/sec มีค่าความหนืดเท่ากับ 1.21225 Nsm^{-2} เป็นค่าที่ต่ำที่สุดและที่อุณหภูมิ 130 °C มีค่า ความหนืดเท่ากับ 2.022 Nsm^{-2} มีค่าที่สูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

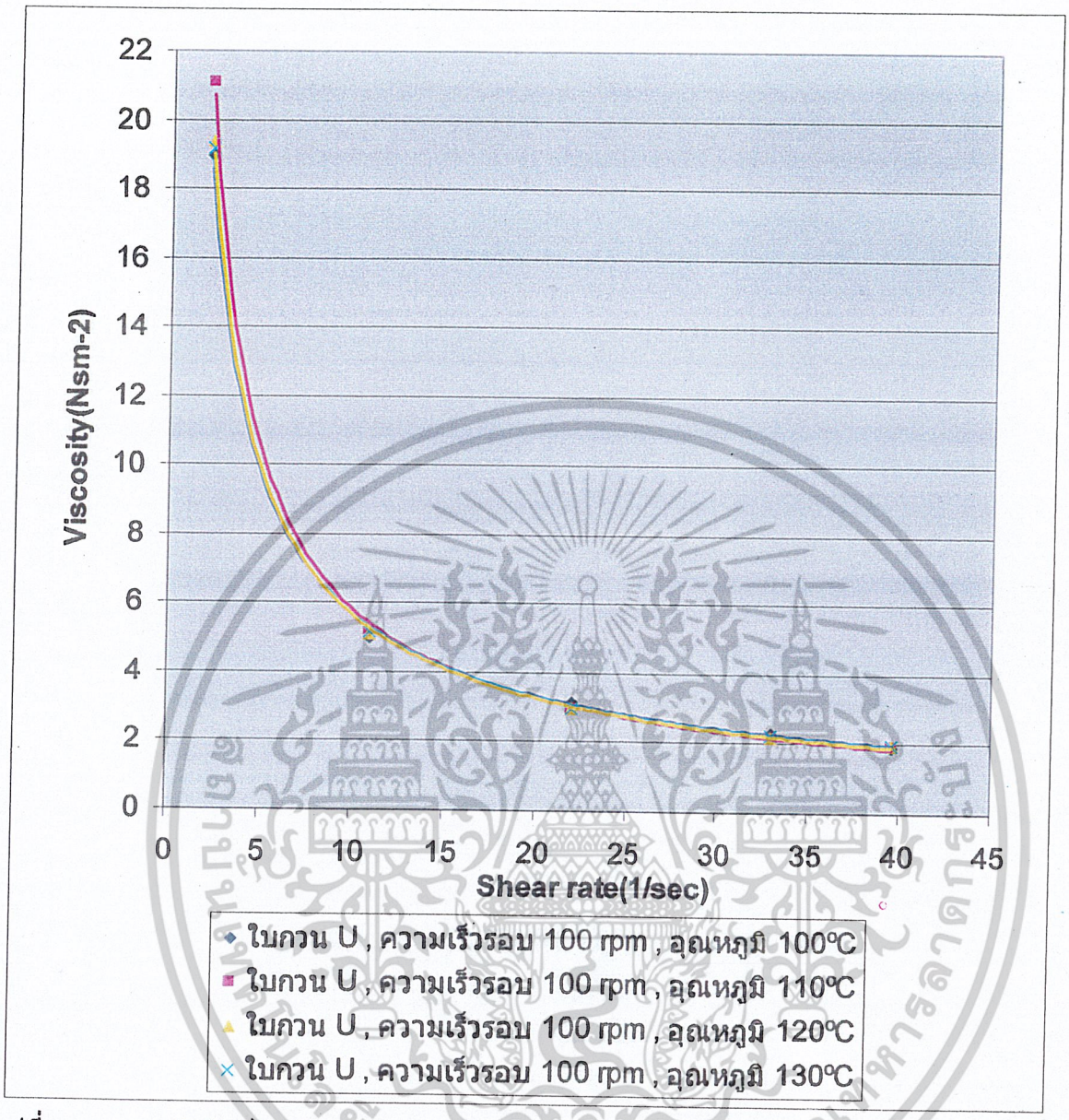


รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity ของใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 °C

จากรูปที่ 4.12 จะสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของ Shear rate กับ Viscosity ได้ว่าเมื่ออุณหภูมิของการทดลองเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า Viscosity เพิ่มขึ้น

ช่วงเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลง Shear rate มีทำนองเดียวกันกับรูปที่ 4.11 ใบกวนชนิด U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C จะเห็นได้ว่าค่าความหนืดสุดท้ายที่ shear rate เท่ากับ 39.6 1/sec มีค่าความหนืดเท่ากับ 1.086 Nsm^{-2} เป็นค่าที่ต่ำที่สุดและที่อุณหภูมิ 130 °C มีค่า ความหนืดเท่ากับ 1.4592 Nsm^{-2} มีค่าที่สูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity ของใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130°C

จากรูปที่ 4.13 จะเห็นได้ช่วงเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลง Shear rate มีลักษณะใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าอัตราการเปลี่ยนแปลง Viscosity ใกล้เคียงกัน เส้นกราฟมีค่าใกล้เคียงกันมากของใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100, 110, 120, 130 °C จะเห็นได้ว่าค่าความหนืดสุดท้ายที่ shear rate เท่ากับ 39.6 1/sec มีค่าความหนืดสุดท้ายใกล้เคียงกันมากอยู่ระหว่าง 1.899-1.9935 Nsm^{-2}

หมายเหตุ : กราฟทั้งหมด แสดงอยู่ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม STATGRAPHICS

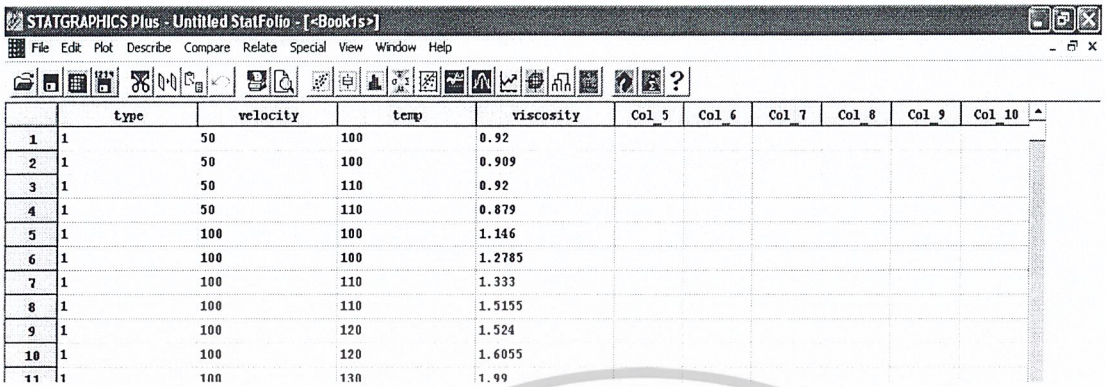
1. นำผลการทดลองมาสร้างตารางใน Microsoft Excel กำหนดให้ ใบกวนแทนคำว่า type และ มี 2 ชนิด ใช้เป็นตัวเลข 1 คือ ใบกวนรูปตัว X กับ ตัวเลข 2 คือ ใบกวนรูปตัว U ส่วนความเร็วรอบ กำหนดให้เป็น velocity มีอยู่ 2 ความเร็วรอบ คือ 50 rpm กับ 100 rpmและ อุณหภูมิมี 4 ค่า คือ 100, 110, 120, 130 ºC และนำค่าความหนืดที่วัดได้จากเครื่อง Brookfield มาใส่ลงในตารางทั้งหมดเป็นไปตามตารางนี้

ตารางที่ 4.2 การนำข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม STATGRAPHICS

ใบกวน	ความเร็วรอบ(rpm)	อุณหภูมิ(ºC)	ความหนืด(Nsm^{-2})
1	50	100	0.92
1	50	100	0.909
1	50	110	0.92
1	50	110	0.879
1	100	100	1.146
1	100	100	1.2785
1	100	110	1.333
1	100	110	1.5155
1	100	120	1.524
1	100	120	1.6055
1	100	130	1.99
1	100	130	2.054
2	50	100	1.086
2	50	100	1.086
2	50	110	1.214
2	50	110	1.257
2	50	120	1.3605
2	50	120	1.36
2	50	130	1.56
2	50	130	1.3585
2	100	100	1.9405
2	100	100	1.9355
2	100	110	2.0185
2	100	110	1.7795
2	100	120	1.967
2	100	120	1.968
2	100	130	1.978
2	100	130	2.009

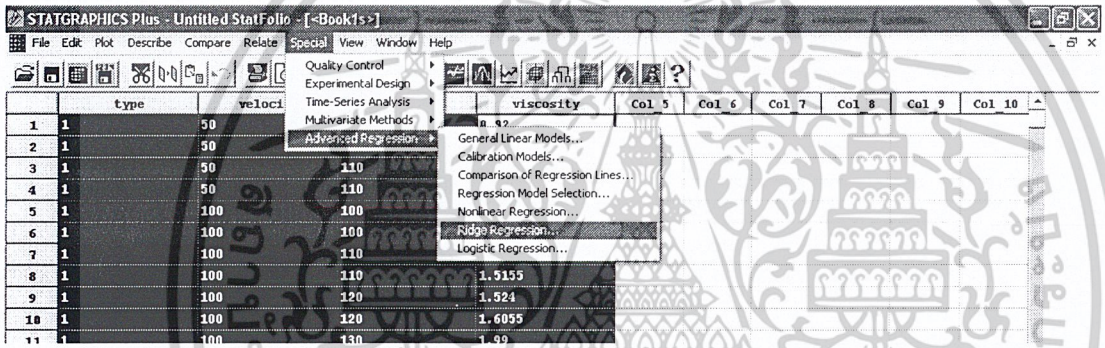
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำตารางที่สร้างขึ้นมานำไปใส่ไว้ในโปรแกรม STATGRAPHICS

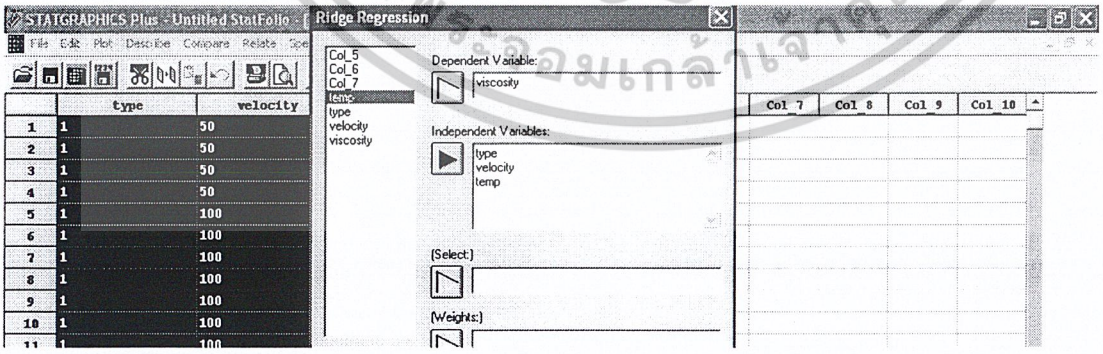


	type	velocity	temp	viscosity	Col_5	Col_6	Col_7	Col_8	Col_9	Col_10
1	1	50	100	0.92						
2	1	50	100	0.909						
3	1	50	110	0.92						
4	1	50	110	0.879						
5	1	100	100	1.146						
6	1	100	100	1.2785						
7	1	100	110	1.333						
8	1	100	110	1.5155						
9	1	100	120	1.524						
10	1	100	120	1.6055						
11	1	100	130	1.99						

3. เลือกที่ tap bar โดยคลิ๊กไปที่ special ⟶ Advanced regression ⟶ Ridge regression

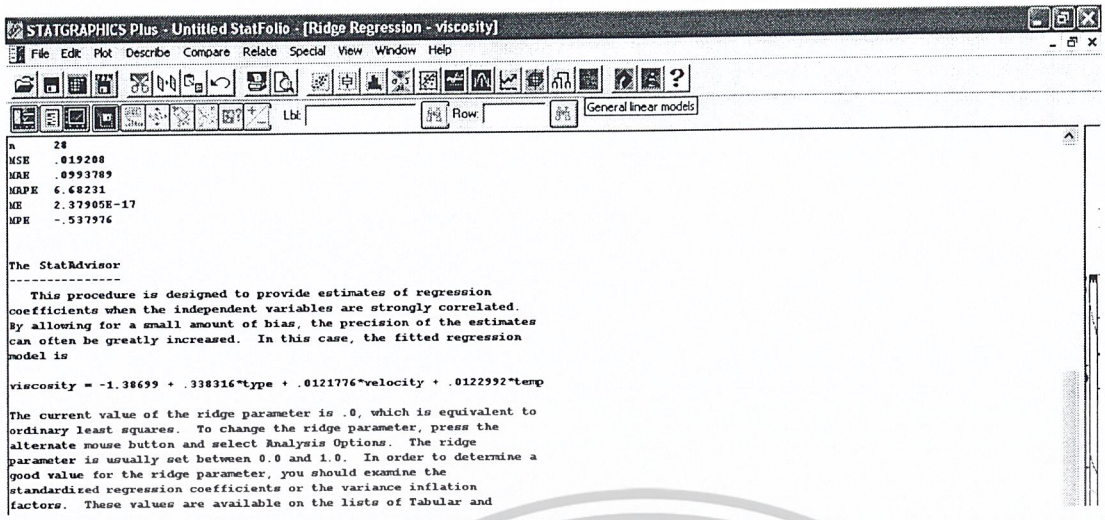


4. จากนั้นจะปรากฏคำสั่งให้ใส่กำหนดค่าตัวแปรควบคุม ซึ่งจะเป็นค่าของความหนืดและ ตัวแปรอิสระจะมี 3 ค่าด้วยกัน คือ ความเร็วรอบ ลักษณะใบกวน อุณหภูมิ



5. เมื่อกด ok. หน้าจอจะแสดงผลออกมาเป็นรูปแบบของสมการความสัมพันธ์ระว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



6. จากนั้นเราจะใส่ข้อมูลลงไปลักษณะเดิมอีกครั้ง แต่จะไม่ใส่ค่าของ ความหนืด viscosity เพื่อให้โปรแกรมประมวลผลจากสมการความหนืดออกมา

ค่าความหนืดในท้องตลาด = (-1.38699) + (0.338316*ใบกวน) + (0.0121776 * ความเร็วรอบในการกวน) + (0.0122992 * อุณหภูมิ)

และค่า R-Squared =89.4523 เปอร์เซนต์ แล้วนำค่าความหนืดที่ได้มาใหม่ไปเปรียบเทียบกับค่าความหนืดในท้องตลาดมีค่าเท่ากับ 1.55425 (Nsm^{-2}) ซึ่งค่าใดใกล้เคียงกัน ค่านั้น หรือ สภาวะนั้นจะมีความเหมาะสมที่สุดพบว่าที่สภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ ที่อุณหภูมิ 110 ℃ ความเร็วรอบ 100 rpm และใช้ใบกวนชนิด X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	50	100	0.790132
1	50	100	0.790132
1	50	110	0.913124
1	50	110	0.913124
1	100	100	1.39901
1	100	100	1.39901
1	100	110	1.522
1	100	110	1.522
1	100	120	1.64499
1	100	120	1.64499
1	100	130	1.76799
1	100	130	1.76799
2	50	100	1.12845
2	50	100	1.12845
2	50	110	1.25144
2	50	110	1.25144
2	50	120	1.37443
2	50	120	1.37443
2	50	130	1.49742
2	50	130	1.49742
2	100	100	1.73733
2	100	100	1.73733
2	100	110	1.86032
2	100	110	1.86032
2	100	120	1.98331
2	100	120	1.98331
2	100	130	2.1063
2	100	130	2.1063

↔ ที่สภาวะ ใบกวนตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm อุณหภูมิ 110 °C

ภายใน 1 ชั่วโมง ค่าความหนืดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความหนืดน้ำกะทิเข้มข้นตามท้องตลาด มีค่าใกล้เคียงที่สภาวะใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm อุณหภูมิ 110 °C สังเกตเห็นได้ว่าที่สภาวะใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm อุณหภูมิ 130 °C ให้ค่าความหนืดมากที่สุด เท่ากับ 2.1063 Nsm^{-2} ดังนั้นถ้าต้องการน้ำกะทิเข้มข้นที่มีค่าความหนืดเท่ากับ 1.522 Nsm^{-2} หรือสภาวะตามท้องตลาด สามารถใช้ใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm อุณหภูมิ 130 °C ซึ่งจะใช้เวลาในการทำน้ำกะทิเข้มข้นน้อยกว่าที่สภาวะอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3 ความหนืดและเปอร์เซนต์น้ำที่ระเหยไป ที่สภาวะต่างๆ

ใบกวน	ความเร็วรอบ(rpm)	อุณหภูมิ(°C)	ความหนืด(Nsm^{-2})ที่shear rate 39.6 1/sec	%น้ำที่ระเหย
ตัวX	50	100	0.9145	7.075
ตัวX	50	110	0.8995	8.25
ตัวX	100	100	1.21225	10.12
ตัวX	100	110	1.42425	12.345
ตัวX	100	120	1.56475	18.825
ตัวX	100	130	2.022	24.65
ตัวU	50	100	1.086	5.1
ตัวU	50	110	1.2355	6.525
ตัวU	50	120	1.36025	18.1
ตัวU	50	130	1.45925	19.9
ตัวU	100	100	1.938	16.12
ตัวU	100	110	1.899	17.37
ตัวU	100	120	1.9675	22.95
ตัวU	100	130	1.9935	25.79

เมื่อเปรียบเทียบใบกวนรูปตัว X กับใบกวนรูปตัว U ที่ความเร็วรอบ 50 rpm % น้ำที่ระเหยไปของใบกวนรูปตัว X จะมีค่าการระเหยมากกว่าใบกวนรูปตัว U แต่ถ้าที่ความเร็วรอบ 100 rpm ใบกวนรูปตัว X จะมีค่าการระเหยน้อยกว่าใบกวนรูปตัว U เนื่องจากใบกวนรูปตัว X เหมาะกับที่ ความเร็วรอบ 50 rpm และใบกวนรูปตัว U เหมาะกับที่ความเร็วรอบ 100 rpm สำหรับใบกวนแต่ละชนิด เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น % การระเหยก็จะมากขึ้นตามไปด้วย

ใบกวนรูปตัว X ที่ความเร็วรอบ 50 rpm จะให้ค่าความหนืดน้อยกว่าใบกวนรูปตัว U ใบกวนรูปตัว X ที่ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C, 110 °C และ 120 °C จะมีค่าความหนืดน้อยกว่าใบกวนรูปตัว U แต่ที่อุณหภูมิ 130 °C ใบกวนรูปตัว X จะให้ค่าความหนืดที่ใกล้เคียงกัน สภาวะต่าง ๆจะมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นยกเว้น (1) ที่ความเร็วรอบ 50 rpm ใบกวนรูปตัว X (2) ความเร็วรอบ 100 rpmใ บกวนรูปตัว U จะให้แนวโน้มของความหนืดลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นเพราะการทดลองจะมีความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. จากความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่สภาวะ ใบกวนรูปตัว U ที่ความเร็วรอบ 100 rpm และ อุณหภูมิ 130 ºC จะใช้เวลาในการกวนเพื่อให้ได้ค่าความหนืดตามท้องตลาด เร็วที่สุด แต่ถ้าในเวลา 1 ชั่วโมง ค่าความหนืดจะมีค่าใกล้เคียงกับท้องตลาด ที่สภาวะ ใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm อุณหภูมิ 110 ºC

2. จากความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress จะได้ค่า n, k และ R^2 ดังนี้นสามารถสรุปว่า เมื่อมีการเพิ่มความเร็วรอบของใบกวนจะทำให้ค่า n มีค่ามากขึ้น แสดงว่าอัตราการเพิ่มความหนืดมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มจะทำให้ค่า k มากขึ้นตาม และค่า R^2 จะอยู่ในช่วงระหว่าง 0.9300-0.9911 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ shear stress มีความเป็นเส้นตรงสูง ยังสรุปได้ว่าน้ำกะทิเป็นของเหลวแบบ psuedoplastic เนื่องจากค่า n ของทุกสภาวะมีค่าน้อยกว่า 1

3. น้ำกะทิจะเข้มข้นของท้องตลาดนั้น มีค่า n = 0.163 และค่า k = 32.884 และค่าความหนืด = 1.522 Nsm^{-2}

4. จากความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate กับ viscosity จะสังเกตได้ว่า เมื่อค่า shear rate เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า viscosity ลดลง และยังสามารถแบ่งเป็นช่วงๆ คือ shear rate เท่ากับ 2.2 -11 1/sec ค่า viscosity มีการลดลงอย่างรวดเร็ว และค่า shear rate ตั้งแต่11 1/sec ขึ้นไปมีการลดลงอย่างช้าๆจนเกือบคงที่ แต่สภาวะใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm กับใบกวนรูปตัวU ความเร็วรอบ 50 rpm ช่วงเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลง shear rate ที่อุณหภูมิ 130 ºC กราฟมีความชันน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 100 ºC แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลง viscosity น้อยกว่า ซึ่งกะทิมีความคงตัวมากกว่าสำหรับสภาวะใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm กับใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm มีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกันทุกอุณหภูมิ

5. % น้ำที่รเหยไปมากที่สุด คือ ใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm และอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 130ºC ที่สภาวะใบกวนรูปตัว X ที่ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิต่างๆ จะให้ค่าความหนืดน้อยกว่าใบกวนรูปตัวUใบกวนรูปตัวX ที่ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100 ºC, 110 ºC และ 120 ºC จะให้ค่าความหนืดน้อยกว่าใบกวนรูปตัว U ยกเว้นที่อุณหภูมิ 130 ºC จะให้ค่าความหนืดใกล้เคียง และที่สภาวะต่างๆจะมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ยกเว้นที่ (1) ความเร็วรอบ 50 rpm ใบกวนรูปตัว X (2) ความเร็วรอบ 50 rpmใบกวนรูปตัว U

6. การวิเคราะห์โดยใช้ โปรแกรม State Graphic จะได้สมการความสัมพันธ์ดังนี้ ค่าความหนืดในท้องตลาด = (-1.38699) + (0.338316*ใบกวน) + (0.0121776 * ความเร็วรอบในการกวน) + (0.0122992 * อุณหภูมิ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

ผลการทดลองสภาวะที่ 1 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 100 ๐C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 24 ๐C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 ๐C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.743 kg -----(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.743 - 0.673 - 0.218 = 1.852 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.852 = 0.148 kg.

ตารางที่ 1 A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 1 (ครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (C)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	56	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	74	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	78	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	81	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	83	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	87	เกิดฟองบริเวณกลางหม้อ
35	91	เกิดฟองบริเวณกลางหม้อ
40	91	เริ่มมีรอยไหม้
45	90	มีรอยไหม้เล็กน้อย
50	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
55	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
60	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย

ตารางที่ 1B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 1 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	27.5	13220	288	2.2
	50	29.0	2765	316	11.0
	100	30.8	1555	333	22.0
	150	33.0	1085	347	33.0
	180	33.9	928	353	39.6
2	10	27.2	13197	287	2.2
	50	29.6	2889	305	11.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	100	30.8	1545	332	22.0
	150	33.1	1069	343	33.0
	180	34.5	912	348	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 1 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 100 ๐C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 25 ๐C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ๐C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.675 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.675 – 0.673 = 2.002 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.756 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.756 - 0.673 - 0.218 = 1.865 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.865 = 0.135 kg.

ตารางที่ 1 A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 1 (ครั้งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (C)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	55	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	74	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	78	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	81	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	84	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	88	เกิดฟองบริเวณกลางหม้อ
35	91	เกิดฟองบริเวณกลางหม้อ
40	91	เริ่มมีรอยไหม้
45	90	มีรอยไหม้เล็กน้อย
50	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
55	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
60	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย

ตารางที่ 1B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 1 (ครั้งที่ 2)

- อุณหภูมิห้อง = 25 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	21.5	13345	275	2.2
	50	29.2	2608	308	11.0
	100	32.8	1455	327	22.0
	150	33.5	1085	335	33.0
	180	34.2	915	342	39.6
2	10	25.2	13003	273	2.2
	50	27.3	2842	305	11.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	100	29.8	1435	328	22.0
	150	31.5	1023	335	33.0
	180	32.7	903	348	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 2 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 110 °C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 22 °C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 23 °C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.722 kg -------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.722 - 0.673 - 0.218 = 1.831 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.831 = 0.169 kg.

ตารางที่ 2A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 2 (ครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (C)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	57	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	76	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	80	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	80	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	83	เกิดฟองบริเวณกลางหม้อ
30	88	เกิดฟองบริเวณกลางหม้อ
35	92	เกิดฟองบริเวณกลางหม้อ
40	92	เริ่มมีรอยไหม้
45	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
50	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
55	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
60	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย

ตารางที่ 2B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 2 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	22.0	13485	297	2.2
	50	30.5	2918	321	11.0
	100	32.4	1555	342	22.0
	150	33.9	1085	356	33.0
	180	34.9	928	365	39.6
2	10	27.7	13197	296	2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	50	30.1	2889	317	11.0
	100	32.1	1545	340	22.0
	150	33.5	1069	354	33.0
	180	34.2	912	359	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 2 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 110 ๐C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 22 ๐C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 23 ๐C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.730 kg -------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.730 - 0.673 - 0.218 = 1.839 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.839 = 0.161 kg.

ตารางที่ 2 A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 2 (ครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (C)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	58	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	77	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	80	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	81	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	83	เกิดฟองบริเวณกลางหม้อ
30	88	เกิดฟองบริเวณกลางหม้อ
35	91	เริ่มมีรอยไหม้
40	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
45	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
50	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
55	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
60	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย

ตารางที่ 2B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 2 (ครั้งที่ 2)

- อุณหภูมิห้อง = 25 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	25.7	13375	297	2.2
	50	27.0	2868	316	11.0
	100	29.8	1396	342	22.0
	150	30.8	1017	367	33.0
	180	31.5	876	310	39.6
2	10	26.7	13003	285	2.2
	50	30.5	2565	310	11.0
	100	31.1	1557	331	22.0
	150	32.3	1103	347	33.0
	180	35.7	882	344	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 3 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 120 ̊C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 24 ̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 ̊C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = kg ------- (x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 0.673 - 0.218

ตารางที่ 3A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 3 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	67	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	85	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
15	95	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
20	98	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
25	100	เกิดการไหม้ และ กะทิเป็นก้อน
30	100	เกิดการไหม้ และ กะทิเป็นก้อน
35	100	เกิดการไหม้ และ กะทิเป็นก้อน

<u>หมายเหตุ</u> น้ำกะทิไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากเกิดการไหม้ และ เป็นก้อนจึงไม่สามารถเขียนผลการทดลองในตาราง B ได้

<u>ผลการทดลองสภาวะที่ 3 (ครั้งที่ 2)</u>

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 120 Ċ
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 24 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 Ċ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = kg ------- (x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= - 0.673 - 0.218

ตารางที่ 3A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 3 (ครั้งที่ 2)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	62	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	88	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
15	93	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
20	96	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
25	100	เกิดการไหม้ และ กะทิเป็นก้อน
30	100	เกิดการไหม้ และ กะทิเป็นก้อน
35	100	เกิดการไหม้ และ กะทิเป็นก้อน

<u>หมายเหตุ</u> น้ำกะทิไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากเกิดการไหม้ และ เป็นก้อนจึงไม่สามารถเขียนผลการทดลองในตาราง B ได้

<u>ผลการทดลองสภาวะที่ 4 (ครั้งที่ 1)</u>

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 130 Ċ
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 24 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 Ċ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.674 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.674 – 0.673 = 2.001 kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = kg ------- (x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 0.673 - 0.218

ตารางที่ 4A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 4 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	70	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	89	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
15	98	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
20	100	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
25	100	เกิดการไหม้ และ กะทิเป็นก้อน

<u>หมายเหตุ</u> น้ำกะทิไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากเกิดการไหม้ และ เป็นก้อนจึงไม่สามารถเขียนผลการทดลองในตาราง B ได้

<u>ผลการทดลองสภาวะที่ 4 (ครั้งที่ 2)</u>

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 130 Ċ
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 24 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 Ċ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.674 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = kg ------- (x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 0.673 - 0.218

ตารางที่ 4A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 4 (ครั้งที่ 2)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	72	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	87	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
15	97	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
20	100	เกิดฟองหนาแน่น ทั่วพื้นที่ผิว
25	100	เกิดการไหม้ และ กะทิเป็นก้อน

<u>หมายเหตุ</u> น้ำกะทิไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากเกิดการไหม้ และ เป็นก้อนจึงไม่สามารถเขียนผลการทดลองในตาราง B ได้

<u>ผลการทดลองสภาวะที่ 5 (ครั้งที่ 1)</u>

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 100 Ċ
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 24 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 Ċ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.677 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.677 – 0.673 = 2.004 kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.692 kg -------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.692 - 0.673 - 0.218 = 1.801 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.004 - 1.801 = 0.203 kg ตา

รางที่ 5A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 5 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	57	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	77	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	84	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	86	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	86	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	85	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
35	84	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
40	84	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
45	82	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
50	82	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
55	82	เริ่มมีรอยไหม้
60	82	มีรอยไหม้เล็กน้อย

ตารางที่ 5B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 5 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 Ċ

ซ้ำ	RPM	Torque	Viscosity	Shear stress	Shear rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่		(%)	(cp)	(D/cm2)	(1/sec)
1	10	36.0	17163	375	2.2
	50	44.8	4174	472	11.0
	100	51.1	2269	538	22.0
	150	53.4	1513	565	33.0
	180	55.6	1205	574	39.6
2	10	31.7	15208	338	2.2
	50	36.6	3437	376	11.0
	100	40.8	1786	413	22.0
	150	43.6	1219	452	33.0
	180	44.1	1087	466	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 5 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 100 ๐C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 24 ๐C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 ๐C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.677 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.677 – 0.673 = 2.004 kg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.692 kg -------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.692 - 0.673 - 0.218 = 1.801 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.004 - 1.801 = 0.203 kg ตา

รางที่ 5A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 5 (ครั้งที่ 2)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	59	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	79	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	82	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	85	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	85	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	85	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
35	84	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
40	82	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
45	82	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
50	82	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
55	82	เริ่มมีรอยไหม้
60	82	มีรอยไหม้มากขึ้น

ตารางที่ 5B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 5 (ครั้งที่ 2)

- อุณหภูมิห้อง = 25 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 Ċ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	39.5	18256	362	2.2
	50	47.7	4258	469	11.0
	100	55.9	2377	525	22.0
	150	58.7	1769	554	33.0
	180	59.2	1459	563	39.6
2	10	30.7	16359	328	2.2
	50	35.2	3785	365	11.0
	100	39.8	1455	402	22.0
	150	42.5	1202	445	33.0
	180	44.1	1098	450	39.6

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการทดลองสภาวะที่ 6 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 110 ̊C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 22 ̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 23 ̊C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.722kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.722 – 0.673 = 2.049 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.681 kg -------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.681 - 0.673 - 0.218 = 1.790 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.049 - 1.790 = 0.259 kg

ตารางที่ 6A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 6 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	60	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	79	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	83	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	88	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	86	เริ่มมีกลิ่นหอม
30	85	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
35	85	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
40	84	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
45	84	เริ่มมีรอยไหม้
50	83	มีรอยไหม้เล็กน้อย
55	83	มีรอยไหม้เล็กน้อย
60	83	มีรอยไหม้เล็กน้อย

ตารางที่ 6B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 6 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 24 Ċ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 23 ๐C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	36.5	17372	381	2.2
	50	45.6	4357	481	11.0
	100	52.0	2491	544	22.0
	150	54.1	1728	570	33.0
	180	56.2	1472	588	39.6
2	10	32.5	15453	345	2.2
	50	37.6	3609	398	11.0
	100	41.1	1972	425	22.0
	150	44.4	1401	463	33.0
	180	44.9	1194	476	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 6 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 110 ๐C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 22 ๐C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 23 ๐C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.679kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.679 – 0.673 = 2.006 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.656 kg -----(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.656 - 0.673 - 0.218 = 1.765 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.006 - 1.765 = 0.241 kg

ตารางที่ 6A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 6 (ครั้งที่ 2)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (C̊)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	60	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	79	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	83	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	87	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	87	เริ่มมีกลิ่นหอม
30	85	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
35	85	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
40	84	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
45	84	เริ่มมีรอยไหม้
50	83	มีรอยไหม้เล็กน้อย
55	82	มีรอยไหม้เล็กน้อย
60	83	มีรอยไหม้เล็กน้อย

ตารางที่ 6B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 6 (ครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 24 ◌ิ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 23 ◌ิ

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	38.0	18236	400	2.2
	50	49.0	4655	530	11.0
	100	57.5	2779	608	22.0
	150	61.5	1948	639	33.0
	180	62.4	1661	661	39.6
2	10	33.9	16652	361	2.2
	50	39.4	3743	411	11.0
	100	44.8	2140	469	22.0
	150	48.7	1558	514	33.0
	180	51.1	1370	542	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 7 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 120 ◌ิ
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 24 ◌ิ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ◌ิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.526 kg -----(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.526 - 0.673 - 0.218 = 1.635 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.635 = 0.365 kg

ตารางที่ 7A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 7 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (C)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	67	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	82	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
15	85	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	87	เริ่มมีฟองมากขึ้น
25	87	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ เริ่มมีกลิ่นหอม
30	88	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
35	89	เริ่มมีรอยไหม้
40	92	มีรอยไหม้เล็กน้อย
45	90	มีรอยไหม้เล็กน้อย
50	90	มีรอยไหม้เล็กน้อย
55	90	มีรอยไหม้เล็กน้อย
60	90	มีรอยไหม้เล็กน้อย

ตารางที่ 7B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 7 (ครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 24 ̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 23 ̊C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	37.6	18673	395	2.2
	50	47.3	4573	498	11.0
	100	53.2	2682	567	22.0
	150	55.1	1953	591	33.0
	180	56.0	1659	576	39.6
2	10	33.5	17685	362	2.2
	50	38.1	3865	415	11.0
	100	43.1	2152	444	22.0
	150	44.7	1685	483	33.0
	180	44.9	1389	492	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 7 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 120 ̊C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 24 ̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ̊C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.682 – 0.673 = 2.009 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.503 kg -----(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.503 - 0.673 - 0.218 = 1.612 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.612 = 0.388 kg

ตารางที่ 7A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 7 (ครั้งที่ 2)

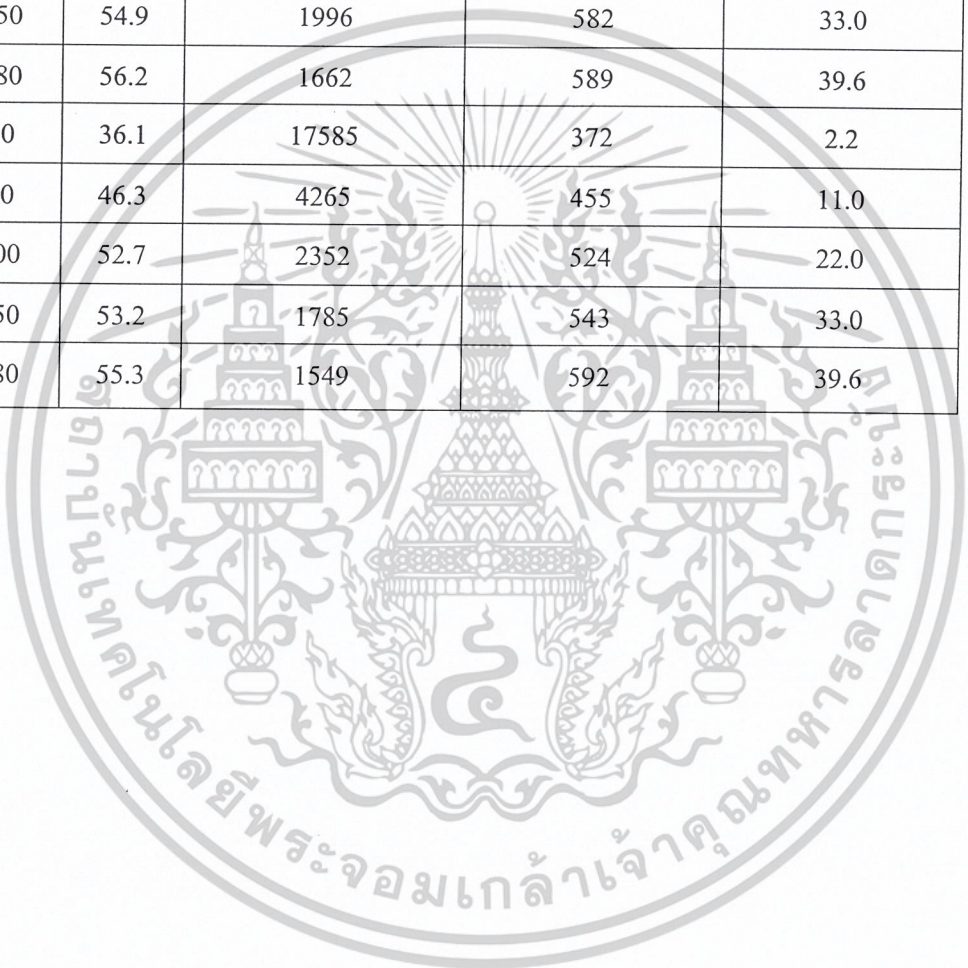
เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (C)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	66	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	80	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
15	86	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	86	เริ่มมีฟองมากขึ้น
25	87	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ เริ่มมีกลิ่นหอม
30	88	มีกะทิติดอยู่ด้านข้างขอบเป็นก้อนเล็กๆ
35	89	เริ่มมีรอยไหม้
40	91	เริ่มมีรอยไหม้
45	91	มีรอยไหม้เล็กน้อย
50	91	มีรอยไหม้เล็กน้อย
55	91	มีรอยไหม้เล็กน้อย
60	91	มีรอยไหม้เล็กน้อย

ตารางที่ 7B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 7 (ครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 25 ̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ̊C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	37.5	18723	391	2.2
	50	46.8	4425	496	11.0
	100	53.0	2674	557	22.0
	150	54.9	1996	582	33.0
	180	56.2	1662	589	39.6
2	10	36.1	17585	372	2.2
	50	46.3	4265	455	11.0
	100	52.7	2352	524	22.0
	150	53.2	1785	543	33.0
	180	55.3	1549	592	39.6



<u>ผลการทดลองสภาวะที่ 8 (ครั้งที่ 1)</u>

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 130 ̊C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 25 ̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 ̊C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.674 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.674 – 0.673 = 2.001 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.395 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.395 - 0.673 - 0.218 = 1.504 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.001 - 1.504 = 0.497 kg.

ตารางที่ 8A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 8 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (C)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	63	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	79	เริ่มมีกลิ่นหอม
15	87	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น อยู่รอบข้างหม้อ
20	93	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น อยู่รอบข้างหม้อ
25	95	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น อยู่รอบข้างหม้อ
30	95	เนื้อเริ่มเนียนขึ้น สีเข้มขึ้นเล็กน้อย
35	91	เนื้อเริ่มเนียนขึ้น สีเข้มขึ้นเล็กน้อย ระดับน้ำกะทิเริ่มลดลง
40	91	น้ำกะทิในบริเวณใบกวนมีสีขาว ส่วนบริเวรขอบนอกเริ่มมีสีเข้มขึ้น
45	91	น้ำกะทิในบริเวณใบกวนมีสีขาว ส่วนบริเวรขอบนอกเริ่มมีสีเข้มขึ้น
50	91	น้ำกะทิในบริเวณใบกวนมีสีขาว ส่วนบริเวรขอบนอกเริ่มมีสีเข้มขึ้น
55	91	ระดับน้ำกะทิเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัด มีสีเข้มขึ้น
60	91	ระดับน้ำกะทิเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัด มีสีเข้มขึ้น

ตารางที่ 8B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 8 (ครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 25 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	41.2	19357	429	2.2
	50	53.7	5164	571	11.0
	100	62.9	3177	664	22.0
	150	71.3	2263	765	33.0
	180	76.2	2018	798	39.6
2	10	43.2	19204	420	2.2
	50	56.6	5162	573	11.0
	100	63.7	2993	695	22.0
	150	72.3	2197	739	33.0
	180	73.2	1962	772	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 8 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว **X**
- อุณหภูมิของ HEATER = 130 C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 25 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 0.218 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **X** = 2.401 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.401 - 0.673 - 0.218 = 1.510 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.510 = 0.490 kg.

ตารางที่ 8A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 8 (ครั้งที่ 2)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (C)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	64	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	78	เริ่มมีกลิ่นหอม
15	85	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น อยู่รอบข้างหม้อ
20	92	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น อยู่รอบข้างหม้อ
25	94	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น อยู่รอบข้างหม้อ
30	96	เนื้อเริ่มเนียนขึ้น สีเข้มขึ้นเล็กน้อย
35	94	เนื้อเริ่มเนียนขึ้น สีเข้มขึ้นเล็กน้อย ระดับน้ำกะทิเริ่มลดลง
40	92	น้ำกะทิในบริเวณใบกวนมีสีขาว ส่วนบริเวรขอบนอกเริ่มมีสีเข้มขึ้น
45	92	น้ำกะทิในบริเวณใบกวนมีสีขาว ส่วนบริเวรขอบนอกเริ่มมีสีเข้มขึ้น
50	92	น้ำกะทิในบริเวณใบกวนมีสีขาว ส่วนบริเวรขอบนอกเริ่มมีสีเข้มขึ้น
55	92	ระดับน้ำกะทิเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัด มีสีเข้มขึ้น
60	92	ระดับน้ำกะทิเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัด มีสีเข้มขึ้น

ตารางที่ 8B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 8 (ครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 25 ̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 ̊C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	41.0	19432	423	2.2
	50	52.7	5261	578	11.0
	100	62.2	3173	674	22.0
	150	71.0	2247	731	33.0
	180	75.1	2095	782	39.6
2	10	41.2	19234	421	2.2
	50	56.3	5146	564	11.0
	100	63.5	2983	686	22.0
	150	71.9	2141	730	33.0
	180	74.7	2013	786	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 9 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 100 ̊C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 25 ̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 ̊C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.818 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.818 - 0.673 - 0.247 = 1.898 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.898 = 0.102 kg.

ตารางที่ 9A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 9 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	58	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	75	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	80	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	84	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	90	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	94	กลิ่นหอมสีเข้มขึ้น
35	95	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
40	95	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
45	96	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
50	97	บริเวณที่ใบพายกวนกะทิมีสีต่างจากรอบข้างเล็กน้อย
55	97	รสชาติเข้มข้นหวานมันขึ้น
60	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 9 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	32.5	15235	347	2.2
	50	37.6	2367	389	11.0
	100	41.8	1768	426	22.0
	150	42.1	1042	454	33.0
	180	43.4	1005	469	39.6
2	10	32.8	14959	341	2.2
	50	37.1	2843	395	11.0
	100	42.6	1831	436	22.0
	150	45.9	1369	467	33.0
	180	47.3	1047	486	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 9 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 100 C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 25 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 Ċ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.818 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.818 - 0.673 - 0.247 = 1.898 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.898 = 0.102 kg.

ตารางที่ 9A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ **9** (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	58	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	75	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	80	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	84	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	90	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	94	กลิ่นหอมสีเข้มขึ้น
35	95	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
40	95	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
45	96	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
50	97	บริเวณที่ใบพายกวนกะทิมีสีต่างจากรอบข้างเล็กน้อย
55	97	รสชาติเข้มข้นหวานมันขึ้น
60	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 9 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 ◌ C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ◌ C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	32.5	16135	347	2.2
	50	37.6	3567	389	11.0
	100	41.8	1898	426	22.0
	150	42.1	1132	454	33.0
	180	43.4	1035	469	39.6
2	10	32.8	15659	341	2.2
	50	37.1	3543	395	11.0
	100	42.6	1921	436	22.0
	150	45.9	1369	467	33.0
	180	47.3	1137	486	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 10 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 110 ◌ C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 24 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 Ċ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.789 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.789 - 0.673 - 0.247 = 1.869 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.869 = 0.131 kg.

ตารางที่ 10A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 10 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	58	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	76	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	81	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	87	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
25	92	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	95	กลิ่นหอมสีเข้มขึ้น
35	96	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
40	96	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
45	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
50	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้มากขึ้น
55	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้มากขึ้น
60	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 10 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 ◌ C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ◌ C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	33.8	16269	355	2.2
	50	39.0	3705	404	11.0
	100	42.1	2020	442	22.0
	150	42.5	1353	467	33.0
	180	44.0	1183	473	39.6
2	10	33.3	15981	351	2.2
	50	39.7	3782	414	11.0
	100	43.2	2073	457	22.0
	150	46.0	1459	485	33.0
	180	47.7	1245	496	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 10 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 110 ◌ C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 24 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 Ċ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.790 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.790 - 0.673 - 0.247 = 1.870 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.870 = 0.130 kg.

ตารางที่ 10A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 10 (ครั้งที่ 2)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	57	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	73	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	80	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	88	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
25	91	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	93	กลิ่นหอมสีเข้มขึ้น
35	95	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
40	96	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
45	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
50	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้มากขึ้น
55	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้มากขึ้น
60	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 10 (ครั้งที่ 2)

- อุณหภูมิห้อง = 25 ◌ C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ◌ C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	33.0	16275	353	2.2
	50	38.2	3901	398	11.0
	100	42.7	3026	432	22.0
	150	42.9	1859	460	33.0
	180	44.1	1283	471	39.6
2	10	32.9	15988	350	2.2
	50	39.3	3713	409	11.0
	100	43.0	2773	443	22.0
	150	44.1	1450	475	33.0
	180	45.4	1231	485	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 11 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว **U**
- อุณหภูมิของ HEATER = 120 ◌ C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 24 ๐C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 ๐C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.563 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.563 - 0.673 - 0.247 = 1.643 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.643 = 0.357 kg.

ตารางที่ 11A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 11 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (๐C)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	59	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	77	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	83	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	88	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
25	92	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	94	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
35	96	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
40	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
45	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
50	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้มากขึ้น
55	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
60	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 11 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 ◌ C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ◌ C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	34.1	17689	363	2.2
	50	39.8	3867	415	11.0
	100	42.8	2248	456	22.0
	150	43.5	1591	478	33.0
	180	44.9	1365	497	39.6
2	10	34.8	17548	371	2.2
	50	40.5	3984	434	11.0
	100	44.8	2324	468	22.0
	150	47.1	1686	494	33.0
	180	49.8	1356	501	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 11 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 120 ◌ C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 24 ℃
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 ℃
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.553 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.553 - 0.673 - 0.247 = 1.633 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.633 = 0.367 kg.

ตารางที่ 11A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 11 (ครั้งที่ 2)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (℃)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	60	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	75	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	82	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	87	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
25	90	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	93	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
35	95	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
40	97	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
45	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
50	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้มากขึ้น
55	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
60	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 11 (ครั้งที่ 2)

- อุณหภูมิห้อง = 25 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	33.9	17765	360	2.2
	50	35.8	3863	405	11.0
	100	42.0	2948	440	22.0
	150	43.1	1893	464	33.0
	180	44.0	1361	491	39.6
2	10	34.3	17420	373	2.2
	50	37.5	3989	412	11.0
	100	43.8	2723	450	22.0
	150	45.1	1788	473	33.0
	180	45.8	1359	501	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 12 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 130 C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 24 ℃
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 ℃
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.517 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.517 - 0.673 - 0.247 = 1.597 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.597 = 0.403 kg.

ตารางที่ 12A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 11 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (℃)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	61	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	79	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	84	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	89	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
25	92	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	94	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
35	95	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
40	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
45	99	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
50	99	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
55	99	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
60	99	เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 11 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 ̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ̊C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	34.8	17592	375	2.2
	50	41.2	3965	449	11.0
	100	43.1	2379	487	22.0
	150	43.9	1745	491	33.0
	180	45.0	1578	498	39.6
2	10	34.7	17318	384	2.2
	50	40.9	3986	453	11.0
	100	43.2	2478	486	22.0
	150	45.6	1765	494	33.0
	180	46.1	1542	500	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 12 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 130 ̊C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 50 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 24 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 Ċ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.527 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.527 - 0.673 - 0.247 = 1.607 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.607 = 0.393 kg.

ตารางที่ 12A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 12 (ครั้งที่ 2)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	62	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	74	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	80	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	86	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
25	91	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	95	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
35	95	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
40	98	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
45	99	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
50	99	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
55	99	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
60	99	เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 12 (ครั้งที่ 2)

- อุณหภูมิห้อง = 25 ๐C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ๐C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	34.0	17431	370	2.2
	50	39.2	3863	419	11.0
	100	42.2	2979	463	22.0
	150	43.9	1945	496	33.0
	180	45.3	1277	501	39.6
2	10	34.2	17397	381	2.2
	50	40.3	3987	433	11.0
	100	43.7	2671	473	22.0
	150	44.6	1661	490	33.0
	180	46.0	1440	498	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 13 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว **U**
- อุณหภูมิของ HEATER = 100 ๐C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 25 ◌ิ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 ◌ิ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.674 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.674 – 0.673 = 2.001 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.598 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.598 - 0.673 - 0.247 = 1.676 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.001- 1.676 = 0.325 kg.

ตารางที่ 13A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่13 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (◌ิ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	66	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	70	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
15	80	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น
20	84	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น
25	84	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น
30	89	มีกลิ่นเริ่มหอม สีเข้มขึ้นเล็กน้อย
35	86	มีกลิ่นเริ่มหอม สีเข้มขึ้นเล็กน้อย
40	85	มีกลิ่นเริ่มหอม สีเข้มขึ้นเล็กน้อย
45	85	บริเวณด้านข้างเริ่มมีรอยไหม้
50	84	มีสีเข้มขึ้นกว่าเดิม
55	84	มีสีเข้มขึ้นกว่าเดิม เนื้อเนียนมากขึ้น
60	84	ระดับน้ำกะทิเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัด มีสีเข้มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 13 (ครั้งที่1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	37.2	19083	409	2.2
	50	48.6	5104	537	11.0
	100	54.2	2907	643	22.0
	150	60.1	2132	729	33.0
	180	65.1	1994	757	39.6
2	10	36.7	18766	389	2.2
	50	50.1	5041	521	11.0
	100	56.4	2817	627	22.0
	150	62.7	2012	708	33.0
	180	65.9	1887	743	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 13 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 100 C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 25 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 Ċ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.602 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.602 - 0.673 - 0.247 = 1.680 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000- 1.680 = 0.320 kg.

ตารางที่ 13A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 13 (ครั้งที่ 2)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	65	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	71	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
15	82	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น
20	85	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น
25	85	เริ่มมีฟองเกิดขึ้น
30	90	มีกลิ่นเริ่มหอม สีเข้มขึ้นเล็กน้อย
35	88	มีกลิ่นเริ่มหอม สีเข้มขึ้นเล็กน้อย
40	86	มีกลิ่นเริ่มหอม สีเข้มขึ้นเล็กน้อย
45	85	บริเวณด้านข้างเริ่มมีรอยไหม้
50	84	มีสีเข้มขึ้นกว่าเดิม
55	84	มีสีเข้มขึ้นกว่าเดิม เนื้อเนียนมากขึ้น
60	84	ระดับน้ำกะทิเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัด มีสีเข้มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13B/2 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 13 (ครั้งที่2)

- อุณหภูมิห้อง = 25 ◌ิ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 24 ◌ิ

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	37.1	19132	403	2.2
	50	43.6	4904	540	11.0
	100	50.1	3509	634	22.0
	150	58.6	2632	730	33.0
	180	62.1	1991	772	39.6
2	10	36.3	18799	390	2.2
	50	47.1	5043	529	11.0
	100	53.1	3417	620	22.0
	150	60.6	2410	721	33.0
	180	63.5	1880	764	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 14 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 110 ◌ิ
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 25 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 26 Ċ
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.708 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.708 – 0.673 = 2.035 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.556 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2556 - 0.673 - 0.247 = 1.636 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.035 - 1.636 = 0.399 kg.

ตารางที่ 14A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 14 (ครั้งที่ 1)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	61	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	73	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	81	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	88	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	90	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	91	กลิ่นหอมสีเข้มขึ้น
35	89	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
40	88	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
45	87	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
50	86	บริเวณที่ใบพายกวนกะทิมีสีต่างจากรอบข้างเล็กน้อย
55	87	รสชาติเข้มข้นหวานมันขึ้น
60	87	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14B/1 แสดงค่าคุณสมบัติต่างๆที่วัดได้จากเครื่อง Viscometer การทดลองสภาวะที่ 14 (ครั้งที่1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 ◌ C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 ◌ C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	45.1	21643	471	2.2
	50	57.6	5480	605	11.0
	100	64.9	3119	688	22.0
	150	72.0	2291	756	33.0
	180	75.2	2008	794	39.6
2	10	43.0	20780	455	2.2
	50	53.8	5145	564	11.0
	100	67.1	3196	694	22.0
	150	74.9	2406	795	33.0
	180	75.8	2029	810	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 14 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 110 ◌ C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 23 ◌̊
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 ◌̊
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.674 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.674 – 0.673 = 2.001 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.618 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.618 - 0.673 - 0.247 = 1.698 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.001 - 1.698 = 0.303 kg.

ตารางที่ 14A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 14 (ครั้งที่ 2)

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (◌̊)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	57	สีขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	77	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
15	88	เกิดฟองเล็กน้อยบริเวณที่ผิวด้านข้าง
20	92	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
25	90	มีฟองเริ่มมีมากขึ้น
30	90	กลิ่นหอมสีเข้มขึ้น
35	90	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
40	89	ผิวเนียนอย่างเห็นได้ชัด
45	89	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย
50	90	บริเวณที่ใบพายกวนกะทิมีสีต่างจากรอบข้างเล็กน้อย
55	89	รสชาติเข้มข้นหวานมันขึ้น
60	90	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14B/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 14 (ครั้งที่ 2)

- อุณหภูมิห้อง = 24 ̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 ̊C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	48.0	23371	510	2.2
	50	66.9	6277	679	11.0
	100	71.1	3450	765	22.0
	150	77.3	2428	821	33.0
	180	82.2	2125	870	39.6
2	10	39.1	18572	406	2.2
	50	42.4	4002	441	11.0
	100	47.0	2232	503	22.0
	150	50.1	1641	531	33.0
	180	53.9	1434	561	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 15 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 120 ̊C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิห้อง = 25 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.671 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.671 – 0.673 = 1.998 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.459 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.459 - 0.673 - 0.247 = 1.539 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 1.998 - 1.539 = 0.459 kg.

ตารางที่ 15A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 15 (ครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	62	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	75	เริ่มมีกลิ่นหอม
15	83	เริ่มมีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
20	91	มีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
25	93	มีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
30	92	กลิ่นหอม รสชาดเริ่มหวานขึ้น
35	92	กลิ่นหอม รสชาดเริ่มหวานขึ้น
40	82	กลิ่นหอม รสชาดเริ่มหวานขึ้น
45	91	ผิวเริ่มออกเป็นสีเหลือง
50	92	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
55	92	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
60	92	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

ตารางที่ 15B/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 15 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 26 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 Ċ

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	39.6	19210	413	2.2
	50	50.2	5124	542	11.0
	100	60.1	2965	637	22.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	150	69.5	2243	732	33.0
	180	70.2	2008	784	39.6
2	10	40.0	19026	409	2.2
	50	52.4	5063	547	11.0
	100	61.7	2943	650	22.0
	150	68.9	2172	714	33.0
	180	71.4	1926	750	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 15 (ครั้งที่ 2)

- ชนิดใบพัด ตัว **U**
- อุณหภูมิของ HEATER = 120 °C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 25 °C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 °C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.673 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.673 – 0.673 = 2.000 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.460 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.460 - 0.673 - 0.247 = 1.540 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.000 - 1.540 = 0.460 kg.

ตารางที่ 15A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 15 (ครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	60	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	73	เริ่มมีกลิ่นหอม
15	84	เริ่มมีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
20	90	มีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
25	92	มีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
30	93	กลิ่นหอม รสชาดเริ่มหวานขึ้น
35	93	กลิ่นหอม รสชาดเริ่มหวานขึ้น
40	89	กลิ่นหอม รสชาดเริ่มหวานขึ้น
45	91	ผิวเริ่มออกเป็นสีเหลือง
50	92	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
55	92	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
60	92	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

ตารางที่ 15B/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 15 (ครั้งที่ 2)

- อุณหภูมิห้อง = 26 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 Ċ

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	39.5	19860	412	2.2
	50	51.0	5113	549	11.0
	100	60.9	2970	627	22.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	150	67.5	2239	739	33.0
	180	70.6	2017	780	39.6
2	10	40.1	19400	411	2.2
	50	52.3	5069	540	11.0
	100	60.7	2964	641	22.0
	150	68.4	2170	719	33.0
	180	71.9	1919	770	39.6

ผลการทดลองสภาวะที่ 16 (ครั้งที่ 1)

- ชนิดใบพัด ตัว U
- อุณหภูมิของ HEATER = 130 °C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 25 °C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 °C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.674 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว U = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.674 – 0.673 = 2.001 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.407 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.407 - 0.673 - 0.247 = 1.487 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.001 - 1.487 = 0.514 kg.

ตารางที่ 16A/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 16 (ครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (Ċ)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	64	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	78	เริ่มมีกลิ่นหอม
15	86	เริ่มมีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
20	92	มีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
25	95	มีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
30	96	เนื้อเนียนขึ้น
35	92	สีเข้มขึ้น ระดับน้ำกะทิลดลงอย่างเห็นได้ชัด
40	92	บริเวณใบกวนสีขาวเป็นวง แต่รอบนอกมีสีเข้มขึ้น
45	91	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้
50	92	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
55	91	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
60	91	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

ตารางที่ 16B/1 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 16 (ครั้งที่ 1)

- อุณหภูมิห้อง = 25 Ċ
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 Ċ

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	40.5	19340	427	2.2
	50	53.6	5154	563	11.0
	100	62.6	2999	660	22.0
	150	70.4	2256	747	33.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	180	75.1	2016	793	39.6
2	10	40.1	19144	418	2.2
	50	53.5	5154	566	11.0
	100	62.6	2990	660	22.0
	150	69.1	2185	723	33.0
	180	72.5	1940	759	39.6

<u>ผลการทดลองสภาวะที่ 16 (ครั้งที่ 2)</u>

- ชนิดใบพัด ตัว **U**
- อุณหภูมิของ HEATER = 130 ◌̊C
- ความเร็วรอบของมอเตอร์ในการกวน = 100 rpm
- อุณหภูมิห้อง = 25 ◌̊C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 ◌̊C
- ปริมาตรน้ำมันที่ใช้ในการกวน = 2,800 ml
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส = 0.673 kg
- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ = 2.674 kg
- น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 0.247 kg
- น้ำหนักน้ำกะทิสุทธิ = 2.674 – 0.673 = 2.001 kg.

หลังผ่านการกวน

- น้ำหนักหม้อสแตนเลส + น้ำหนักน้ำกะทิ(หลังกวน) + น้ำหนักใบพัด ตัว **U** = 2.401 kg ------(x)

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่เหลือ = (x) - น้ำหนักหม้อสแตนเลส - น้ำหนักใบพัด

= 2.401 - 0.673 - 0.247 = 1.481 kg

เพราะฉะนั้น น้ำหนักน้ำกะทิที่ระเหย = 2.001 - 1.481 = 0.520 kg.

ตารางที่ 16A/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 16 (ครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำกะทิ (C̊)	สภาพน้ำกะทิทางกายภาพ
0	26	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
5	63	ขาวขุ่น คล้ายน้ำนม รสจืด
10	75	เริ่มมีกลิ่นหอม
15	82	เริ่มมีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
20	90	มีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
25	96	มีฟองเล็ก ๆ อยู่รอบข้าง
30	96	เนื้อเนียนขึ้น
35	94	สีเข้มขึ้น ระดับน้ำกะทิลดลงอย่างเห็นได้ชัด
40	92	บริเวณใบกวนสีขาวเป็นวง แต่รอบนอกมีสีเข้มขึ้น
45	91	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิที่ระดับเหนือขอบน้ำกะทิเริ่มมีรอยไหม้
50	92	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
55	91	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน
60	91	บริเวณด้านข้างหม้อกะทิ เกิดคราบกะทิที่มีรอยไหม้เหนือระดับน้ำกะทิอย่างชัดเจน

ตารางที่ 16B/2 แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำกะทิที่เปลี่ยนแปลงในการทดลองสภาวะที่ 16 (ครั้งที่ 2)

- อุณหภูมิห้อง = 25 C̊
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 25 C̊

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	39.8	19113	420	2.2
	50	50.3	5198	570	11.0
	100	61.6	2990	665	22.0
	150	69.4	2276	738	33.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	180	75.9	2020	790	39.6
2	10	40.3	19149	419	2.2
	50	52.1	5109	561	11.0
	100	62.0	2911	663	22.0
	150	69.9	2176	733	33.0
	180	72.3	1998	789	39.6

ตารางที่ 17B/1 ตารางแสดงค่าความเข้มข้นของน้ำกะทิเข้มข้นตามท้องตลาดในครั้งที่ 1

- อุณหภูมิห้อง = 24 ๐C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 23 ๐C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	36.1	17228	379	2.2
	50	44.7	4300	471	11.0
	100	51.0	2452	540	22.0
	150	56.0	1795	593	33.0
	180	59.0	1573	623	39.6
2	10	36.8	17660	389	2.2
	50	46.0	4415	384	11.0
	100	52.0	2491	548	22.0
	150	56.2	1801	594	33.0
	180	58.4	1557	617	39.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17B/2 ตารางแสดงค่าความเข้มข้นของน้ำกะทิเข้มข้นตามท้องตลาดในครั้งที่ 2

- อุณหภูมิห้อง = 24 C
- อุณหภูมิน้ำกะทิ = 23 C

ซ้ำที่	RPM	Torque (%)	Viscosity (cp)	Shear stress (D/cm2)	Shear rate (1/sec)
1	10	36.9	17852	390	2.2
	50	45.7	4386	482	11.0
	100	51.5	2467	544	22.0
	150	55.8	1792	590	33.0
	180	58.0	1554	612	39.6
2	10	36.3	17516	384	2.2
	50	45.0	4329	476	11.0
	100	51.1	2547	540	22.0
	150	55.4	1772	588	33.0
	180	59.6	1533	605	39.6

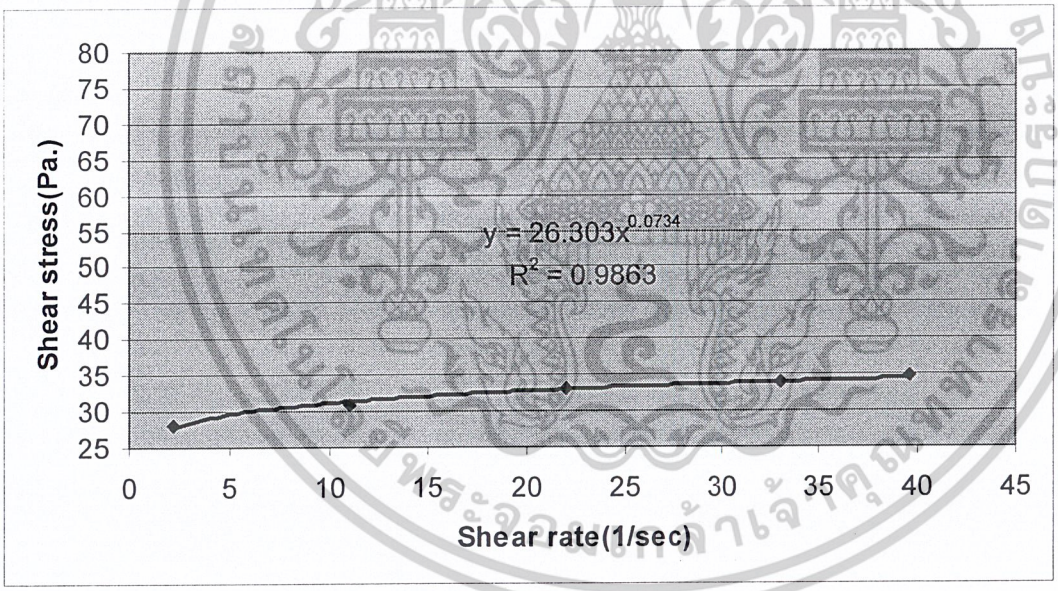
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

กราฟแสดงผลการทดลองที่สภาวะต่างๆโดยค่าเฉลี่ยในความสัมพันธ์ระหว่าง Shear strss กับ Shear rate

กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C

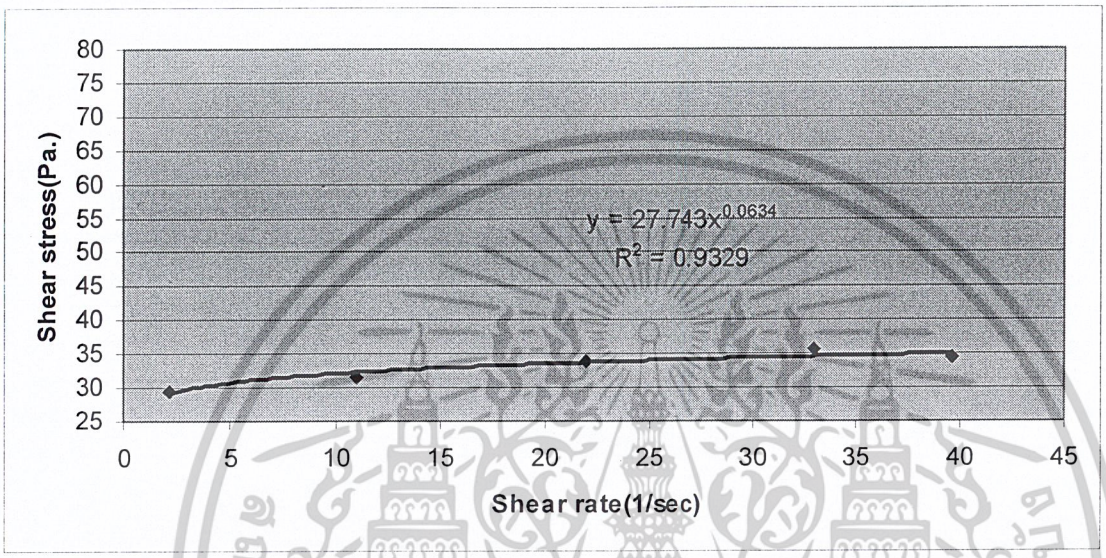
Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
288	287	275	273	280.75	2.2	28.075
316	305	308	305	308.5	11	30.85
333	332	327	328	330	22	33
347	343	335	335	340	33	34
353	348	342	348	347.75	39.6	34.775



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

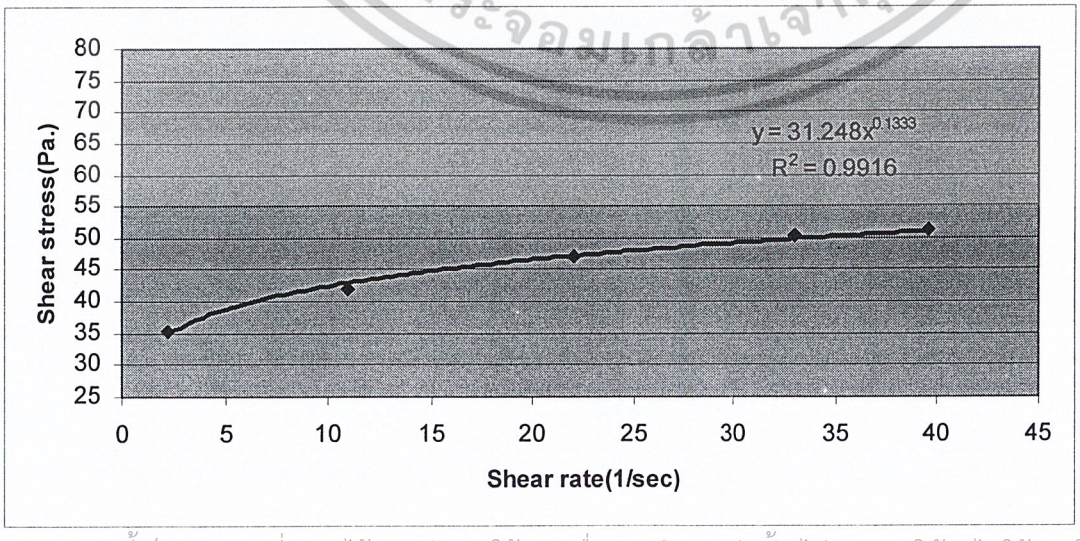
กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 110 °C

Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
297	297	297	285	293.75	2.2	29.375
321	317	316	310	316	11	31.6
342	340	342	331	338.75	22	33.875
356	354	367	347	356	33	35.6
365	359	310	344	344.5	39.6	34.45



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C

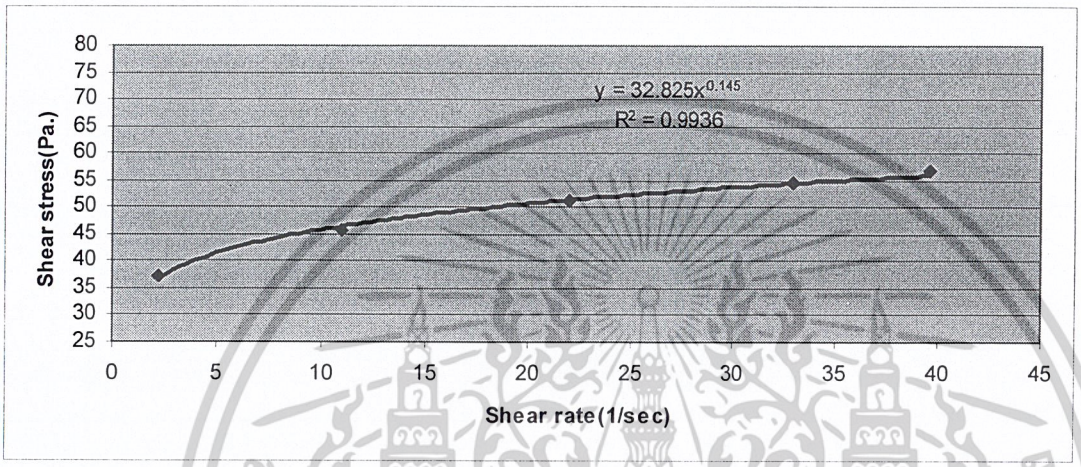
Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
375	338	362	328	350.75	2.2	35.075
472	376	469	365	420.5	11	42.05
538	413	525	402	469.5	22	46.95
565	452	554	445	504	33	50.4
574	466	563	450	513.25	39.6	51.325



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

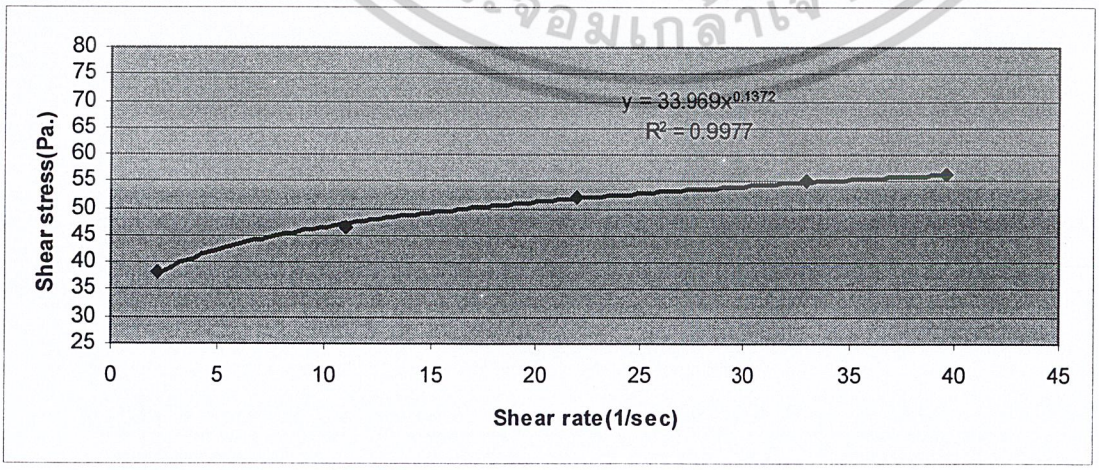
กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 110 °C

Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
381	345	400	361	371.75	2.2	37.175
481	398	530	411	455	11	45.5
544	425	608	469	511.5	22	51.15
570	463	639	514	546.5	33	54.65
588	476	661	542	566.75	39.6	56.675



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 120 °C

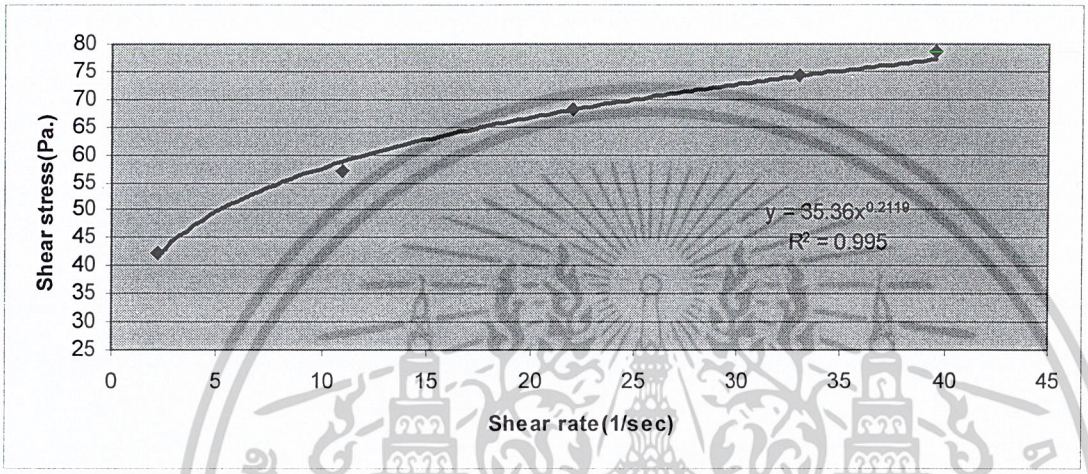
Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
395	362	391	372	380	2.2	38
498	415	496	455	466	11	46.6
567	444	557	524	523	22	52.3
591	483	582	543	549.75	33	54.975
576	492	589	592	562.25	39.6	56.225



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

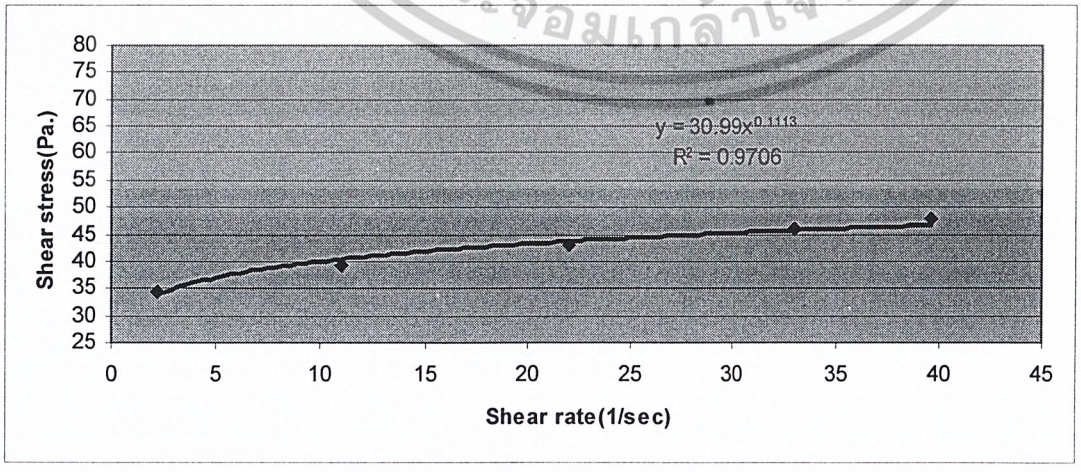
กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 130 °C

Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
429	420	423	421	423.25	2.2	42.325
571	573	578	564	571.5	11	57.15
664	695	674	686	679.75	22	67.975
765	739	731	730	741.25	33	74.125
798	772	782	786	784.5	39.6	78.45



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C

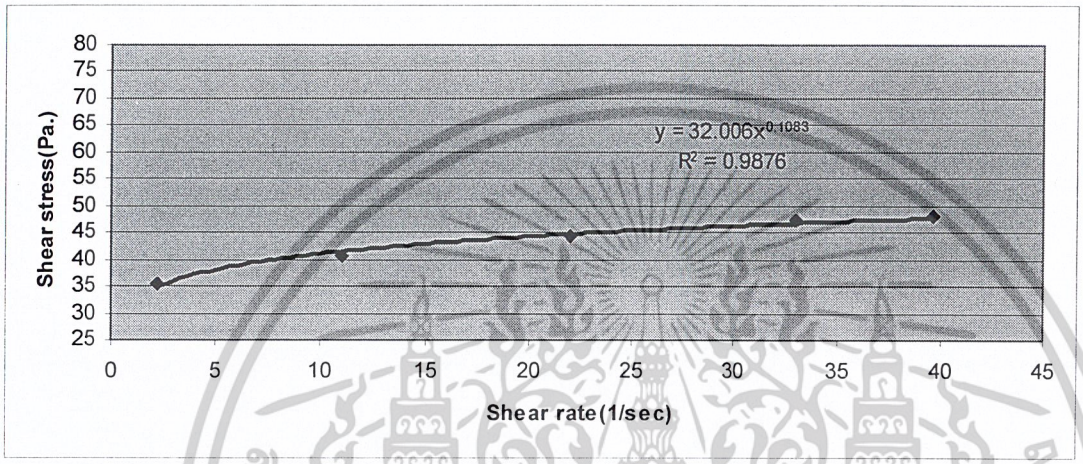
Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
347	341	347	341	344	2.2	34.4
389	395	389	395	392	11	39.2
426	436	426	436	431	22	43.1
454	467	454	467	460.5	33	46.05
469	486	469	486	477.5	39.6	47.75



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

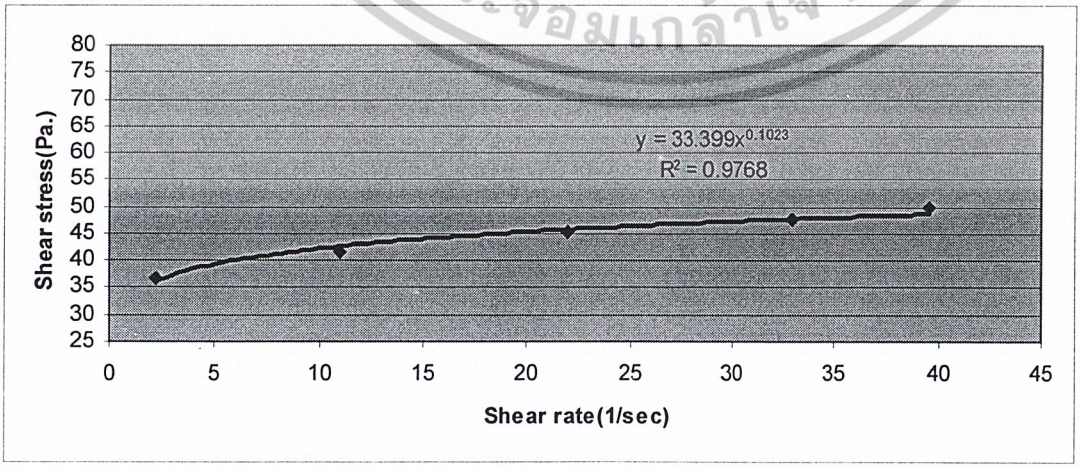
กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 110 °C

Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
355	351	353	350	352.25	2.2	35.225
404	414	398	409	406.25	11	40.625
442	457	432	443	443.5	22	44.35
467	485	460	475	471.75	33	47.175
473	496	471	485	481.25	39.6	48.125



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 120 °C

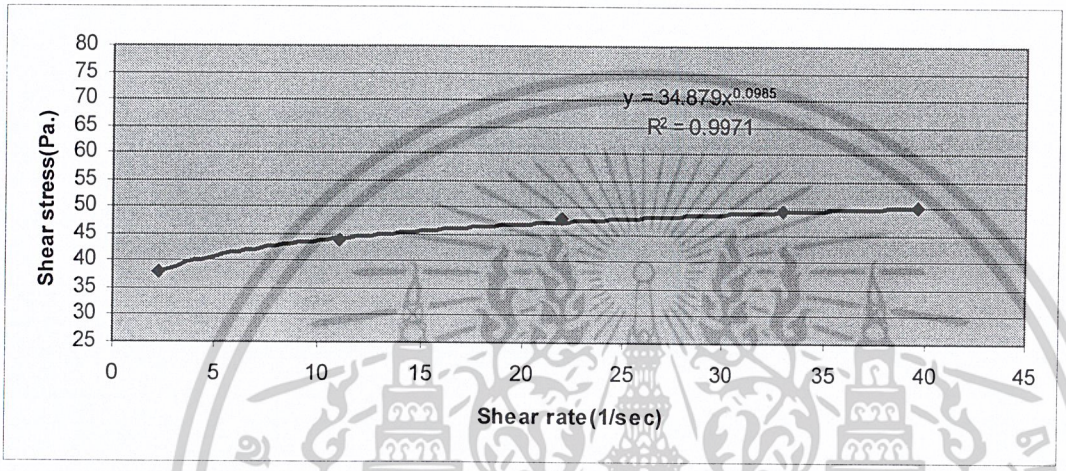
Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
363	371	360	373	366.75	2.2	36.675
415	434	405	412	416.5	11	41.65
456	468	440	450	453.5	22	45.35
478	494	464	473	477.25	33	47.725
497	501	491	501	497.5	39.6	49.75



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

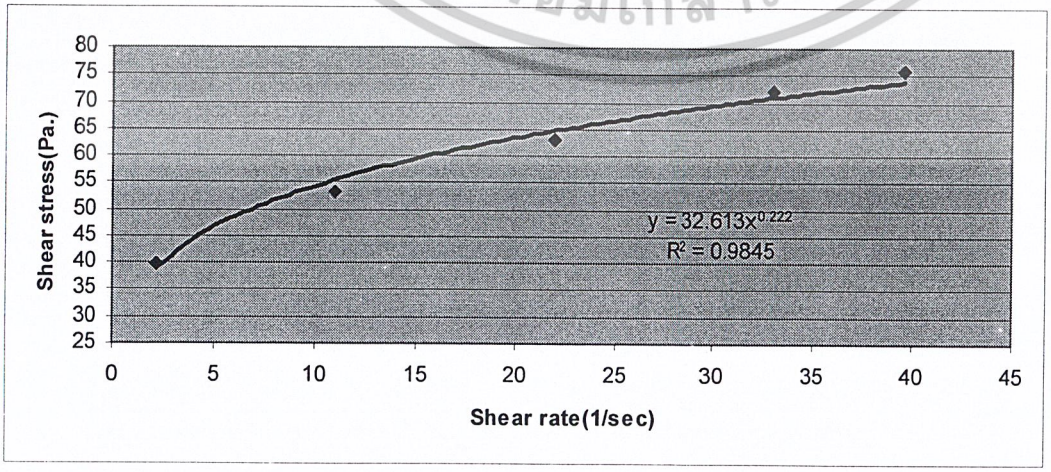
กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 130 °C

Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
375	384	370	381	377.5	2.2	37.75
449	453	419	433	438.5	11	43.85
487	486	463	473	477.25	22	47.725
491	494	496	490	492.75	33	49.275
498	500	501	498	499.25	39.6	49.925



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C

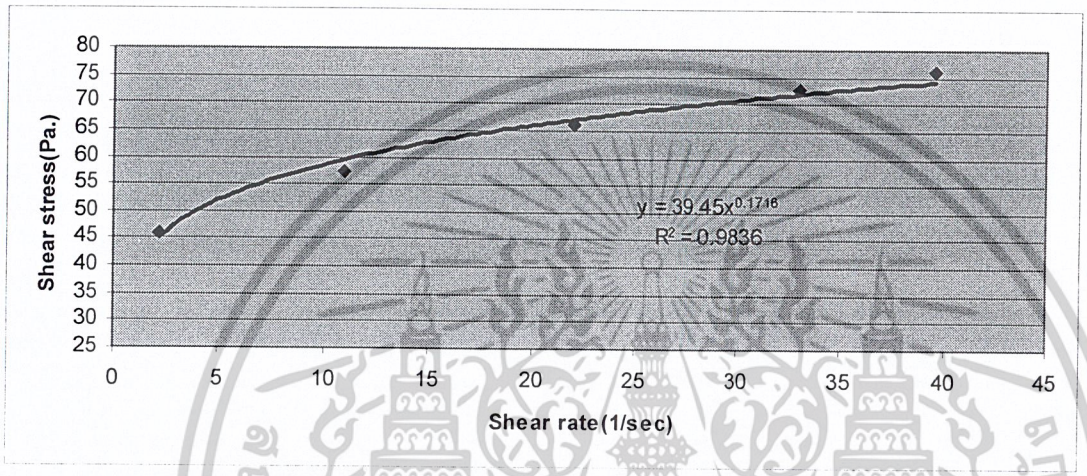
Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
409	389	403	390	397.75	2.2	39.775
537	521	540	529	531.75	11	53.175
643	627	634	620	631	22	63.1
729	708	730	721	722	33	72.2
757	743	772	764	759	39.6	75.9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

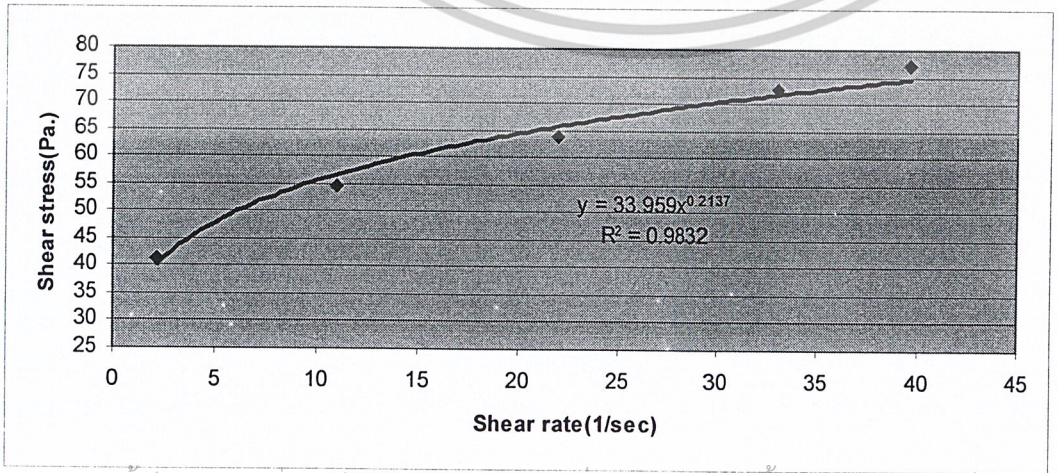
กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 110 °C

Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
471	455	510	406	460.5	2.2	46.05
605	564	679	441	572.25	11	57.225
688	694	765	503	662.5	22	66.25
756	795	821	531	725.75	33	72.575
794	810	870	561	758.75	39.6	75.875



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 120 °C

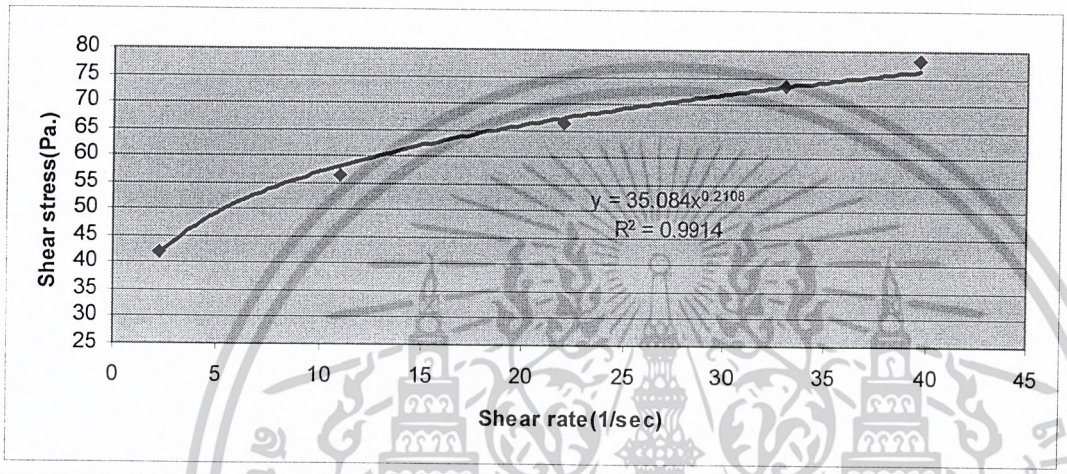
Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
413	409	412	411	411.25	2.2	41.125
542	547	549	540	544.5	11	54.45
637	650	627	641	638.75	22	63.875
732	714	739	719	726	33	72.6
784	750	780	770	771	39.6	77.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

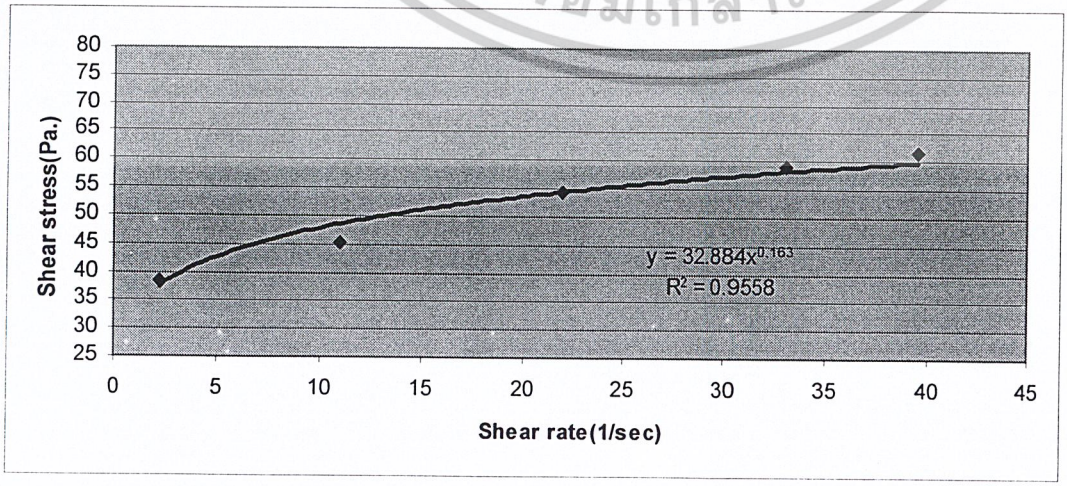
กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 130 °C

Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
427	418	420	419	421	2.2	42.1
563	566	570	561	565	11	56.5
660	660	665	663	662	22	66.2
747	723	738	733	735.25	33	73.525
793	759	790	789	782.75	39.6	78.275



กราฟแสดงผลการทดลองของน้ำกะทิเข้มข้นตามท้องตลาด

Shear stress (dyn/cm2)				Shear stress (dyn/cm2)	Shear rate(1/sec)	Shear stress(Pa.)
379	389	390	384	385.5	2.2	38.55
471	384	482	476	453.25	11	45.325
540	548	544	540	543	22	54.3
593	594	590	588	591.25	33	59.125
623	617	612	605	614.25	39.6	61.425



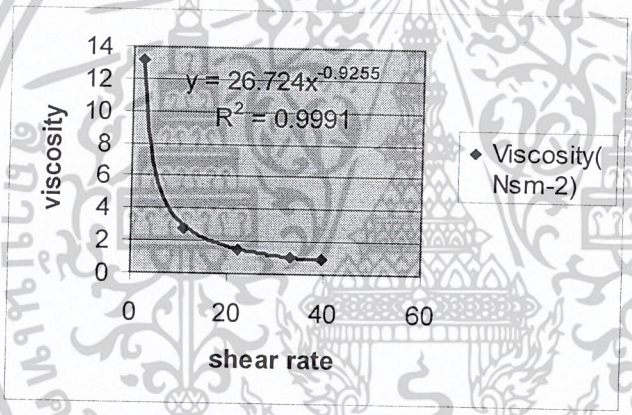
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

กราฟแสดงผลการทดลองที่สภาวะต่างๆโดยค่าเฉลี่ยในความสัมพันธ์ระหว่าง Shear rate กับ Viscosity

<u>กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C</u>

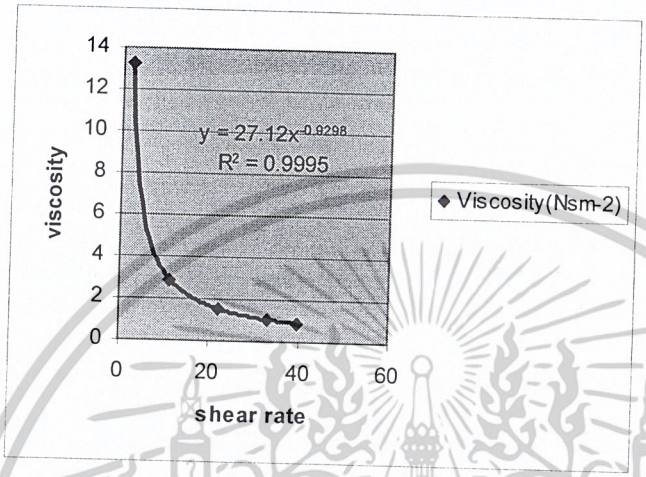
Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	13.19125
11	2.776
22	1.495
33	1.0655
39.6	0.9145



<u>กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 110 °C</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

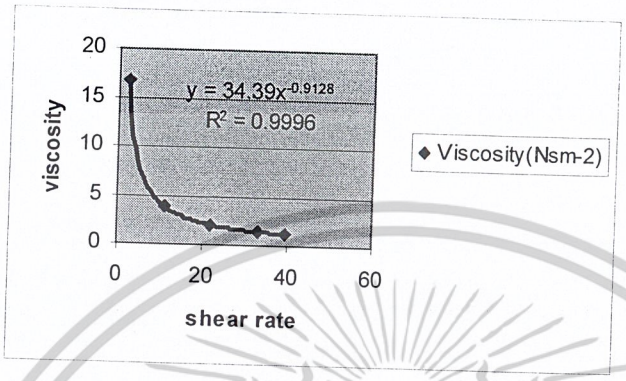
Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	13.265
11	2.81
22	1.514
33	1.0685
39.6	0.8995



<u>กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C</u>

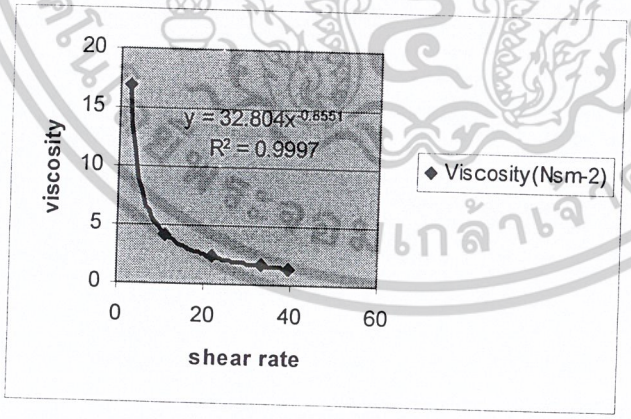
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	16.746
11	3.9135
22	1.97175
33	1.42575
39.6	1.21225



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 110 °C

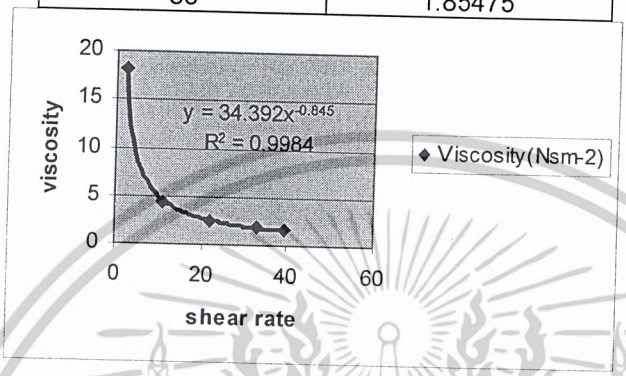
Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	16.92825
11	4.091
22	2.3455
33	1.65875
39.6	1.42425



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 120 °C

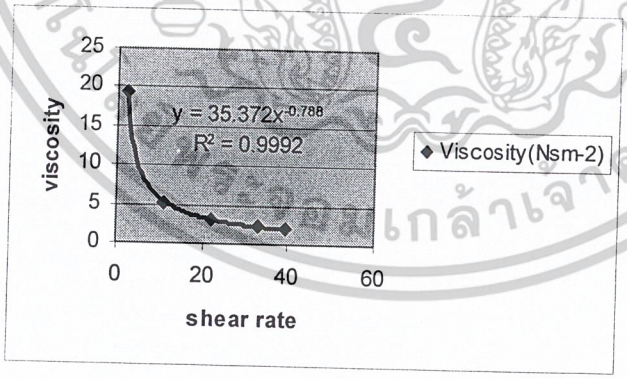
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	18.1665
11	4.282
22	2.465
33	1.85475



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว X ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 130 °C

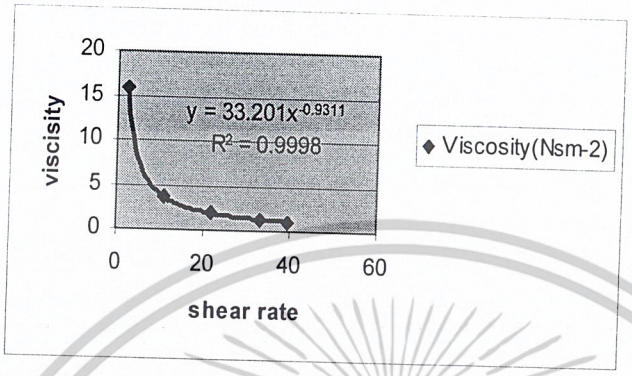
Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	19.30675
11	5.18325
22	3.0815
33	2.212
39.6	2.022



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C

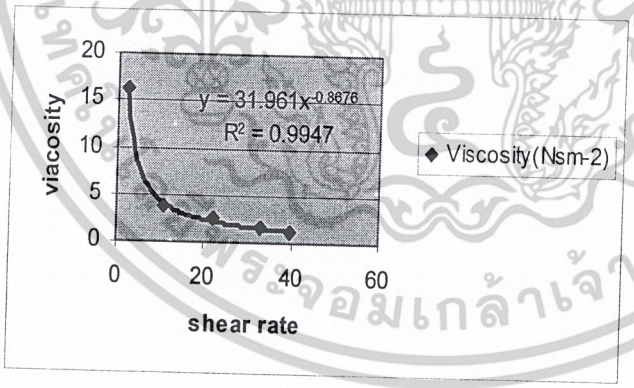
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	15.897
11	3.555
22	1.9095
33	1.2505
39.6	1.086



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 110 °C

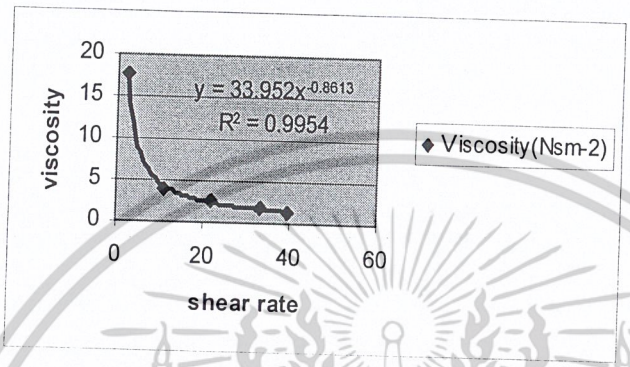
Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	16.12825
11	3.77525
22	2.473
33	1.53025
39.6	1.2355



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 120 °C

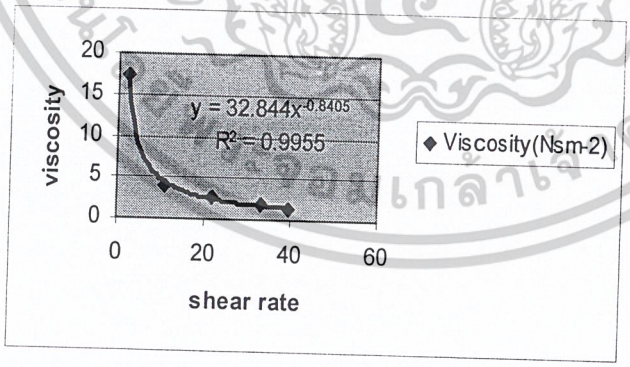
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	15.6025
11	3.96875
22	2.59375
33	1.79375
39.6	1.36025



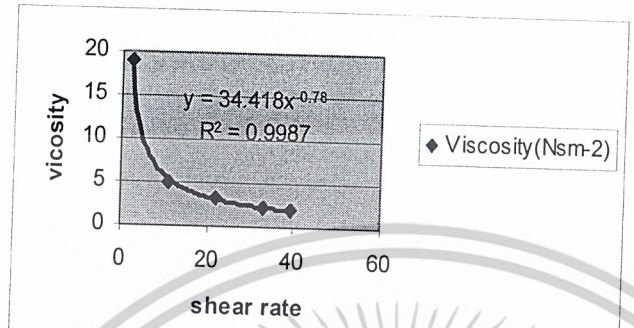
กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 50 rpm ที่อุณหภูมิ 130 °C

Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	17.4345
11	3.95025
22	2.62675
33	1.779
39.6	1.45925



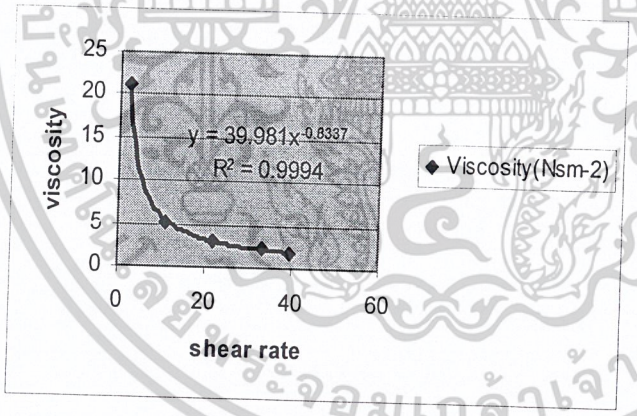
กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 100 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 110 °C

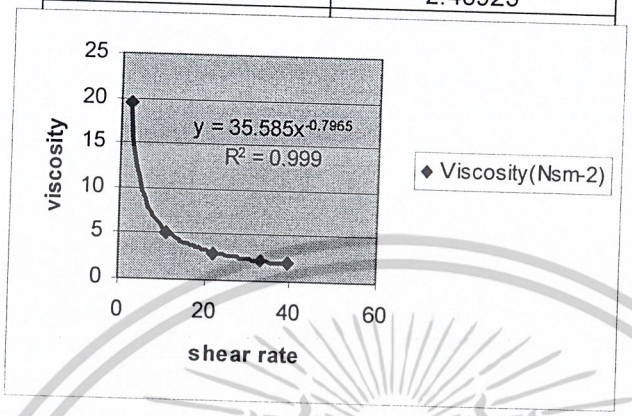
Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	21.0915
11	5.226
22	2.99925
33	2.1915
39.6	1.899



กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 120 °C

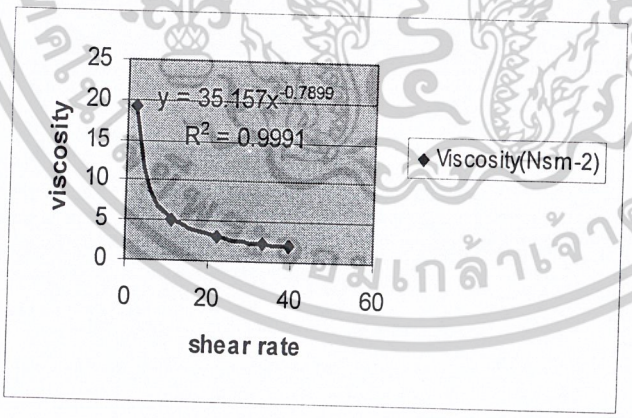
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	19.374
11	5.09225
22	2.9605
33	2.206
39.6	1.9675
11	4.3575
22	2.48925



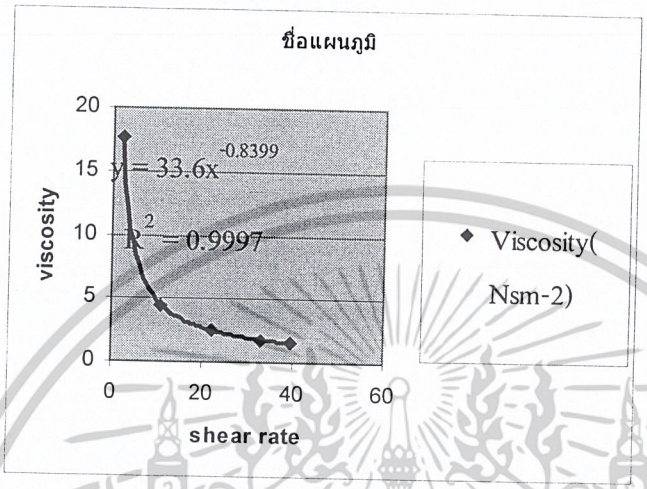
กราฟแสดงผลการทดลองใบกวนรูปตัว U ความเร็วรอบ 100 rpm ที่อุณหภูมิ 130 °C

Shear rate(1/sec)	Viscosity(Nsm^{-2})
2.2	19.1865
11	5.15375
22	2.9725
33	2.22325
39.6	1.9935



กราฟแสดงผลการทดลองของน้ำกะทิเข้มข้นตามท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้