สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ

Vacuum dryer for Coconut Flake

นาย กฤษณะ จินดาวงษ์
นาย วิโรจน์ พุทธินาถ
นาย สมเจตน์ มีบุญรอด

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 103137
วัน,เดือน,ปี 28 ส.ค. 2552

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

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ

Vacuum dryer for Coconut Flake

โดย

นาย กฤษณะ จินดาวงษ์

นาย วิโรจน์ พุทธินาถ

นาย สมเจตน์ มีบุญรอด

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ Vacuum dryer for Coconut Flake

ผู้จัดทำ

1. นาย กฤษณะ จินดาวงษ์ รหัสประจำตัว 49015602
2. นาย วิโรจน์ พุทธินาถ รหัสประจำตัว 49015633
3. นาย สมเจตน์ มีบุญรอด รหัสประจำตัว 49015640

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ณัตวิภา เจียระไนวชิระ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ

นายกฤษณะ จินดาวงษ์ 49015602
นายวิโรจน์ พุทธินาถ 49015633
นายสมเจตน์ มีบุญรอด 49015640
รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร.ฉัตวิภา เจียระไนวชิระ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศซึ่งประกอบด้วย 1) ชุดถังทำแห้ง ประกอบด้วยถังภายใน ถังภายนอก ฝา และใบกวน ขนาดถังภายนอกสำหรับบรรจุน้ำเส้นผ่าศูนย์กลาง 270 mm สูง 290 mm หนา 1 mm ขนาดถังภายในเส้นผ่าศูนย์กลาง 160 mm สูง 245 mm หนา 3 mm ถังภายในออกแบบเพื่อบรรจุมะพร้าวจำนวนไม่เกิน 1 kg ขนาดฝาถัง เส้นผ่าศูนย์กลาง 230 mm หนา 3 mm ฝาถังจะมีการติดตั้ง เกจวัดความดัน วาล์วระบายอากาศ วาล์วต่อกับปั๊มสุญญากาศ ขนาดใบกวน เกลียวลำเลียงนอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 160 mm เกลียวลำเลียงในเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 mm ขนาดเพลาใบกวนเส้นผ่าศูนย์กลาง20 mm, 2) ชุดมอเตอร์ 330 W เป็นมอเตอร์ที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ 3) กล่องควบคุมอุณหภูมิและตัวทำความร้อนขนาด 3000 W กล่องควบคุมอุณหภูมิ กว้าง 165 mm ยาว 210 mm สูง 80 mm 4) ปั๊มสุญญากาศ ขนาด 750 W มีอัตราการไหล 8 cfm การทดสอบสมรรถนะของเครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ ได้ทดสอบที่ความดันสุญญากาศ 700 – 730 mm Hg ตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ 60°C ทำให้ได้อุณหภูมิในถังน้ำตั้งแต่อุณหภูมิ 68.5–71.5 °C โดยเปลี่ยนความเร็วรอบทั้งหมด 3 ระดับ 0, 50, และ 100 rpm และใช้เนื้อมะพร้าวขูดประมาณ 0.5 kg และ 1 kg จากการทดลองสรุปได้ดังนี้ สีน้ำมันมะพร้าวที่มีความสว่างใกล้เคียง กับน้ำมันมะพร้าวจากท้องตลาดที่สุดคือ น้ำมันมะพร้าวที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนักประมาณ 1kg ที่ความเร็วรอบ 50 rpm การใช้พลังงานมากที่สุดที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนักประมาณ 0.5kg ความเร็วรอบ 50 rpm และที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนักประมาณ 1kg ความเร็วรอบ 100 rpm และการใช้พลังงานน้อยที่สุดที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนักประมาณ 1 kg ความเร็วรอบ 50 rpm และการวัดปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่สภาวะต่างๆ ได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่มากที่สุดที่สภาวะสภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนักประมาณ 0.5 kg ความเร็วรอบ 100 rpm และได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวน้อยที่สุดที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนักประมาณ 1 kg ความเร็วรอบ 100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vacuum dryer for Coconut Flake

Kidsana Jindawong	49015602
Wiroje Puttinat	49015633
Somjate Meeboonrod	49015640
Assoc.Prof. Panman Sirisomboon	Advisor
Assoc.Prof. Pimpen Pornchaloempong	Advisor
Assoc.Prof. Natvipa Jayranaiwachira	Advisor

Abstract

This work was to design and fabricate the vacuum dryer for coconut flake. This dryer consists of 4 main parts. First part is the vacuum dryer unit, which contains an inner, an outer bucket lid and a screw paddle. The inner bucket is a vacuum chamber (160mm diameter, 245mm height and 3mm thickness).The chamber was designed for not more than 1 kg coconut flakes. The outer bucket for water has 270mm diameter, 290mm height and 1mm thickness. The diameter of the lid is 230mm with 3mm thickness. The lid is attached with a pressure gauge, an air releasing valve and a valve connected to vacuum pump. The screw paddle has 2 different sizes of diameters on the same shaft. The outer one has 160mm diameter and the inner has 80mm. Second is a 330W motor which can adjust speed. Third is 3000W heater with temperature controlling box. The last one is a 750W vacuum pump with 8 cfm air flow rate. The performance test was conducted at 700-730 mm Hg, 68.5 - 71.5°C heating water temperature, at 3 different paddle speeds of 0 rpm, 50 rpm and 100rpm.and at around 0.5 kg and 1 kg coconut flakes. The result obtained from the experiment condition of 50 rpm paddle speed with around 1 kg coconut flakes.showed that the lighteness of the coconut oil was similar to that of the coconut oil in the market. The energy consumption when using the paddle speed of 50rpm with coconut flakes around 0.5 kg and the paddle speed of 100rpm with coconut flakes around 1 kg was the maximum and at 50 rpm with around 1 kg was the minimum. The experiment with speed of 100rpm with coconut flakes of around 0.5 kg provided the maximum oil yield and the experiment with paddle speed at 100rpm with coconut flakes around 1 kg provided the minimum oil yield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจจะสำเร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือให้คำแนะนำจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้ ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์, ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, ผศ.ดร.ณัตวิภา เจียระไนวชิระ ที่ช่วยแนะแนวทาง ให้คำปรึกษาตลอดจนดูแลเอาใจใส่ ตั้งแต่ต้นจนเสร็จสิ้นปริญญานิพนธ์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่น้อง เจ้าหน้าที่ และคณาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาวิศวกรรมเกษตร ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสุดซึ้ง แด่ คุณพ่อ คุณแม่ ของข้าพเจ้า ซึ่งเป็นบุคคลที่สำคัญที่สุดของชีวิตของข้าพเจ้า ทำให้ข้าพเจ้าได้มีวันนี้ ที่เลี้ยงข้าพเจ้าจนเติบใหญ่ดูแลเอาใจใส่และเป็นกำลังใจแก่ข้าพเจ้าเป็นอย่างดีที่สุด พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาแก่ข้าพเจ้าอย่างเต็มที่ตลอดมา ข้าพเจ้าจะขอระลึกพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอบพระคุณ ณ ที่นี้

ขอคุณพระศรีรัตนตรัยจงช่วย คลบันดาล ปกปักษ์รักษาให้ทุกท่านที่ข้าพเจ้าเอ่ยถึงมีสุขภาพและพลานามัยที่แข็งแรงและมีความสุข ตลอดไป

ขอขอบคุณ

นาย กฤษณะ จินดาวงษ์
นาย วิโรจน์ พุทธินาถ
นาย สมเจตน์ มีบุญรอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 หลักการของระบบสุญญากาศ	5
2.1.1 ระบบสุญญากาศ (Vacuum System)	5
2.1.2 เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ (Vacuum drying)	5
2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการอบแห้ง (Drying fundamentals)	5
2.2.1 เงื่อนไขการอบแห้ง	5
2.3 ทฤษฎีกระบวนการถ่ายเทความร้อน	7
2.3.1 การพาความร้อน (Convection)	7
2.3.2 การนำความร้อน (Conduction)	8
2.3.3 การแผ่รังสี (Radiation)	9
2.4 ภาระที่มีการสูญเสียความร้อนผ่านผนัง	10
2.5 รายละเอียดการคำนวณภาระความร้อน	11
2.5.1 ปริมาณความร้อนที่ใช้ต้มของเหลวหรือสารละลาย	11
บทที่ 3 การคำนวณและการออกแบบ	12
3.1 แนวความคิดในการออกแบบ	12
3.2 การคำนวณหาขนาดของถังสุญญากาศ	12
3.2.1 หาปริมาตรของถังภายใน (V)	12
3.2.2 ขนาดถังภายใน	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
3.2.2.1 หาความหนาของถังภายใน	13
3.2.3 ขนาดถังภายนอก	14
3.3 การคำนวณหาปริมาตรถังภายนอก	14
3.4 การคำนวณหาปริมาตรของน้ำ	14
3.5 การออกแบบใบกวน	14
3.5.1 รูปร่าง	14
3.5.2 การคำนวณหาขนาดเพลาใบกวน	15
3.6 การคำนวณหากำลังขับมอเตอร์	16
3.7 การคำนวณภาระความร้อนทั้งหมดที่ใช้ในการสุญญากาศเนื้อมะพร้าวขูดเพื่อใช้ในการเลือก Heater	17
3.8 แบบส่วนประกอบของ เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ	21
3.8.1 แบบ ถังภายใน หน่วย mm	21
3.8.2 แบบ ถังภายนอก หน่วย mm	22
3.8.3 แบบ ฝาถัง หน่วย mm	23
3.8.4 แบบ ใบกวน หน่วย mm	24
3.8.5 แบบ แท่นวางมอเตอร์ หน่วย mm	25
3.9 ส่วนประกอบของ เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ	25
บทที่4 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	31
4.1 การทดสอบสมรรถนะ	31
4.1.1 วัสดุ	31
4.2 อุปกรณ์	31
4.3 วิธีการทดลอง	31
4.3.1 การวัดความชื้น	32
4.3.2 การวัดสี (Colorimeter)	32
4.3.2.1 วัสดุ	32
4.3.2.2 อุปกรณ์	32
4.3.2.3 ระบบการวัดค่าสี	32
4.3.2.4 วิธีการวัดค่าสี	34
4.4 การทดสอบค่าสีด้วยกาวิเคราะห์ทางสถิติ	35
4.5 การใช้พลังงานที่สภาวะต่างๆ	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
4.6 ผลการวัดอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายในที่สภาวะต่างๆ	37
4.7 ปริมาณน้ำมันมะพร้าวต่อ 1 กก. เนื้อมะพร้าวขูดสดที่สภาวะต่างๆ	41
บทที่ 5 สรุป	42
5.1 สรุป	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้าที่**

รูปที่ 2.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของมวลและอุณหภูมิกับเวลาในการ 6
รูปที่ 2.2 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้ง 6
รูปที่ 3.9.1 ถังภายใน 25
รูปที่ 3.9.2 ถังภายนอก 26
รูปที่ 3.9.3 ฝาถัง 26
รูปที่ 3.9.4 ใบกวน 27
รูปที่ 3.9.5 มอเตอร์ 27
รูปที่ 3.9.6 ฮีทเตอร์ 28
รูปที่ 3.9.7 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ 28
รูปที่ 3.9.8 ปั๊มสุญญากาศ 29
รูปที่ 3.9.9 ปั๊มน้ำ 29
รูปที่ 3.9.10 ชุดแรกเปลี่ยนความร้อน 30
รูปที่ 3.9.11 เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ 30
รูปที่ 4.1 การบรรยายสีพื้นในระบบ CIE Lab ในรูป 3 มิติ. 33
รูปที่ 4.2 กราฟแท่งแสดงค่าความสว่างของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในสภาวะต่างๆ 35
รูปที่ 4.3 กราฟแท่งแสดงค่าสีแดงและสีเขียวของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในสภาวะต่างๆ 35
รูปที่ 4.4 กราฟแท่งแสดงค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในสภาวะต่างๆ 36
รูปที่ 4.5 กราฟแท่งแสดงการทดสอบค่าสีด้วยกาวิเคราะห์ทางสถิติ 37
รูปที่ 4.6 กราฟอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายใน 37
ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 491.22 g ความเร็วรอบ 0 rpm
รูปที่ 4.7 กราฟอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายใน 38
ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 510 g ความเร็วรอบ 50 rpm
รูปที่ 4.8 กราฟอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายใน 39
ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 978.34 g ความเร็วรอบ 50 rpm
รูปที่ 4.9 กราฟอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายใน 39
ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 514.96 g ความเร็วรอบ 100 rpm
รูปที่ 4.10 กราฟอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายใน 40
ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 997.30 g ความเร็วรอบ 100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้าที่**

รูปที่ 4.11 กราฟแท่งแสดงปริมาณน้ำมันมะพร้าวต่อ 1 กก. เนื้อมะพร้าวขูดสดที่สภาวะต่างๆ 41
รูปที่ ก1 เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล 43
รูปที่ ก2 แผ่นสแตนเลสสำหรับหีบน้ำมัน 43
รูปที่ ก3 กระบอกตวง 44
รูปที่ ก4 ตู้อบ 44
รูปที่ ก5 เครื่องวัดสี (Hunter Lab, Mini Scan XE Plus, USA) 45
รูปที่ ก6 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้าที่**

ตารางที่ 1.1 แสดงพื้นที่ปลูก ผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ และมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกร ขายได้ พ.ศ.2528-2532 2
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของ L* a* b* ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สภาวะต่างๆ 34
ตารางที่ 4.2 การคำนวณการใช้พลังงาน 36
ภาพผนวก ข. ตารางบันทึกข้อมูลจากการทดลอง 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

มะพร้าวถือเป็นต้นไม้มหัศจรรย์ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งต้นตั้งแต่ราก ลำต้น ผล ใบ เส้นใยต่าง ๆ ในประเทศไทยได้มีการนำเอามะพร้าวมาสกัดทำเป็นน้ำมันมะพร้าวมานานกว่า 700 ปีน้ำมันมะพร้าวถูกนำไปใช้เป็นทั้งอาหาร เครื่องสำอาง ตลอดจนยารักษาโรค ทำให้คนไทยไม่ค่อยมีปัญหาด้านสุขภาพมากมายเช่นทุกวันนี้ จนต่อมาเมื่อเกิดการเข้าใจผิดเกี่ยวกับน้ำมันมะพร้าว จึงทำให้ผู้คนส่วนใหญ่บริโภคมะพร้าวและกะทิน้อยลง [1]

ในทางการแพทย์ทั้งแพทย์แผนไทยและแพทย์แผนปัจจุบัน ได้มีการนำน้ำมันมะพร้าวมาใช้ประโยชน์ดังนี้ คือ ใช้รักษาแผลเรื้อรัง รักษาเกลื้อน แก้ปวดฟัน รักษาเล็บแตก รักษาคางทูม รักษาแผลเป็น แก้รังแค รักษาน้ำกัดเท้า รักษาฝ่ามือแตกและเล็บขบ เป็นต้น จากข้อมูลที่ผิดๆเกี่ยวกับน้ำมันมะพร้าวว่าเป็นต้นเหตุที่สำคัญของการเกิดโรคหัวใจจึงไม่แปลกที่ว่าคนส่วนใหญ่หลีกเลี่ยงการบริโภคน้ำมันมะพร้าวและกะทิหันไปบริโภคน้ำมันอย่างอื่นแทน แต่ที่จริงแล้วจากการศึกษาของ Dr.Enig แพทย์ชาวอเมริกัน และนักวิทยาศาสตร์อีกหลายคนพบว่าน้ำมันมะพร้าวต่างหากที่เป็นตัวป้องกันโรคหัวใจ คุณสมบัติของน้ำมันมะพร้าวมีมากมายหลายประการนอกเหนือจากการนำมาทำเป็นอาหาร เครื่องสำอางและยารักษาโรค ซึ่งนักวิจัยพบว่านอกจากน้ำมันมะพร้าวจะมีคุณสมบัติป้องกันโรคหัวใจ ยิ่งไปกว่านั้นน้ำมันมะพร้าวยังช่วยในการสร้างภูมิคุ้มกันโรค ช่วยให้ร่างกายมีความสามารถในการต่อต้านเชื้อโรคตลอดจนอนุมูลอิสระที่ทำให้เนื้อเยื่อเสื่อมสภาพ ในน้ำมันมะพร้าวประกอบด้วยคุณสมบัติเด่นที่ไม่มีในน้ำมันพืชอื่น คือ เป็นกรดไขมันอิ่มตัว เป็นกรดไขมันขนาดกลางซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว

เพิ่มอัตราเมตาบอลิสซึมซึ่งช่วยในการเผาผลาญพลังงานให้เร็วขึ้น และยังช่วยเผาผลาญไขมันที่สะสมไว้แต่เดิม ทำให้ร่างกายผอมลง มีกรดลอริกสูงมากซึ่งเป็นสารตัวเดียวกันกับน้ำนมมารดามีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรค และเป็นสารฆ่าไวรัส มีวิตามินอีที่มีประสิทธิภาพซึ่งวิตามินอีจะทำหน้าที่เป็น Antioxidant ที่ต่อต้านอนุมูลอิสระช่วยให้ผิวพรรณดูอ่อนกว่าวัย บทบาทของน้ำมันมะพร้าวที่มีต่อการรักษาโรคไม่ติดเชื้อหรือโรคที่ไม่ได้มีสาเหตุมาจากเชื้อโรค เช่น สามารถใช้รักษาโรคหัวใจ โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคอ้วน ความพิเศษของน้ำมันมะพร้าวอีกอย่างหนึ่งก็คือการฆ่าเชื้อโรค คือจะฆ่าเฉพาะเชื้อที่มีไขมันเป็นเกราะหุ้มเยื่อบุเซล ไม่ฆ่าเชื้อที่เป็นประโยชน์ ไม่เกิดการดื้อยา ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ส่วนในด้านความงามน้ำมันมะพร้าวยังช่วยให้รูปร่างสมส่วน แข็งแรง ผิวพรรณงดงาม และเส้นผมมีสุขภาพดี [2, 3, 4, 5, อ้างโดย 1]

จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจเกษตร ปี 2532 รายงานว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวรวม 2.48 ล้านไร่ และให้ผลผลิตรวมประมาณ 1.44 ล้านตัน ประมาณ 73% ของผลผลิตนำไปใช้บริโภคโดยตรง ส่วนที่เหลือ 27% นำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันความต้องการมะพร้าวทางอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มะพร้าว เช่น การผลิตน้ำมันมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริสุทธิ์ กะทิเข้มข้น มะพร้าวอบแห้ง เป็นต้น อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการบริโภคโดยตรง เช่น ใช้ในการปรุงอาหาร การกินผลสด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มของประชากร [6]

ตารางที่ 1.1 แสดงพื้นที่ปลูก ผลผลิต ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ และมูลค่าของผลผลิตตามราคาที่เกษตรกร ขายได้ พ.ศ.2528-2532

ปี	พื้นที่ปลูก (1,000 ไร่)	ผลผลิต (1,000 ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)	มูลค่าผลผลิตตามราคาที่เกษตรกรขายได้ (ล้านบาท)
2538	2,593	1,226	640	1,915
2529	2,586	1,280	626	2,045
2530	2,545	1,311	632	2,072
2531	2,490	1,378	654	2,106
2532	2,481	1,437	658	2,190

ที่มา [7 อ้างโดย 6]

สถานการณ์ผลิตมะพร้าวของโลก

จากรายงานการประชุมสัมมนาอุตสาหกรรมมะพร้าวนานาชาติที่มาเลเซีย เมื่อปี 2530 รายงานว่ากลุ่มประเทศสมาชิกชมรมมะพร้าวแห่งเอเชียและแปซิฟิก เป็นกลุ่มประเทศที่ผลิตมะพร้าวมากที่สุดในโลก คือ ประมาณ 85% ของผลผลิตทั่วโลก ในกลุ่มประเทศสมาชิก 12 ประเทศซึ่งรวมทั้งประเทศไทย ประเทศฟิลิปปินส์ปลูกมะพร้าวมากเป็นอันดับ 1 คือ 20.39 ล้านไร่ อันดับ 2 ได้แก่ประเทศ อินโดนีเซีย 19.89 ล้านไร่ และอินเดียประมาณ 6.72 ล้านไร่ สำหรับประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 5 [8]

น้ำมันมะพร้าวอยู่ในพิกัด 1513.110.008 ไม่มีการนำเข้ามาในไทย แต่มีการส่งออก โดยในปี 2546 มูลค่ารวม 43.28 ล้านบาท ปริมาณส่งออก 3,646.9 ตันจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญมะพร้าวชี้ว่าน้ำมันมะพร้าวในประเทศแข่งขันกับน้ำมันมะพร้าวนำเข้าได้ แต่การพิจารณาในเชิงตัวเลขนำเข้า เพื่อเปรียบเทียบราคานำเข้ากับราคาในประเทศไม่สามารถทำได้ เนื่องจากไม่มีการนำเข้า เมื่อตรวจดูความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งในตลาดต่างประเทศพบว่าอยู่ในเกณฑ์ดี โดยไทยสามารถส่งออกน้ำมันมะพร้าวได้ในมูลค่าสูง ดังนี้ [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี	2542	2543	2544	2545	2546	2547
น้ำมันมะพร้าวที่ส่งออก	*15,471,422*	*98,812,033*	*11,454,234*	*51,171,991*	*43,280,132*	*60,068,487*

ที่มา หน่วย: บาท [9]

จากการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับมะพร้าวพบว่าคนส่วนใหญ่มีการตื่นตัวและเริ่มหันมาบริโภคมะพร้าวและกะทิกันมากขึ้น โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้วอย่างประเทศสหรัฐอเมริกามีการตื่นตัวอย่างมากเกี่ยวกับการบริโภคมะพร้าวและกะทิเนื่องจากมะพร้าวมีสรรพคุณมากมายทั้งด้านความงาม ด้านการรักษาโรค เมื่อรับประทานเป็นประจำจะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่างๆ บำรุงผิวพรรณ และไม่ทำให้อ้วน เป็นต้น ส่วนในด้านตลาดการส่งออกน้ำมันมะพร้าวก็มีการเติบโตขึ้นเรื่อยๆ สามารถทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท ทำให้เกษตรกรชาวสวนมะพร้าวให้มีรายได้เพิ่มมากขึ้น เป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้า กระตุ้นเศรษฐกิจภายในประเทศและยังทำให้คนส่วนใหญ่ที่ไม่ค่อยใส่ใจสุขภาพหันมาใส่ใจสุขภาพกันมากขึ้นช่วยให้ประเทศไม่ต้องเสียงบประมาณการนำเข้ายารักษาโรคจากต่างประเทศมากจนเกินไป จึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนากระบวนผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยการสร้าง เครื่องอบแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ ซึ่งจะช่วยลดพลังงานและระยะเวลาในการอบให้สั้นลง ซึ่งการสร้างเครื่องอบแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศนี้ได้รับความร่วมมือจาก Tropicana oil มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1 เพื่อลดระยะเวลาในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ให้สั้นลงกว่าวิธีปกติ

2. เพื่อผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่มีคุณภาพสูงและสะอาด

3. ศึกษาการใช้พลังงานและงบประมาณในการอบแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีสุญญากาศ

2. ศึกษาและสร้าง เครื่องอบแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ โดยใช้อุณหภูมิในการอบไม่เกิน 55 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเพิ่มมูลค่าของมะพร้าวให้มีราคาสูงขึ้น
2. มีความรู้ความสามารถนำไปประกอบอาชีพได้ในอนาคต
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะและหลักการทำงานของเครื่องอบแห้ง
4. เรียนรู้การพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งแบบสุญญากาศ
5. สามารถคิดค้นวิธีใหม่ๆในการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1หลักการของระบบสุญญากาศ

2.1.1 ระบบสุญญากาศ (Vacuum System)

ระบบสุญญากาศ จะได้แรงทำงานจากแรงดันบรรยากาศ โดยแรงดันของระบบถูกลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งระดับต่ำกว่าแรงดันบรรยากาศที่อยู่รอบๆทำให้ได้แรงดันที่มากกว่าสามารถนำไปใช้งานได้ หลักการเบื้องต้นโดยการให้ปั๊มสุญญากาศดูดอากาศออกจากระบบทำให้เกิดความแตกต่างของความดันภายในระบบและแรงดันบรรยากาศรอบๆ[10]

2.1.2 เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ (Vacuum drying)

Vacuum drying หมายถึง การดึงความชื้นออก เกิดขึ้นที่ที่ไม่มีออกซิเจนเพราะฉะนั้น การเสื่อมคุณภาพเนื่องจากออกซิเจน หรือการที่ไขมันจะทำปฏิกริยากับออกซิเจนและการทำให้เปลี่ยนสีลดลง [11] เครื่องอบแห้งแบบนี้ใช้ในการอบแห้งภายใต้สภาวะความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศโดยให้ความร้อนในการอบแห้ง เหมาะสำหรับวัสดุเปียก ข้อดีของเครื่องนี้จะใช้อุณหภูมิในการอบแห้งต่ำ ระเหยน้ำที่อุณหภูมิต่ำไม่มีออกซิเจนอยู่ภายในวัสดุชื้น [12]

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการอบแห้ง (Drying fundamentals) [13]

การอบแห้ง คือ กระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งไปยังวัสดุที่มีความชื้นเพื่อไล่ความชื้นโดยการระเหย ความร้อนที่วัสดุชื้นได้รับนี้จะนำไปเป็นความร้อนแฝงของการระเหยในกระบวนการอบแห้งจะเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของอากาศชื้น

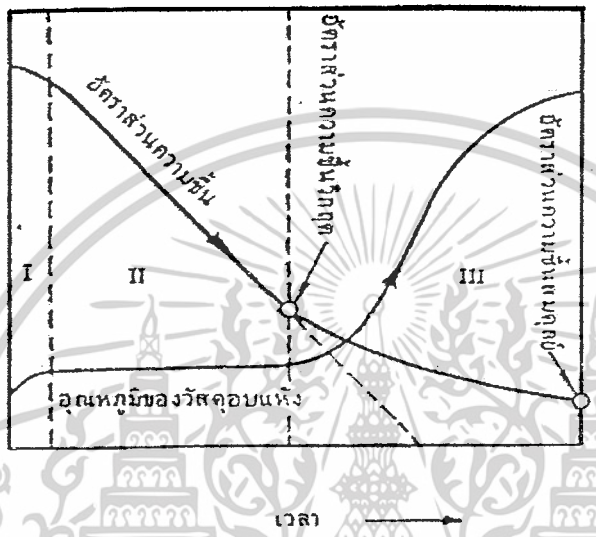
2.2.1 เงื่อนไขการอบแห้งจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.2.1.1 เงื่อนไขภายนอกวัสดุ เช่น วิธีถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุ วิธีกำจัดความชื้นที่ระเหยออกมาจากวัสดุ ความชื้นอิ่มตัวของอากาศร้อน ความดัน และอุณหภูมิของการอบแห้ง

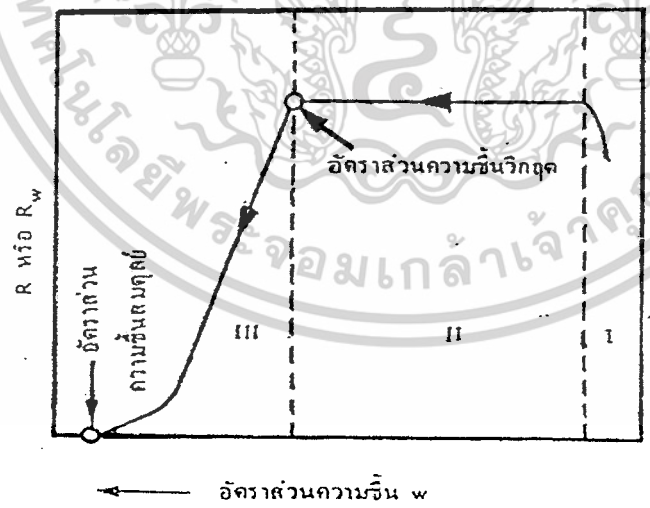
2.2.1.2 เงื่อนไขภายในวัสดุ เช่น ความพรุนของของแข็ง การนำความร้อนของวัสดุชื้น อุณหภูมิของวัสดุชื้น อัตราส่วนความชื้น และอัตราส่วนความชื้นสมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการอบแห้งวัสดุเปียกชื้นจะกระทำภายใต้เงื่อนไขการอบแห้งที่คงที่ เช่น ความชื้น ความเร็วลม อุณหภูมิ ความดัน ฯลฯ ถ้าทำการทดลองวัดการเปลี่ยนแปลงมวลและอุณหภูมิของวัสดุอบแห้งกับเวลาจะได้เส้นกราฟมีลักษณะดังรูปที่ 2.1 หรือวัดอัตราการอบแห้งกับอัตราส่วนความชื้นจะได้เส้นกราฟที่เรียกว่า "เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้ง" แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่2.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของมวลและอุณหภูมิกับเวลาในการอบแห้ง [13]



รูปที่2.2 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้ง [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่2.1 และ 2.2 พบว่าการอบแห้งแบ่งออกเป็น3 ช่วงใหญ่ๆ ดังนี้

ก. ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ

ข. ช่วงการอบแห้งที่ความเร็วคงที่

ค. ช่วงการอบแห้งที่ความเร็วลดลง

มีรายละเอียดดังนี้

ก. ช่วงการให้ความร้อนเบื้องต้นแก่วัสดุ

ที่ผิวของวัสดุชื้นความชื้นจะอยู่ในรูปของเหลว ถ้านำวัสดุชื้นมาอบภายใต้สภาวะการอบแห้งคงที่ อุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของกระแสลมร้อนช่วงเวลาที่วัสดุใช้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิจนถึงค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกนี้คือ ช่วงที่1 ดังรูปที่2.1และ2.2

ข. ช่วงการอบแห้งที่ความเร็วคงที่

เนื่องจากความร้อนที่ถ่ายเทจากอากาศมายังวัสดุชื้นทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลขึ้นพร้อมกัน ในช่วงนี้ความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับจะถูกใช้ในการระเหยน้ำ หรือ ของเหลวออกจากวัสดุชื้น ความร้อนที่วัสดุได้รับในช่วงนี้ คือ ความร้อนแฝงในการระเหยนั่นเองอัตราการอบแห้งในช่วงนี้จึงไม่ขึ้นกับเงื่อนไขภายในวัสดุ แต่ขึ้นกับเงื่อนไขภายนอกวัสดุที่ใช้ในการอบแห้งช่วงการอบแห้งที่ใช้ความเร็วคงที่ คือ ช่วงที่11 แสดงดังรูปที่2.1และ 2.2

ค. ช่วงการอบแห้งที่ความเร็วลดลง

ในขั้นตอนที่มีความชื้นที่อยู่ในรูปของเหลวในวัสดุจะระเหยหมดเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนของของเหลวจากส่วนในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของของเหลวหรือน้ำจากผิวของวัสดุจะทำให้อัตราการอบแห้งในวัสดุลดลง และเรียกอัตราส่วนความชื้นที่เปลี่ยนจากช่วงของการอบแห้งที่ความเร็วคงที่เป็นช่วงการอบแห้งที่ความเร็วลดลงว่า “อัตราส่วนความชื้นวิกฤติ” หลังจุดนี้วัสดุจะแห้งและอุณหภูมิของวัสดุจะเริ่มสูงขึ้นจนสมดุลกับอากาศขาเข้า เรียกอัตราส่วนความชื้นที่จุดสมดุลนี้ว่า “อัตราส่วนความชื้นสมดุล” ช่วงการอบแห้งที่ความเร็วลดลง คือ ช่วงที่111 แสดงในรูปที่ 2.1 และ 2.2

2.3 ทฤษฎีกระบวนการถ่ายเทความร้อน [14]

การถ่ายเทความร้อนมี 3 แบบ

2.3.1 การพาความร้อน (Convection)

การพาความร้อนคือ การให้ความร้อนแก่ตัวกลาง (โดยส่วนมากเป็นของไหล เช่น อากาศ หรือน้ำ) จากนั้นก็จะพาตัวกลางที่ทำให้ความร้อนเคลื่อนที่เข้าสู่เป้าหมาย ข้อเสียของวิธีนี้คือ ความร้อนของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป้าหมายจะขึ้นช้า และจะมีการสูญเสียความร้อนมาก อย่างไรก็ดีวิธีนี้ยังคงเป็นที่นิยมที่สุดเนื่องจากเป็นระบบที่ง่ายต่อการเข้าใจ สามารถหาแหล่งความร้อนได้ง่าย เช่น น้ำมัน ก๊าซ หรือฮีตเตอร์ทั่วๆไป

1) การพาโดยบังคับ (Force convection)

การพาโดยบังคับ คือ การเคลื่อนที่ของความร้อนระหว่างผิวของของแข็ง โดยกลไกภายนอก เช่น พัดลม

2) การพาโดยธรรมชาติ (Free of natural convection)

การพาโดยธรรมชาติ คือ การเคลื่อนที่ของระหว่างผิวของแข็งและของไหลโดยไม่มีกลไกใดๆ ที่ทำให้ของไหลเคลื่อนที่ แต่ของไหลที่อยู่ใกล้ผิวของของแข็งก็อาจจะเคลื่อนที่ได้โดยแรงลอยตัวของของไหลเอง

การคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการพา ดังนี้ คือ

$$q = h_c A\left(T_h - T_c\right) \qquad \text{..... (1)}$$

เมื่อ q = อัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ (W/m^2)

A = พื้นที่หน้าตัดที่ความร้อนเคลื่อนที่ (m^2)

h_c = สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (W/m^2K)

T_h = อุณหภูมิที่ร้อนกว่า (K)

T_c = อุณหภูมิที่เย็นกว่า (K)

2.3.2 การนำความร้อน (Conduction)

การนำความร้อน จะคล้ายกับการพาความร้อน แต่จะใช้ตัวกลางที่มีการนำความร้อนได้ดีซึ่งมักจะเป็นโลหะ ความร้อนจะถูกนำมาจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งโดยที่ตัวกลางเองจะไม่เคลื่อนที่

หลักการคำนวณของการนำความร้อนถูกตั้งขึ้นโดย โจเซฟ โฟริเออร์ (Joseph Fourier) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส โฟริเออร์ ได้เสนอสมการที่ใช้สำหรับการคำนวณ อัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนโดยการนำ ในปี ค.ศ. 1822 โดยอาศัยข้อมูลจากการทดลองดังนี้

$$Q = -kA\left[\frac{dT}{dX}\right] \qquad \text{..... (2)}$$

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อน (W)

k = ค่าการนำความร้อน(W/mK)

A = พื้นที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของความร้อน (m^2)

$\frac{dT}{dX}$ = อัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. การนำความร้อนผ่านผนังราบชั้นเดียว

เราพิจารณาเฉพาะการเคลื่อนที่ของความร้อนในทิศทาง X หรือ อาจกล่าวได้ว่า อุณหภูมิเปลี่ยนเฉพาะในทิศทาง X และอุณหภูมิมีค่าคงที่ในทิศทาง Y และ Z และในผนังไม่มีแหล่งจ่ายพลังงานอื่น จากเงื่อนไขเหล่านี้ และจากสภาวะสม่ำเสมอเราได้ว่า

$$Q = \left[\frac{kA}{I}\right](T_1 - T_2) \qquad \text{..... (3)}$$

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อน (W)

k = ค่าการนำความร้อน(W/mK)

A = พื้นที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของความร้อน (m^2)

$T_1 - T_2$ = ความแตกต่างของอุณหภูมิ (K)

I = ความยาวหรือความหนา (m)

ข. การนำความร้อนผ่านผนังหลายชั้น

โดยปกติแล้วเรามักจะต้องการให้มีการสูญเสียความร้อนน้อยที่สุด ซึ่งก็จะทำได้โดยการใช้ผนังที่ทำด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนความร้อน นั่นก็คือ วัสดุที่มีค่า k ต่ำ แต่วัสดุที่มีค่า k ต่ำมาก มักจะไม่แข็งแรง ไม่เหมาะที่จะนำมาเป็นโครงสร้าง ในทางปฏิบัติมักใช้วัตถุดิบมากกว่า 1 ชนิดในการสร้างผนัง ซึ่งมักประกอบด้วยวัสดุที่แข็งแกร่ง เช่น โลหะ และบุด้วยฉนวน กันความร้อน ดังนั้นจึงควรมีสมการที่ใช้คำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังที่มีหลายชั้น

$$q_x = \left[\frac{T_{\alpha,1} - T_{\alpha,4}}{\sum R_\tau}\right] \qquad \text{..... (4)}$$

$$R_\tau = \frac{1}{h_1 A} + \frac{L_1}{K_A A} + \frac{L_2}{K_B A} + \frac{L_3}{K_C A} + \frac{L_4}{h_4 A}$$

เมื่อ q_x = อัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ในแนวแกน X

$T_{s,1} - T_{s,4}$ = ความแตกต่างของอุณหภูมิ (K)

A = พื้นที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของความร้อน (m^2)

h = สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (W/m^2K)

K = ค่าการนำความร้อน (W/mK)

2.3.3 การแผ่รังสี (Radiation)

การแผ่รังสีความร้อน คือ พลังงานที่ถูกส่งออกไปโดยที่อุณหภูมิจำกัดแน่นอน ถึงแม้ว่าเราจะเน้นการแผ่รังสีจากวัตถุแข็งก็ตาม การส่งออกของรังสีอาจเกิดขึ้นได้จากของเหลวและก๊าซ ดังนั้น โดยไม่คำนึงถึงรูปของสาร การส่งออกรังสีหรือว่า เป็นการเปลี่ยนการจัดเรียงตัวของอิเล็กตรอนขององค์ประกอบอะตอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ โมเลกุล พลังงานของสนามการแผ่รังสีนั้นจะถูกนำออกไปโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในขณะที่การถ่ายพลังงานโดยการนำหรือการพาต้องการวัตถุตัวกลางแต่การแผ่รังสีไม่ต้องการ ในความเป็นจริงการถ่ายเทโดยการแผ่รังสีเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดในสุญญากาศ

ใน ค.ศ. 1884 สตีเฟนและโบลซ์แมน (Stefen and Boltsman) ได้เสนอสมการในการคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนสูงสุด ในการแผ่รังสีของวัสดุที่มีพื้นที่ A และอุณหภูมิ T ดังนี้

$$Q = \varepsilon \sigma A T^4 \quad \text{.....} \quad (5)$$

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อน (W)

ε = ค่าการแผ่รังสี (Emissivity)

σ = ค่าคงที่ของ สตีเฟนและโบลซ์แมน ($5.67 \times 10^{-8} W/m^2K^4$)

A = พื้นที่ผิวของตัวแผ่รังสี (m^2)

T = อุณหภูมิของตัวแผ่รังสี (K)

2.4 ภาระที่มีการสูญเสียความร้อนผ่านผนัง [15]

คือ การสูญเสียความร้อนที่ผ่านผนังโดยการนำความร้อนจากภายในสู่ภายนอก เนื่องจากไม่มีฉนวนที่สมบูรณ์ในการป้องกันการนำความร้อนจากภายในมายังภายนอกห้อง

การคำนวณหาตัวประกอบของความร้อนที่ผ่านผนัง

ปริมาณความร้อนที่สูญเสียในบริเวณผนังต่อหน่วยเวลา เป็นฟังก์ชันของตัวประกอบ 3 ตัวซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสามาการดังต่อไปนี้

$$Q = UA\Delta T \quad \text{.....} \quad (6)$$

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อน (W)

U = สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด (W/m^2K)

A = พื้นที่ผิวของผนังที่มีการถ่ายเทความร้อน (m^2)

ΔT = ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิว (K)

การคำนวณหาตัวประกอบ U

ตัวประกอบ U ของวัสดุชนิดใดๆที่ใช้ทำผนังประกอบด้วยค่า Conductivity หรือ Conductance ดังตาราง เป็นค่าของ Conductivity หรือ Conductance ของวัสดุที่ใช้บ่อยๆ

Thermal conductivity หรือตัวประกอบ k ของวัสดุกำหนดในหน่วยวัตต์ต่อเมตรต่อองศาเคลวิน (W/m K) และตัวประกอบ k ใช้กับวัสดุที่เป็นเนื้อเดียวกันทั่วทั้งหมด และกำหนดค่าความหนาของวัสดุ 1 เมตร ส่วน Thermal conductance หรือตัวประกอบ c ใช้ได้กับวัสดุที่เป็นเนื้อเดียวกัน ละวัสดุที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีหน่วยเป็น W/m^2K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวัสดุที่เป็นเนื้อเดียวกัน Thermal conductance คำนวณได้โดยเอาความหนาของวัสดุดังกล่าวไปหารตัวประกอบ k

เพราะฉะนั้น $c = \frac{k}{x}$

เมื่อ x = ความหนาของวัสดุ (m)

ถ้าอัตราความร้อนที่แพร่กระจายผ่านวัสดุที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ความต้านทานของผนังหรือวัสดุในการให้ความร้อนไหลผ่านเป็นสัดส่วนกลับกับความสามารถของผนังหรือของวัสดุในการให้ความร้อนผ่าน ดังนั้นความต้านทานความร้อนทั้งหมดของผนังสามารถที่จะแสดงจำนวนตัวเลขตรงกันข้ามกลับสัมประสิทธิ์ของการส่งผ่านความร้อนทั้งหมด ส่วนความต้านทานความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดสามารถที่จะแสดงตัวเลขกลับกับ Conductivity หรือ Conductance ด้วย

ความต้านทานความร้อนทั้งหมด $R = \frac{1}{U}$

ความต้านทานความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด $r = \frac{1}{k}$ หรือ $\frac{1}{c}$ หรือ $\frac{x}{k}$

เมื่อผนังมีวัสดุหลายชั้นที่ใช้ทำและแตกต่างกัน ความต้านทานความร้อนทั้งหมดของผนังเป็นผลรวมของความต้านทานของวัสดุแต่ละชนิดในโครงสร้างของผนังดังนี้

$$\frac{1}{U} = \frac{x}{k_1} + \frac{x}{k_2} + \ldots + \frac{x}{k_n} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

เพราะฉะนั้น

$$U = \frac{1}{\frac{x}{k_1} + \frac{x}{k_2} + \ldots + \frac{x}{k_n}}$$

2.5 รายละเอียดการคำนวณภาระความร้อน [16]

2.5.1 ปริมาณความร้อนที่ใช้ต้มของเหลวหรือสารละลาย คำนวณได้จากสมการดังนี้

$$Q = mC\Delta T \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

เมื่อ Q = ค่าความร้อน (kJ)

m = มวลของเนื้อมะพร้าวขูด (kg)

C = ความจุความร้อนจำเพาะของเนื้อมะพร้าวขูด (kJ/ kg.°C)

ΔT = อุณหภูมิเพิ่มขึ้น (ถึงอุณหภูมิที่ต้องการ) (°C)

ทั้งนี้อัตราของความร้อนป้อนเข้าก็คือปริมาณความร้อนที่ต้องการหารด้วยระยะเวลาอุ่นถังต้มจนถึงจุดใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการออกแบบ

3.1 แนวความคิดในการออกแบบ

1. ถังหรือภาชนะที่ใช้ในการทำแห้งระบบสุญญากาศต้องทนแรงดันสุญญากาศได้

2. ใบกวนภายในถังสุญญากาศต้องทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเคลื่อนที่เพื่อเพิ่มผลิตภาพในการทำแห้งระบบสุญญากาศ

3. เพลาใบกวนต้องสามารถทนต่อแรงบิดได้

4. ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการทำแห้งระบบสุญญากาศคือ 1 kg

5. ต้องเลือกใช้วัสดุที่ไม่ทำปฏิกริยากับเนื้อมะพร้าวขูด

6. เลือกใช้ Stainless Steel AISI Grade 304

3.2 การคำนวณหาขนาดของถังสุญญากาศ[17]

3.2.1 หาปริมาตรของถังภายใน (V)

โดยการนำมะพร้าวขูด 1 kg มาบรรจุในกระป๋องตวงขนาด 1 ลิตร และนำไปชั่งน้ำหนักเป็นจำนวน 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยจะได้เท่ากับ 436.81 g หรือเท่ากับ 1 ลิตร

เทียบ 436.81 g = 1 L

1000 g = 2.289 L หรือ 2289 cm^3

ดังนั้น ถ้าเนื้อมะพร้าวขูด 70% จะเท่ากับ 2289 cm^3

ดังนั้นปริมาตรของถัง 100% จะเท่ากับ 3270 cm^3

3.2.2 ขนาดถังภายใน

ได้ทำการออกแบบถังน้ำและถังความดันให้มีความสามารถที่จะรองรับน้ำหนักของมะพร้าวขูดได้ประมาณ 1 กิโลกรัม ทั้งนี้ถังที่ออกแบบจะต้องสามารถรองรับปริมาตรของมะพร้าวขูด ที่จะใช้ในระบบ ดังนั้นถังที่ได้ออกมาจึงมีถังที่มีขนาดพิเศษไม่มีขายตามท้องตลาด จึงต้องทำการสั่งทำพิเศษในการคำนวณหาขนาดของถังมีวิธีการคำนวณดังนี้

จากอัตราส่วนที่ใช้ r: h

1: 3

จากสูตร

$$v = \pi r^2 \times h \quad \text{..... (9)}$$

เมื่อ r = รัศมีของถัง cm

h = ความสูงของถัง cm

v = ปริมาตรของถังภายใน cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$r = \frac{1}{3} \times h$$

$$V = \pi \left(\frac{h}{3} \right)^2 \times h$$

$$V = \pi \frac{h^3}{9}$$

$$h^3 = \frac{3270}{\frac{\pi}{12}}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{3270 \times 9}{\pi}}$$

$$= 21.07 \text{ cm}$$

$$r = \frac{1}{3} \times h$$

$$r = \frac{21.07}{3}$$

$$r = 7.02 \text{ cm}$$

$r = 8$, $h = 16$ cm ฉะนั้น $V = 4825.48\ cm^3$

3.2.2.1 หาความหนาของถังภายใน

ค่าYield strength (σ_y) ของStainless Steel AISI Grade 304 มีค่า 205 Mpa = 205 N/mm^2 **[18]**

N = ค่าความปลอดภัย เลือก 5

r_i = รัศมีของถัง 7.73 cm

P = ผลต่างทางความดันภายในและภายนอกถังซึ่งความดันภายในถังสุญญากาศเท่ากับ 0 ความดันภายนอกถังประมาณเท่ากับ 1 bar หรือ 0.1 N/mm^2

จากสูตร

$$\sigma_{tL} = \frac{Pr_i}{2t} \quad \text{.....(10)}$$

$$\sigma_{tL} = \frac{\sigma_y}{N} = \frac{205}{5} = 41 \text{ N}/mm^2$$

$$t = \frac{Pr_i}{2(\sigma_{tL})}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{(0.1)(77.3)}{2(41)}$$

$$\therefore t = 0.094 \text{ mm.}$$

3.2.3 ขนาดถังภายนอก

การหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังภายนอกเนื่องจากถังภายในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 16 เซนติเมตร เผื่อช่องว่างด้านข้างถังภายใน 5 เซนติเมตร เพราะฉะนั้นเส้นผ่านศูนย์กลางของถังภายนอกเท่ากับ 26 เซนติเมตร

3.3 การคำนวณหาปริมาตรถังภายนอก

หา (v) ถังภายนอก

จากสูตร

$$\pi r^2 \times h \quad \text{..... (11)}$$

เมื่อ r = รัศมีของถังภายนอก = 13 cm

h = ความสูงของถังภายนอก = 29 cm

$$\text{V ถังภายนอก} = \pi(13^2) \times 29$$

$$\therefore \text{ V ถังภายนอก} = 16282.48 \ cm^3$$

3.4 การคำนวณหาปริมาตรของน้ำ

จากสูตร

$$\text{V ถังภายนอก - V ถังภายใน} \quad \text{..... (12)}$$

เมื่อ V ถังภายนอก = 16282.48 cm^3

V ถังภายใน = 4825.48 cm^3

$$= 16282.48 - 4825.48$$

$$= 11457 \ cm^3$$

$$\therefore \ 11457 \, cm^3 = 11457 \, g = 11.457 \ kg = 11.457 \ l$$

3.5 การออกแบบใบกวน

3.5.1 รูปร่าง

ในการกวนต้องการให้เนื้อมะพร้าวขูดเกิดการเคลื่อนที่ ทุกส่วนภายในถังเพื่อช่วยในการดูดความชื้นเมื่อทำการสุญญากาศเอาความชื้นออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การคำนวณหาขนาดเพลาใบกวน [17]

เนื่องจากเพลาที่ใช้ขับใบกวนเกิดแรงบิดเพียงอย่างเดียว จึงใช้ทฤษฎีของการบิดเข้ามาคำนวณขนาดของเพลา เริ่มจากคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ซึ่งค่าที่คำนวณได้คือ เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 HP ซึ่งเป็นขนาดที่สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด ให้กำลังขับ (WP) เท่ากับ 186.5 Nm/s ซึ่งเพียงพอในการขับใบกวน ค่าความเร็วรอบสูงสุดจากการทดลองที่ใช้ขับใบกวนเท่ากับ 100 รอบ/นาที

หาขนาดของเพลา

จากสูตร

$$\tau_d = \frac{Tr}{J} \quad \text{..... (13)}$$

$$\tau_d = \frac{\tau y}{N} \; ; \; \tau_y = 0.6 \; \sigma y$$

เมื่อ T = โมเมนต์บิด (Nm)

r = รัศมีท่อกลม (cm)

J = โมเมนต์เฉื่อยเชิงขั้วของพื้นที่

$= \frac{\pi}{32} d^4$ สำหรับท่อกลม

d = เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (cm)

Stain steel AISI Grade 304 มีค่าเท่ากับ 205 MPa หรือมีค่าเท่ากับ 205 N/mm^2 ค่าความปลอดภัย (N) เท่ากับ 5 **[18]**

$$\tau_y = 0.6 \times 205 = 123 \quad N/mm^2$$

$$\therefore \tau_d = \frac{123}{5} = 24.6 \; N/mm^2$$

จากสูตร

$$P = \frac{2n\pi t}{60} \quad \therefore T = \frac{60(P)}{2n\pi} \quad \text{..... (14)}$$

$$J = \frac{\pi}{32} d^4 \quad ; \quad r = \frac{d}{2} \quad \text{..... (15)}$$

แทนค่าสมการ(15) และสมการ (16) ลงในสมการที่(14)

$$\tau_d = \frac{T(d/2)}{(\pi/32).d^4} = \frac{32T(d/2)}{\pi d^4} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

$$= \frac{16\left(\frac{60(P)}{2n\pi}\right)}{\pi d^3}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P=186.5 Nm/s = 186500 Nmm/s

$$d^3 = \frac{16\left(\frac{60\times186500}{2\times100\times\pi}\right)}{\pi\times24.6}$$

$$= \frac{16\times17809.43}{77.28}$$

$$= 3687.103\ mm^3$$

$$\therefore\ d = 15.44\ mm$$

∴ เลือกใช้เพลาขนาด 20 mm ในการขับใบกวน เนื่องจากต้องใช้ขนาดตามท้องตลาด

3.6 การคำนวณหากำลังขับมอเตอร์ [17]

จากสูตร

$$P = \frac{2\pi nT}{60} \quad \text{.....(16)}$$

เมื่อ r = รัศมีของถังภายใน = 8 cm หรือ 0.08 m

n = ความเร็วรอบ (100รอบ/นาที)

T = แรงบิด

หา T

$$T = 9.81m/s^2 \times 1kg \times 0.08m$$

$$T = 0.784\ \ N.m$$

หา P

$$P = \frac{2\times100\times3.14\times0.784N.m}{60s}$$

$$P = 8.20N.m/s \text{ หรือ } 8.20W$$

เทียบ 746 W = 1 HP

8.20 W = 0.0109 HP

∴ เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1/4 แรงม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.7 การคำนวณภาระความร้อนทั้งหมดที่ใช้ในการสุญญากาศเนื้อมะพร้าวขูดเพื่อใช้ในการเลือก Heater

ภาระความร้อนทั้งหมด = (ความร้อนที่ใช้เพิ่มอุณหภูมิของเนื้อมะพร้าวขูด) + (ความร้อนสูญเสียจากผนังรอบ) + (ความร้อนสูญเสียจากการดูดอากาศออกจากถังเนื้อมะพร้าวขูด)

ก. หาภาระความร้อนที่ใช้เพิ่มอุณหภูมิของเนื้อมะพร้าวขูด จากสูตร

$$Q = mC\Delta T \quad \text{..... (18)}$$

เมื่อ Q = ค่าความร้อน (kJ)

m = มวลของเนื้อมะพร้าวขูด (kg)

C = ความจุความร้อนจำเพาะของเนื้อมะพร้าวขูด (kJ/ kg. $^{\circ}C$) [19]

ΔT = อุณหภูมิเพิ่มขึ้น (ถึงอุณหภูมิที่ต้องการ) ($^{\circ}C$)

แทนค่า น้ำหนักของเนื้อมะพร้าวขูด 1 kg ความจุความร้อนจำเพาะของเนื้อมะพร้าวขูด 2.85kJ/ kg. $^{\circ}C$ อุณหภูมิห้องปกติ 25 $^{\circ}C$ อุณหภูมิที่ต้องการ 55 $^{\circ}C$

$$Q = 1 \times 2.85 \times (55 - 25)$$

$$Q = 85.5 \text{ kJ}$$

เมื่อต้องการทราบ Power (W) โดยใช้เวลา 10 นาที คิดเป็น $10 \times 60 = 600$ วินาที ดังนั้นค่า Power (W) มีค่าเท่ากับ $\left(\frac{8.55 \times 1000}{600}\right) = 142.5$ W

ข. ความร้อนสูญเสียที่ผนังรอบ

จากสูตร

$$Q = UA\Delta T \quad \text{..... (19)}$$

เมื่อ Q = อัตราการถ่ายเทความร้อน (W)

A = พื้นที่ผิวของผนังที่มีการถ่ายเทความร้อน (m^2)

U = สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด (W / m^2K)

ΔT = ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิว (K)

ข.1 หาพื้นที่ผิวของผนังที่มีการถ่ายเทความร้อน

จากสูตร

$$A = 2\pi r \times h \quad \text{..... (20)}$$

เมื่อ A = พื้นที่ผิวที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อน (m^2)

r = รัศมีภายนอก (m)

h = ความสูงของถังภายนอก (m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

103137

แทนค่า $r = 0.136\,(m)$ $h = 0.293\,(m)$

$$A = (2 \times \pi \times 0.136) \times (0.293)$$

$$A = 0.2502\ m^2$$

ข.2 สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด

วัสดุที่ใช้ทำผนังของถังภายนอก มีสองชนิดคือ Stainless Steel 304 มีความหนา 1mm และ Fiber Glass มีความหนา 1 inch ความหนาที่กำหนดมานั้นเป็นค่าที่ทางร้านแนะนำมา ในการสั่งซื้อชิ้นงานอุตสาหกรรมทั่วไป

ขั้นตอนการถ่ายเทความร้อนจากน้ำร้อนไปยัง SS 304 Fiber Glass และ SS304 เป็นจำนวน 3 ชั้น ดังนั้นค่า k หรือค่า Thermal conductivity ของ Stainless Steel AISI 316L มีค่าเท่ากับ16.2 W/m K และ ค่า k ของ Fiber Glass มีค่าเท่ากับ 0.04 W/m K

จากสูตร

$$U = \frac{1}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3}} \qquad \text{..... (21)}$$

เมื่อ U = สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด (W/m^2K)

x_1 = ความหนาของ Stainless Steel AISI 304 (m)

x_2 = ความหนาของ Fiber Glass(m)

x_3 = ความหนาของ Stainless Steel AISI 304 (m)

k_1 = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของ Stainless Steel AISI 304 (W/mK)

k_2 = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของ Fiber Glass (W/mK)

k_3 = สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของ Stainless Steel AISI 304 (W/mK)

แทนค่า $x_1 = 0.001$ m $x_2 = 0.03$ m $x_3 = 0.001$ m $k_1 = 16.2\ W/mK$ $k_2 = 0.04 W/mK$

$k_3 = 16.2\ W/mK$

$$U = \frac{1}{\frac{0.001}{16.2} + \frac{0.03}{0.04} + \frac{0.001}{0.04}}$$

$$U = 1.290\ W/m^2K$$

ข.3 การหา ΔT

อุณหภูมิภายนอกถัง 25 $^\circ C$ และอุณหภูมิของน้ำภายใน 80 $^\circ C$ ดังนั้น ΔT จึงมีค่าเท่ากับ 80 – 25 = 55 $^\circ C$

แทนค่า $U = 1.290 W/m^2K$ $A = 0.2502\,m^2$ $\Delta T = 55^\circ C$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q = 1.290 \times 0.2502 \times 55$$

$$Q = 17.75\ W$$

ดังนั้นความร้อนสูญเสียที่ผนังรอบถังต้ม มีค่าเท่ากับ Power $17.75\ W$

ค. ความร้อนสูญเสียจากการดูดอากาศออกจากถังเนื้อมะพร้าวขูด ซึ่งคือความร้อนแฝงของการทำให้เนื้อมะพร้าวขูดกลายเป็นไอ

จากสูตร

$$Q = mL \qquad \text{..... (22)}$$

เมื่อ Q = ความร้อนแฝงที่ต้องนำออกไป

m = น้ำหนักน้ำในเนื้อมะพร้าวขูด

L = ความร้อนแฝงของเนื้อมะพร้าวขูด

ค.1 หาน้ำหนักน้ำในเนื้อมะพร้าวขูด

จากสูตร

$$m = \frac{\%\text{ความชื้น} \times \text{มวลของเนื้อมะพร้าวขูด}}{100}$$

ค.1.1 หา %ความชื้น

แทนค่า จากการที่หา %ความชื้นโดยการนำเนื้อมะพร้าวขูด ใส่ในถาดแก้วก่อนอบจะมีน้ำหนัก 95.96 g และเมื่อนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ $105^{\circ}C$ ใช้เวลาในการอบ 24 ชม. จะได้เนื้อมะพร้าวหลังอบที่ใส่ในถาดแก้วจะมีน้ำหนัก 47.26 g

จากสูตร

$$\%\text{ความชื้น} = \frac{\text{มวลก่อนอบ} - \text{มวลหลังอบ}}{\text{มวลก่อนอบ}}$$

$$\%\text{ความชื้น} = \frac{95.96 - 47.26}{95.96} \times 100$$

$$= 50\%$$

แทนค่า %ความชื้น = 50% มวลของเนื้อมะพร้าวขูด = 1kg

$$m = \frac{50 \times 1}{100}$$

$$= 0.5\ \text{kg}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.2 หาความร้อนแฝงของเนื้อมะพร้าวขูด

เมื่อ L = ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (Latent Heat)

$$L = 2502.5 - 2.3858(T - 273.16)\ \text{kJ/kg}$$

หา $T = 55\ ^{\circ}C + 273.16K$

$$T = 328.16K$$

$$L = 2502.5 - 2.3858(328.16 - 273.16)\ \text{kJ/kg}$$

$$L = 2502.5 - 131.21$$

$$L = 2371\ \text{kJ/kg}$$

แทนค่า $m = 0.5$ kg $L = 2371$ kJ/kg

$$Q = 0.5 \times 2731$$

$$Q = 1185\ \text{kJ}$$

เมื่อต้องการทราบ Power (W) โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที คิดเป็น $5 \times 60 = 300$ วินาที ดังนั้นค่า Power (W) มีค่าเท่ากับ $\left(\frac{1185 \times 1000}{300}\right) = 3950$ W

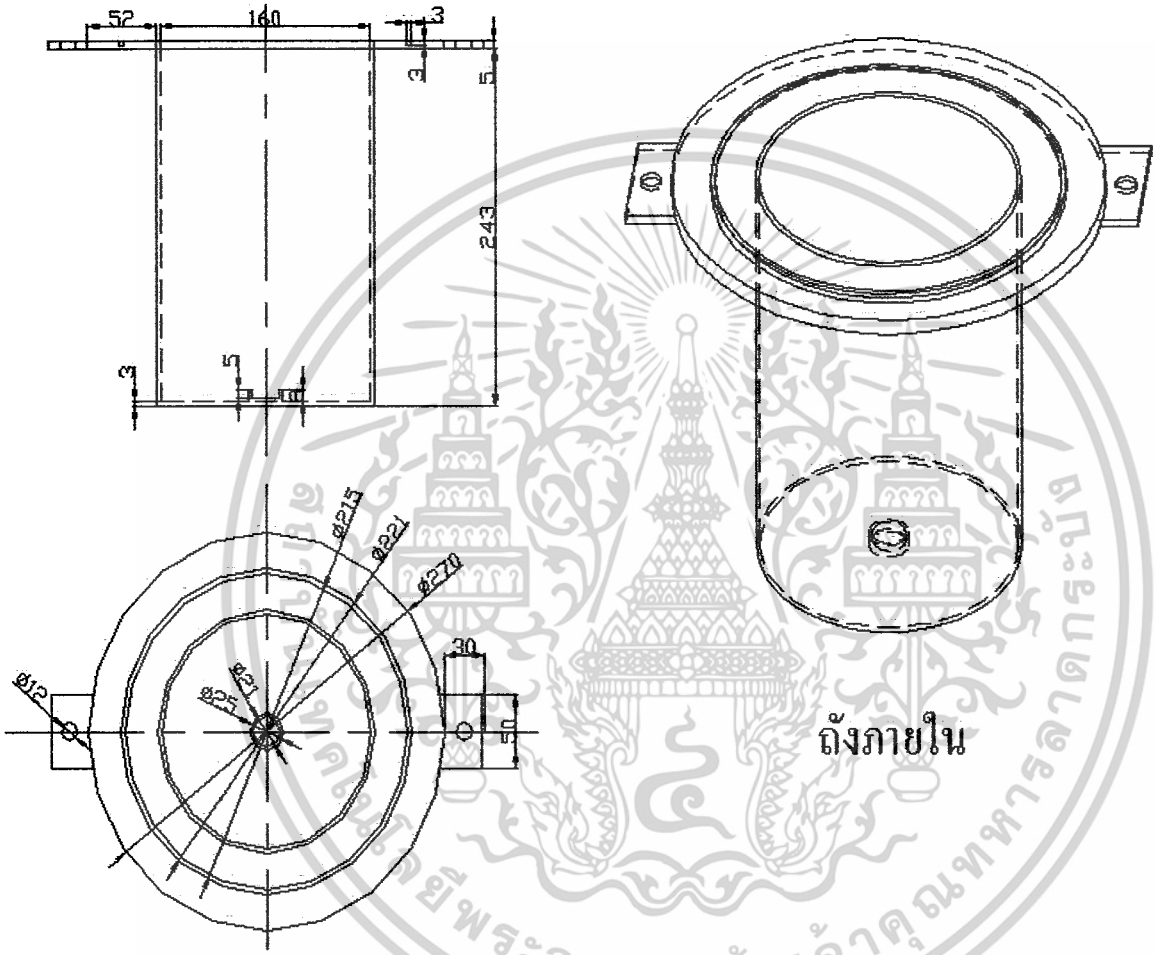
ดังนั้นภาระความร้อนทั้งหมด $= 142.5 + 17.75 + 3950$

$$= 4110\ \text{W}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 แบบส่วนประกอบของ เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ

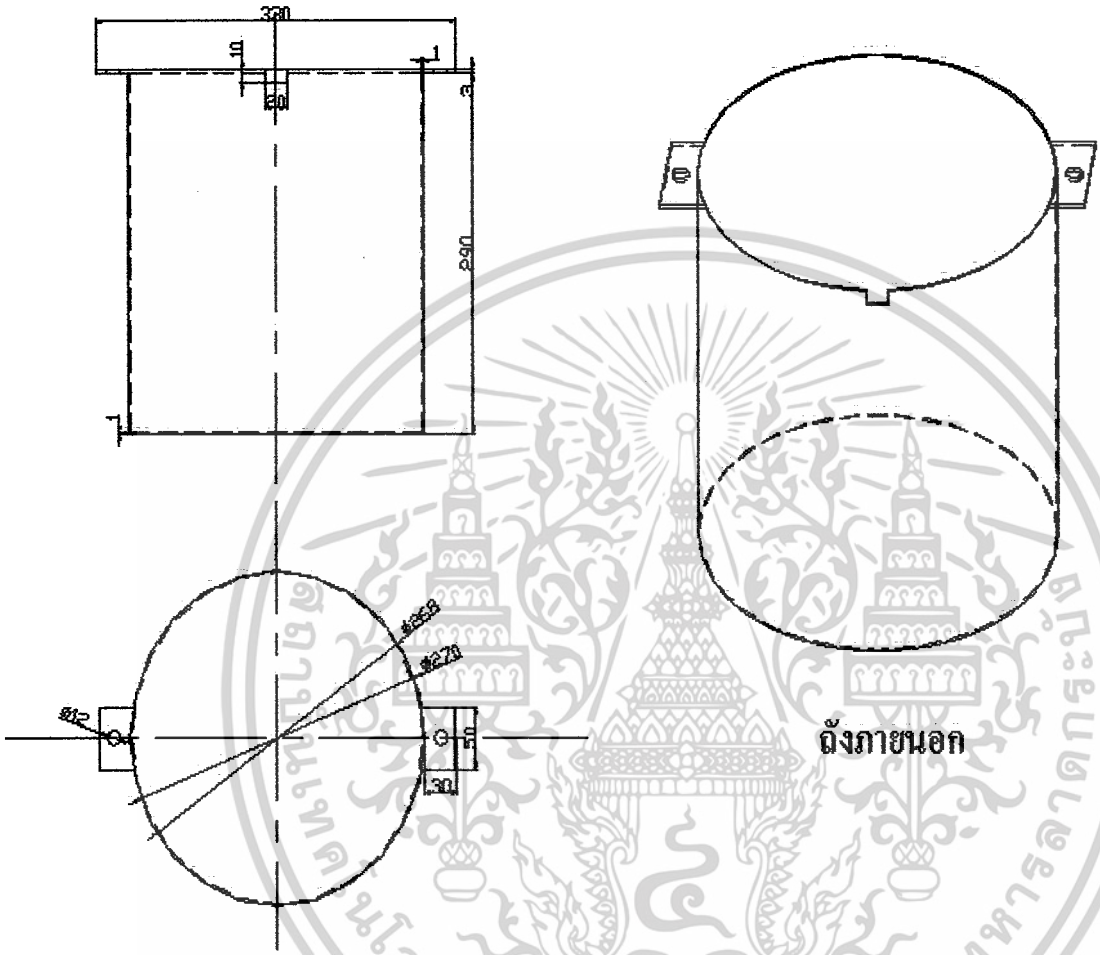
3.8.1 แบบ ถังภายใน หน่วย mm



ถังภายใน

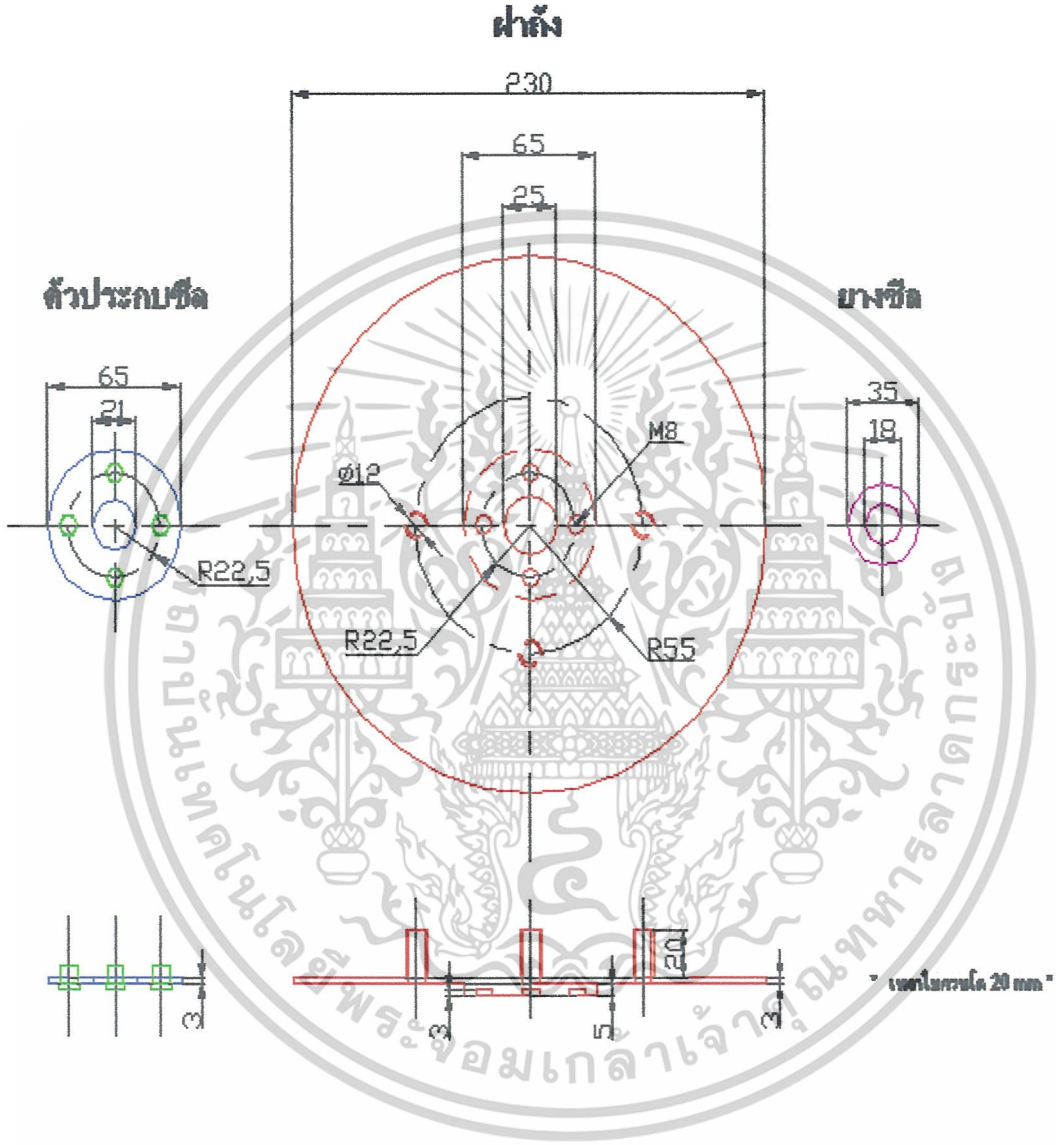
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 แบบ ถังภายนอก หน่วย mm



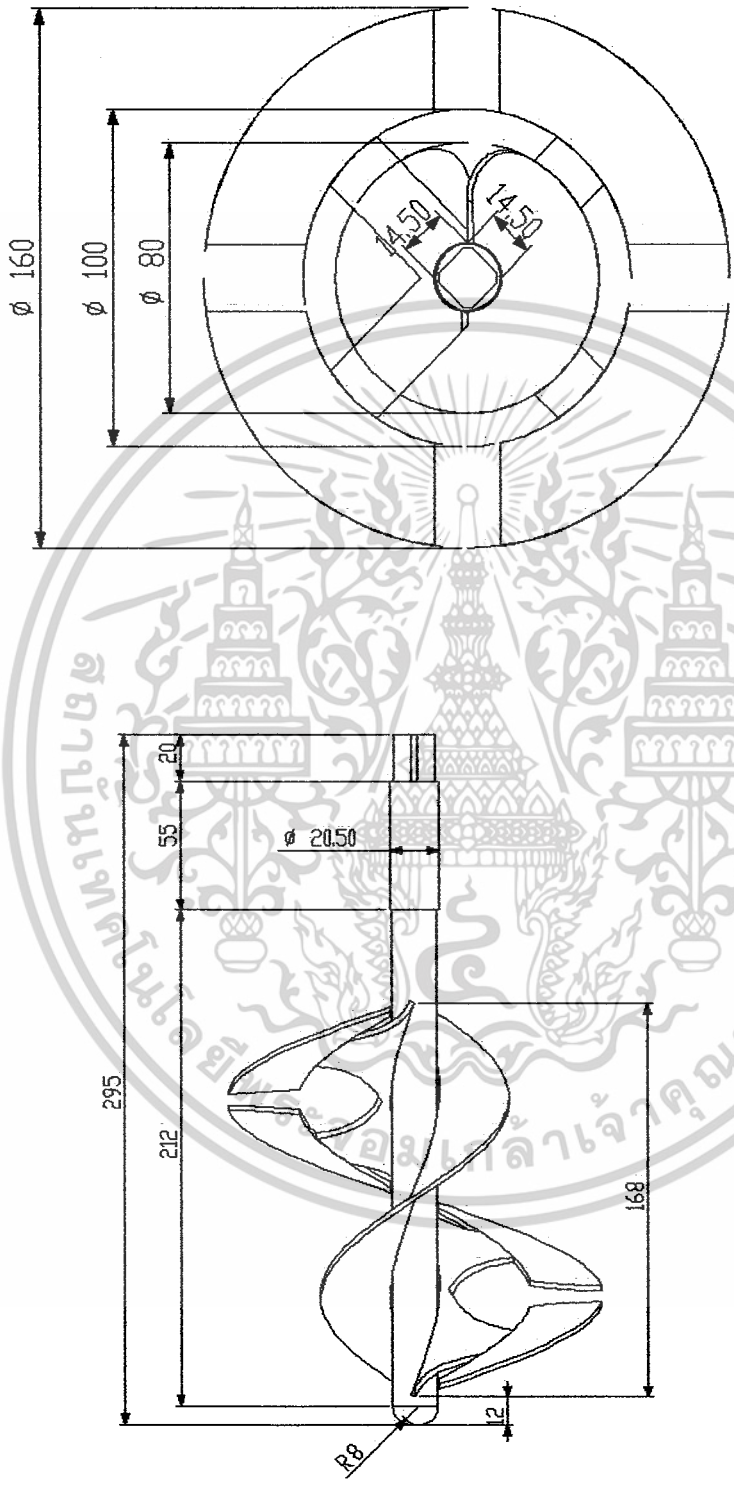
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.3 แบบ ฝาถัง หน่วย mm



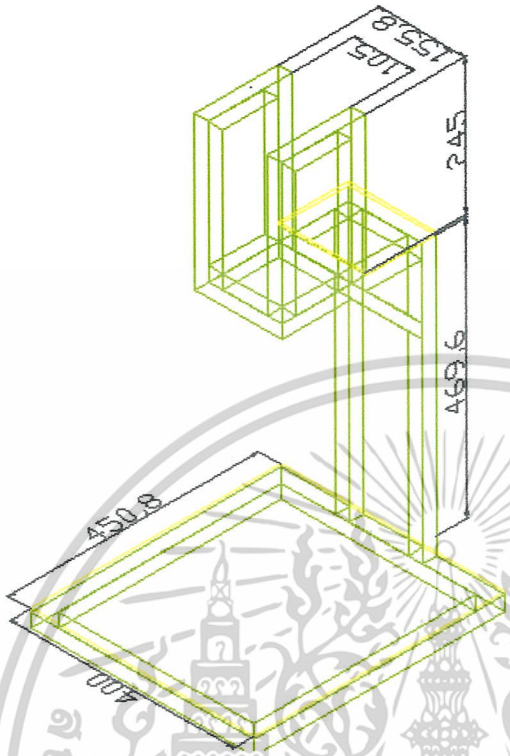
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.4 แบบ ใบกวน หน่วย mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.5 แบบ แท่นวางมอเตอร์ หน่วย mm



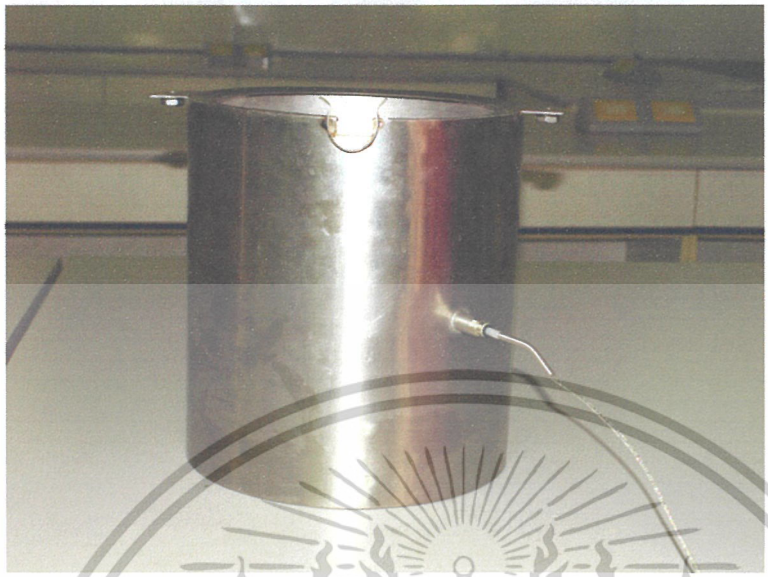
3.9 ส่วนประกอบของ เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ

3.9.1 ถังภายใน

รูปที่ 3.9.1 ถังภายใน

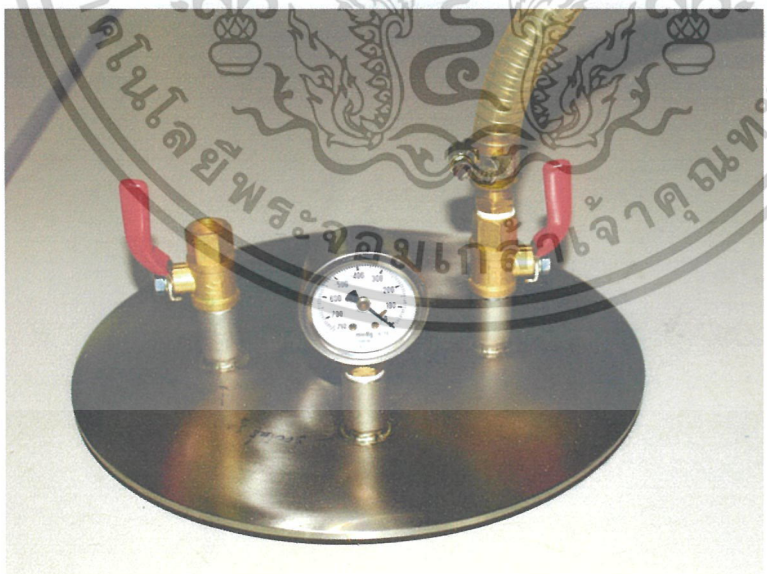
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 ถังภายนอก



รูปที่ 3.9.2 ถังภายนอก

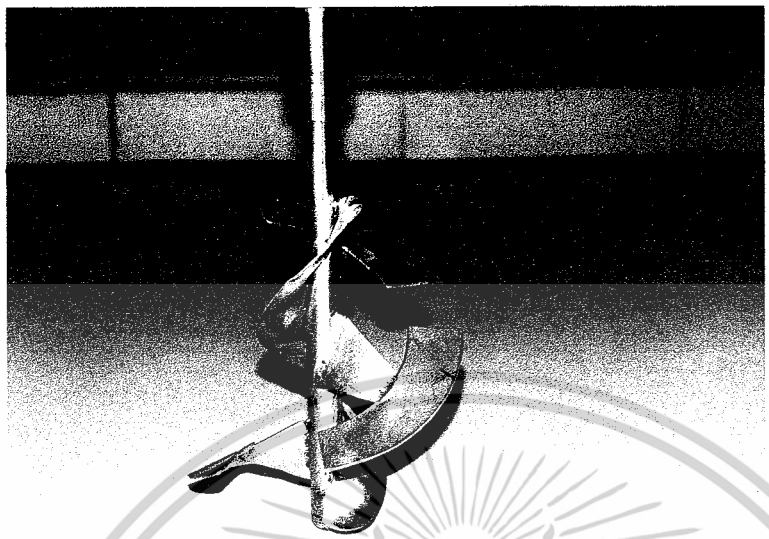
3.9.3 ฝาถัง



รูปที่ 3.9.3 ฝาถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.4 ใบกวน โดยใบกวนจะต่อเข้ากับมอเตอร์



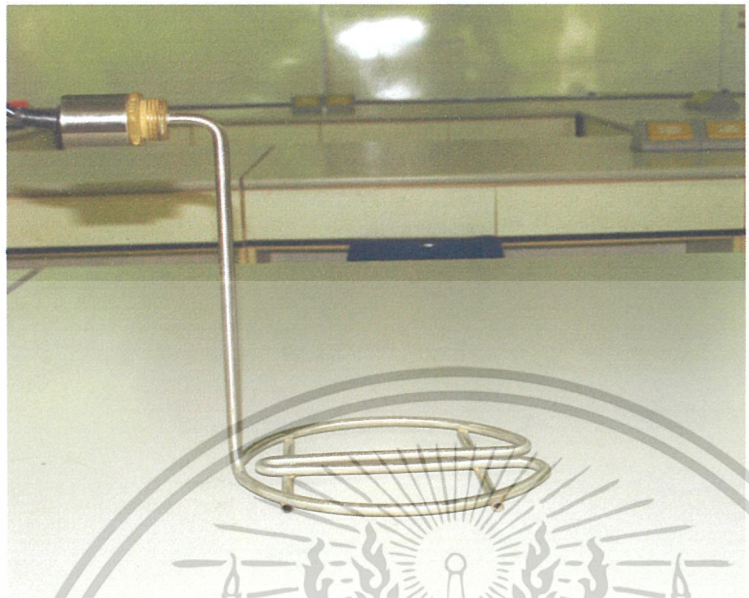
รูปที่ 3.9.4 ใบกวน

3.9.5 มอเตอร์

รูปที่ 3.9.5 มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.6 ตัวทำความร้อน จะวางพาดกับถังภายนอก



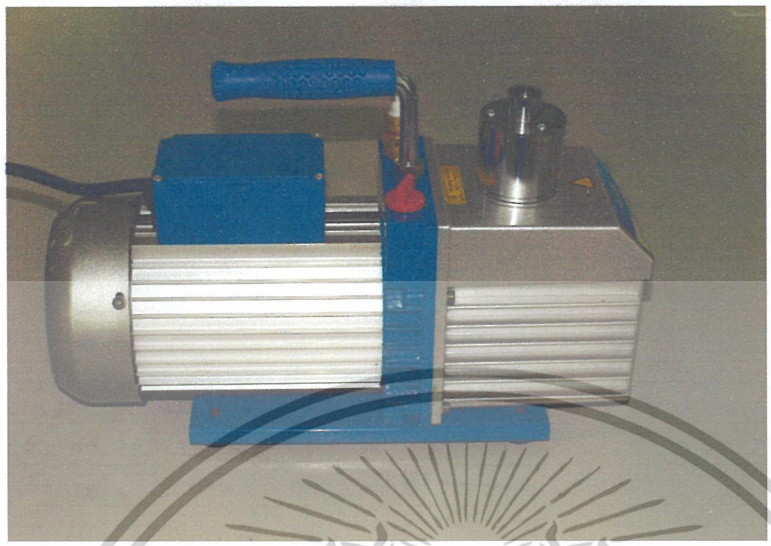
รูปที่ 3.9.6 ฮีทเตอร์

3.9.7 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ

รูปที่ 3.9.7 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ

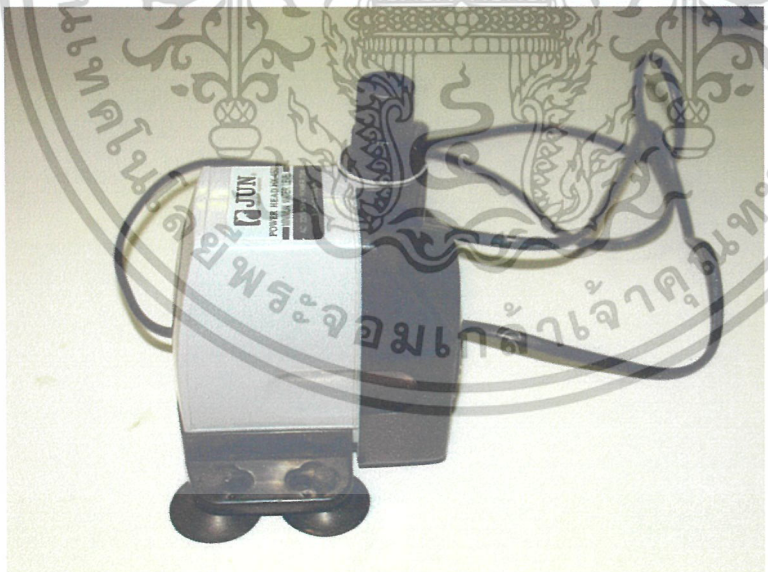
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.8 ปั๊มสุญญากาศ



รูปที่ 3.9.8 ปั๊มสุญญากาศ

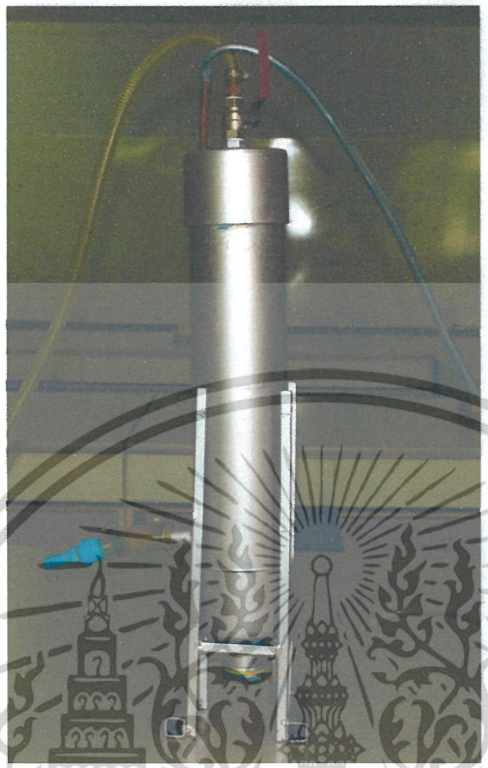
3.9.9 ปั๊มน้ำ



รูปที่ 3.9.9 ปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.10 ชุดแรกเปลี่ยนความร้อน



รูปที่ 3.9.10 ชุดแรกเปลี่ยนความร้อน

3.9.11 เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ

รูปที่ 3.9.11 เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

4.1 การทดสอบสมรรถนะ

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ การทดลองได้ทดสอบที่ความดันสุญญากาศ 700 – 730 mm Hg ตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ 60 ºC ทำให้ได้อุณหภูมิในถังน้ำตั้งแต่อุณหภูมิ 68.5 –71.5 ºC โดยเปลี่ยนความเร็วรอบทั้งหมด 3 ระดับ 0, 50, และ 100 rpm

4.1.1 วัสดุ [ดูรูปในภาพผนวก ก]

1. เนื้อมะพร้าวขูดใหม่ จากตลาดหัวตะเข้
2. น้ำแข็งก้อน

4.2 อุปกรณ์

1. เครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ และอุปกรณ์ส่วนควบ
2. เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล (Fluke 179 True RMS Multimeter, USA) พร้อมสายเทอร์โมคอปเปิล 2 สาย 1 เครื่อง
3. ถังพลาสติกใส่น้ำแข็ง กว้าง 37 cm ยาว 53 cm สูง 30 cm
4. เครื่องไฮดรอลิก
5. ถาดแสตนเลส 1 ถาด
6. แผ่นสแตนเลส กว้าง 20 cm ยาว 20 cm หนา 10 mm
7. ผ้าขาวบาง
8. เชือก
9. กระบอกตวง

4.3 วิธีการทดลอง

1. ตั้งเครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ
2. ชั่งน้ำหนักเนื้อมะพร้าวขูด และบันทึกผล
3. เติมน้ำ 10 ลิตร ลงถังภายนอก เปิดเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ 60 ºC
4. สุ่มตัวอย่างเนื้อมะพร้าวขูด 3 ตัวอย่าง ชั่งน้ำหนักและบันทึกผล
5. เอาตัวอย่างเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 ºC และบันทึกเวลา
6. นำเนื้อมะพร้าวขูดใส่ลงในถังภายใน ปิดฝา
7. นำมอเตอร์ต่อเข้ากับใบกวน เปิดปั๊มสุญญากาศ เปิดมอเตอร์ และเปิดปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. บันทึกค่าอุณหภูมิน้ำถังภายนอก อุณหภูมิถังภายในทุกๆ 5 นาที และเปิดฝาสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจวัดความชื้นทุกๆ 15 นาที จนกว่าอุณหภูมิถังภายในจะถึง 55 ℃
9. เมื่ออุณหภูมิถังภายในจะถึง 55 ℃ นำเนื้อมะพร้าวขูดออกมาห่อผ้าขาวบางชั่งน้ำหนักบันทึกผล
10. นำเนื้อมะพร้าวขูดที่ได้ไปหีบด้วยเครื่องไฮดรอลิก จะได้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์
11. ชั่งน้ำหนักเนื้อมะพร้าวขูดห่อผ้าขาวบางที่หีบน้ำมันแล้ว บันทึกผล

4.3.1 การวัดความชื้น

4.3.1.1 วัสดุ

1. เนื้อมะพร้าวขูด

4.3.1.2 อุปกรณ์

1. ถาดแก้ว
2. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล (Shimadzu, BX 3000, Japan)
3. ตู้อบ (Memmert, USA)

4.3.1.3 ขั้นตอนในการวัดความชื้น

1. เขียนหมายเลขถาดแก้ว และนำใส่โหลดูดความชื้น
2. นำถาดแก้วชั่งน้ำหนัก บันทึกค่า
3. นำเนื้อมะพร้าวขูดใหม่สุ่มตรวจ 3 ตัวอย่าง ชั่งน้ำหนักบันทึกค่า และเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 ℃
4. เมื่อครบ 24 ชม. นำตัวอย่างออกจากตู้อบใส่โหลดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักบันทึกผล
5. นำเข้าตู้อบอบต่ออีก 6 ชม. จากนั้นทำซ้ำข้อ 4 จนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างจะคงที่

4.3.2 การวัดสี (Colorimeter)

4.3.2.1 วัสดุ

1. น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

4.3.2.2 อุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี (Hunter Lab, Mini Scan XE Plus, USA)

4.3.2.3 ระบบการวัดค่าสี

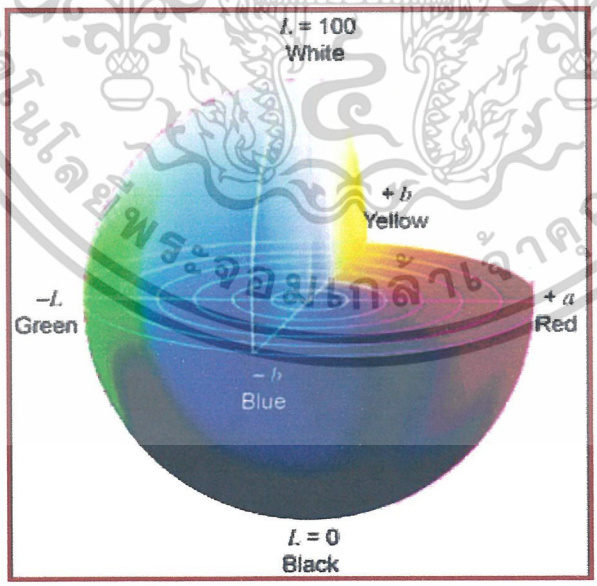
สีเป็นปัจจัยคุณภาพปัจจัยแรกที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินการยอมรับคุณภาพของอาหาร เพราะสีเป็นสิ่งที่คนเรารับรู้ได้ง่ายที่สุดเมื่อเทียบกับการรับรู้ทางประสาทสัมผัสชนิดอื่น สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังสามารถบอกถึงปัจจัยคุณภาพอื่น คือ ความแก่อ่อน ความสุก และความสด ซึ่งมนุษย์จะมีการจดจำความหมายของสีที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีค่าสีมาตรฐานเพื่อใช้บ่งชี้ว่าสีที่เราเห็นมีค่าเท่าใด เพื่อที่เกษตรกร ผู้ซื้อ ผู้ผลิตและผู้บริโภคได้เข้าใจตรงกันและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามต้องการ

ซึ่งระบบการวัดค่าสีที่นิยมใช้ในงานวิจัยทางด้านอาหารจะนิยมใช้ระบบ Hunter Color (L*, a*, b*) ซึ่งเป็นระบบที่มีการพัฒนามาจากค่าซีไออีไตรสติมิวลัส (X, Y, Z) และค่าพิกัดซีไออีโครมาติซิตี (x, y, z) เพื่อให้สามารถบอกค่าความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งความหมายของค่า Hunter L*, a*, b* มีดังนี้ และแสดงไว้ดังรูปที่ 4.1

1) ค่า Hunter L* เป็นค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 โดยที่
   ค่า Hunter L* = 0 แสดงถึงความเป็นสีดำอย่างสมบูรณ์
   ค่า Hunter L* = 100 แสดงถึงความเป็นสีขาวอย่างสมบูรณ์
2) ค่า Hunter a* เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีแดงหรือความเป็นสีเขียว โดยที่
   ค่า Hunter a* เป็นบวก แสดงความเป็นสีแดง
   ค่า Hunter a* เป็นลบ แสดงความเป็นสีเขียว
3) ค่า Hunter b* เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองหรือความเป็นสีน้ำเงิน โดยที่
   ค่า Hunter b* เป็นบวก แสดงความเป็นสีเหลือง
   ค่า Hunter b* เป็นลบ แสดงความเป็นสีน้ำเงิน



รูปที่ 4.1 การบรรยายสีพื้นในระบบ CIE Lab ในรูป 3 มิติ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.4 วิธีการวัดค่าสี

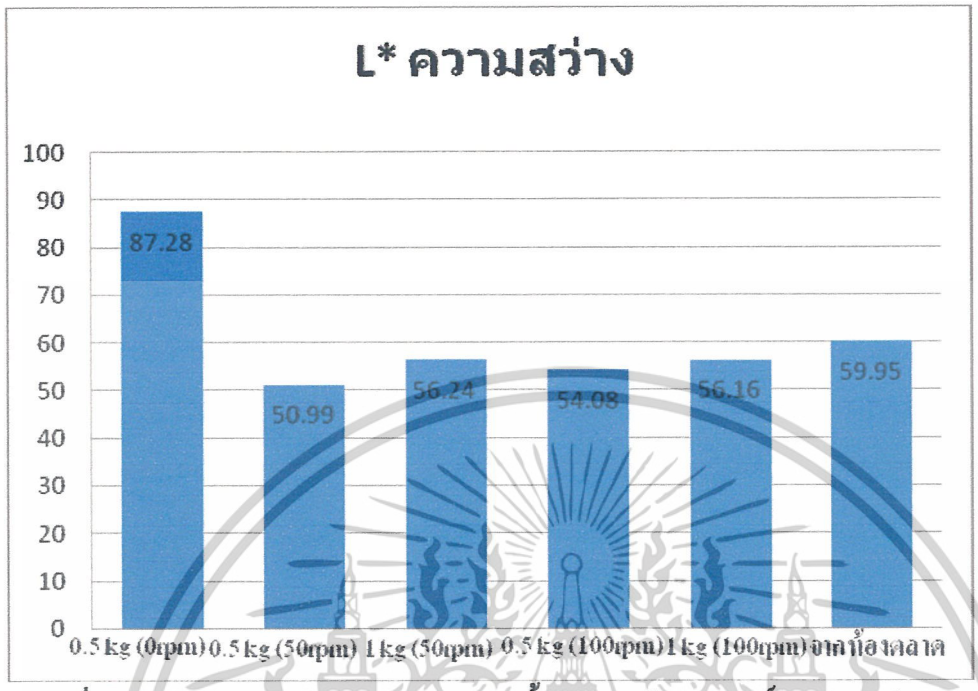
1. นำน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ตัวอย่างมาวัดค่าสีด้วย เครื่องวัดสี
2. เข้าโปรแกรมการวัดสี เลือกหน้าต่าง Master Color Data > Configure > Active View กด OK
3. กดปุ่ม Standardize Glass เพื่อนำแผ่น Black และ White ตั้งค่า Standardize กด OK
4. นำ เครื่องวัดสี มาทาบทีละด้าน จากนั้นกดปุ่ม Read Sample เพื่อให้ Colorimeter อ่านค่าสีของแต่ละด้าน จากนั้นตั้งชื่อค่าสีที่วัดไป ทำเช่นนี้ครบทั้งสามด้าน
5. เก็บผลการทดลองที่ได้จากตารางนำไปบันทึกผล

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของ L* a* b* ของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่สภาวะต่างๆ

น้ำหนักมะพร้าวขูด (kg)	ความเร็วรอบ (rpm)	L*	a*	b*
0.5	0	87.28	-0.92	7.96
0.5	50	50.99	0.21	9.75
0.5	100	54.08	-0.14	10.57
1	50	56.24	-0.24	9.97
1	100	56.16	-0.30	10.32
น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จากท้องตลาด		59.95	-0.46	9.53

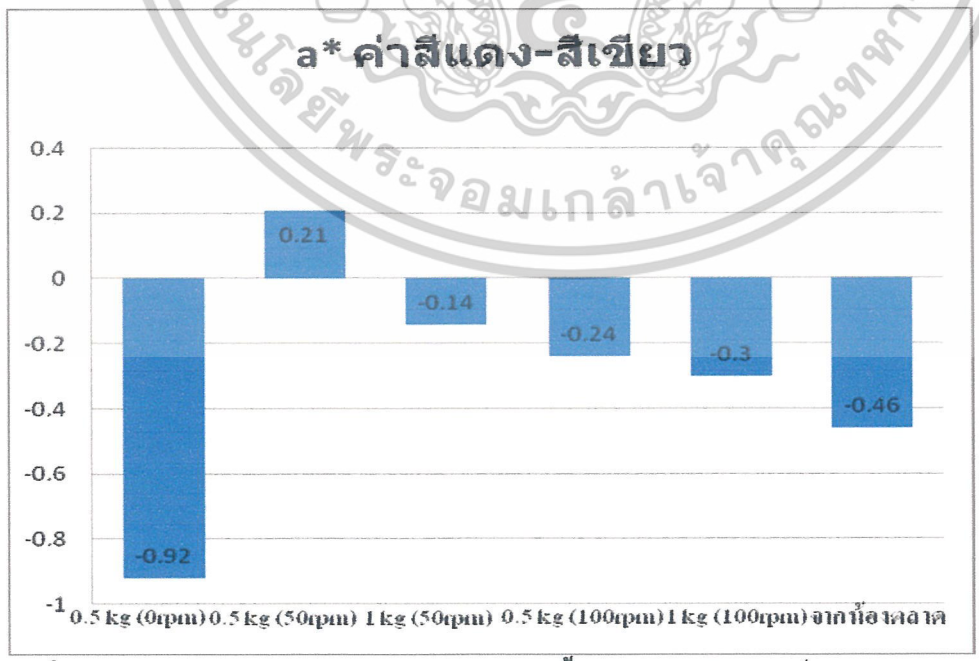
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดสอบค่าสีด้วยกาวิเคราะห์ทางสถิติ



รูปที่ 4.2 กราฟแท่งแสดงค่าความสว่างของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในสภาวะต่างๆ

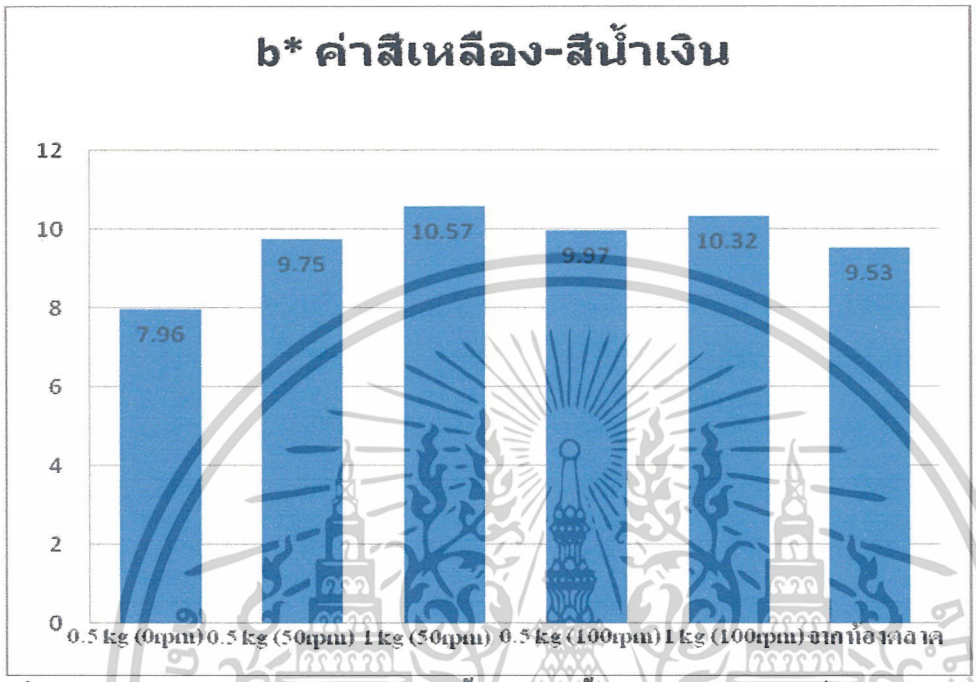
จากกราฟแท่งจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ใบกวนในการทำสุญญากาศค่าความสว่างจะน้อยกว่าการทำสุญญากาศที่ไม่ใช้ใบกวน และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากท้องตลาดจะเห็นได้ว่ามีค่าสว่าง จะมีค่าใกล้เคียงกับการทำสุญญากาศที่ใช้ใบกวน



รูปที่ 4.3 กราฟแท่งแสดงค่าสีแดงและสีเขียวของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในสภาวะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟแท่งจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ใบกวนในการทำสุญญากาศค่าที่ได้จะติดลบน้อยกว่าการทำสุญญากาศที่ไม่ใช้ใบกวนแสดงว่าสีของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จากการทดลองที่ใช้ใบกวนจะมีสีเขียวปนอยู่ใกล้เคียงกับท้องตลาด



รูปที่ 4.4 กราฟแท่งแสดงค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ในสภาวะต่างๆ

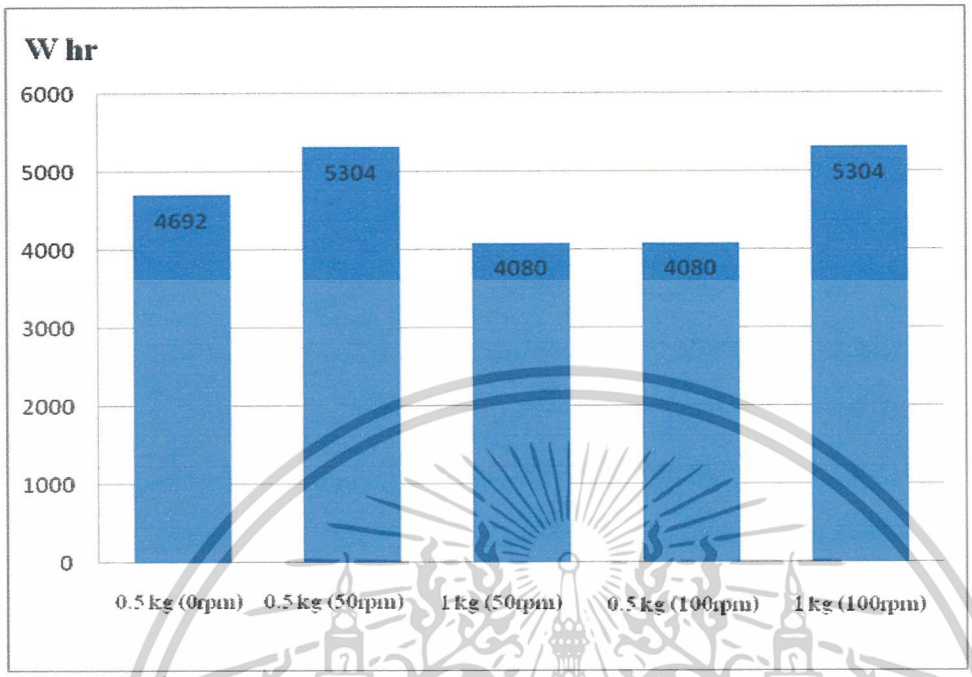
จากกราฟแท่งจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ใบกวนในการทำสุญญากาศค่าที่ได้จะเป็นบวกมากกว่าการทำสุญญากาศที่ไม่ใช้ใบกวนแสดงว่าสีของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จากการทดลองที่ใช้ใบกวนจะมีสีเหลืองปนอยู่ใกล้เคียงกับท้องตลาด

ตารางที่ 4.2 การคำนวณการใช้พลังงาน

อุปกรณ์	ใช้พลังงาน (W)
Vacuum Pump (Value รุ่น VE280)	750
Motor (YAMASAKI รุ่น YV-6S)	330
Heater	3000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

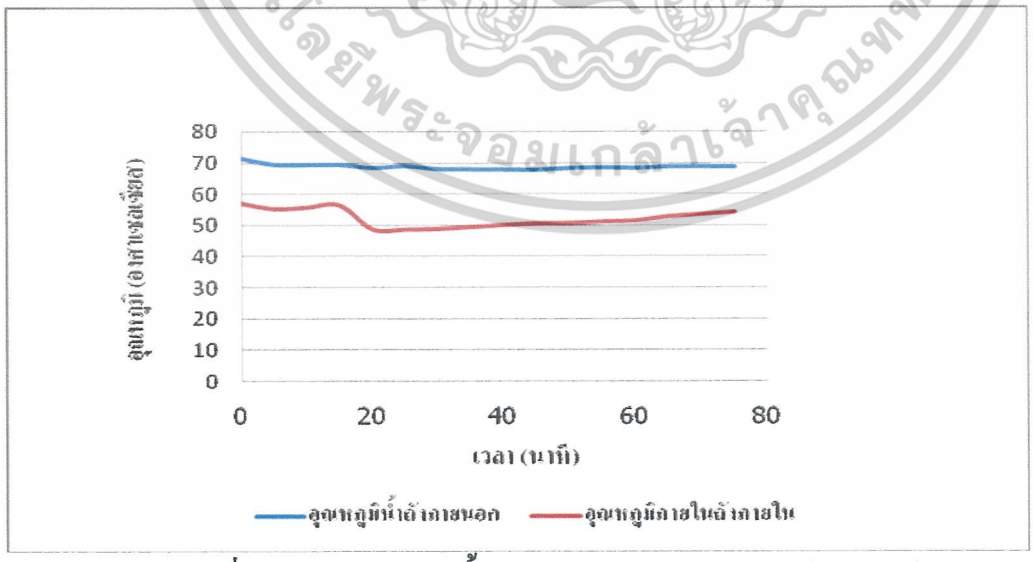
4.5 การใช้พลังงานที่สภาวะต่างๆ



รูปที่ 4.5 กราฟแท่งแสดงการทดสอบค่าสีด้วยกาวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองการใช้พลังงาน มากที่สุดที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 510 g ความเร็วรอบ 50 rpm และที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 997.30 g ความเร็วรอบ 100 rpm

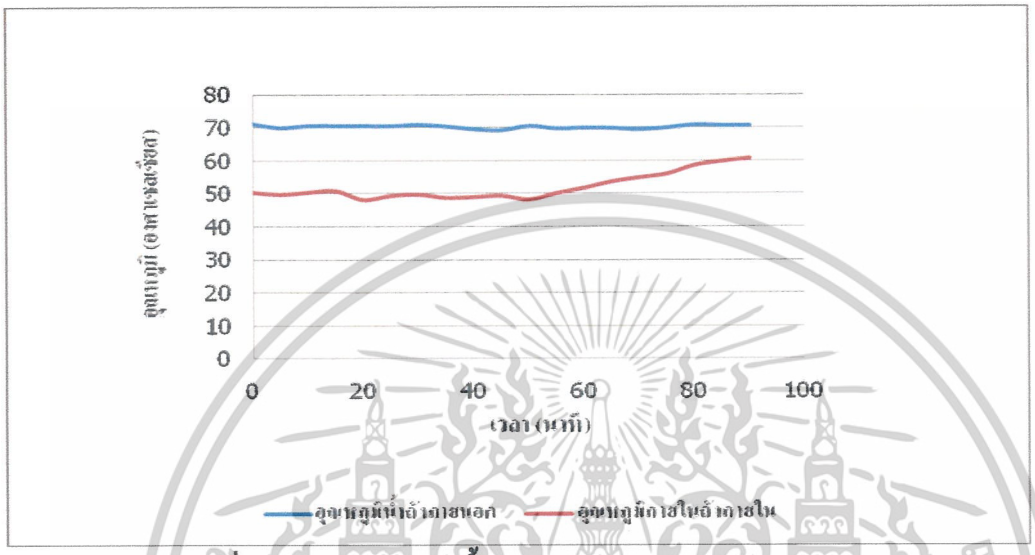
4.6 ผลการวัดอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายในที่สภาวะต่างๆ



รูปที่ 4.6 กราฟอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายใน ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 491.22 g ความเร็วรอบ 0 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

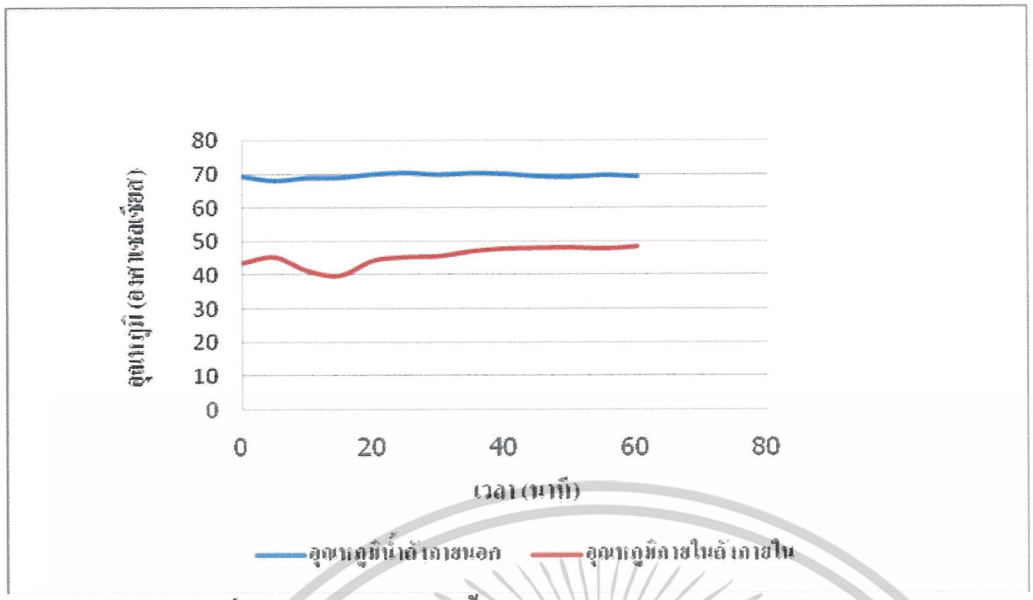
เมื่อเริ่มเปิดปั๊มสุญญากาศที่อุณหภูมิน้ำถังภายนอกประมาณ 70 ℃ อุณหภูมิของถังภายในจะตกลงเนื่องจากน้ำที่มีอยู่ในเนื้อมะพร้าวขูดถูกดูดออกด้วยปั๊มสุญญากาศทำให้อุณหภูมิตกลงเมื่อเริ่มทำการสุญญากาศไปเรื่อยๆ น้ำที่มีอยู่ในเนื้อมะพร้าวขูด มีปริมาณลดลงทำให้อุณหภูมิน้ำในถังภายนอกถ่ายเทเข้ามาสู่ถังภายในทำให้อุณหภูมิถังภายในค่อยๆเพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.7 กราฟอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายในที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 510 g ความเร็วรอบ 50 rpm

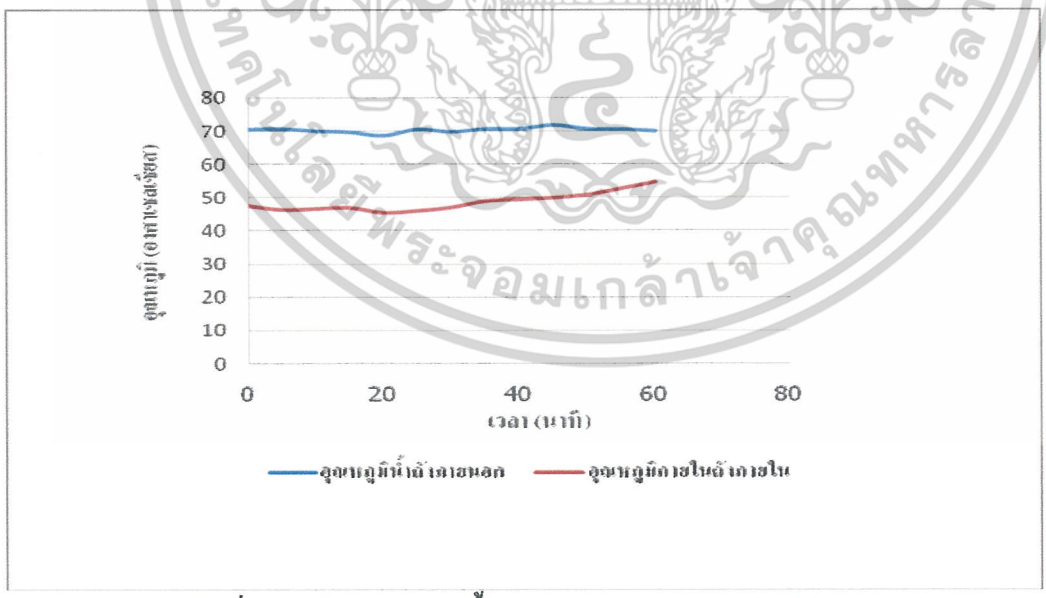
เมื่อเริ่มเปิดปั๊มสุญญากาศและมอเตอร์ที่ความเร็วรอบ 50 rpm เนื้อมะพร้าวขูดหนัก 510 g ที่อุณหภูมิน้ำถังภายนอกประมาณ 70 ℃ อุณหภูมิของถังภายในจะตกลงมากกว่าเมื่อเทียบกับการทำสุญญากาศที่ไม่ใช้มอเตอร์ในการกวนเนื้อมะพร้าวขูด เนื่องจากการใช้ใบกวนช่วยในการทำสุญญากาศทำให้อุณหภูมิภายในถังภายในไม่คงที่ จะอยู่ช่วงประมาณ 48 – 50 ℃ หลังจากทำการสุญญากาศไปประมาณ 50 นาที อุณหภูมิจะเริ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายใน
ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 978.34 g ความเร็วรอบ 50 rpm

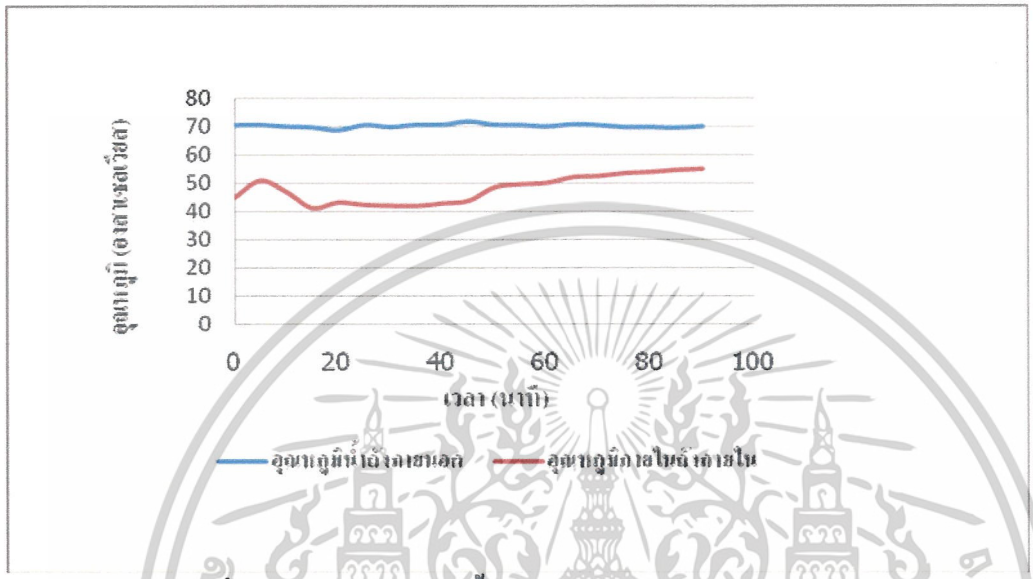
เมื่อเริ่มเปิดปั๊มสุญญากาศและมอเตอร์ที่ความเร็วรอบ 50 rpm เนื้อมะพร้าวขูดหนัก 978.34 g ที่อุณหภูมิน้ำถังภายนอกประมาณ 70 °C อุณหภูมิของถังภายในจะตกลงมากกว่าการทำสุญญากาศที่เนื้อมะพร้าวขูดหนัก 510 g เนื่องจากที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดหนัก 978.34 g อุณหภูมิถังภายในจะตกลงมากกว่าการทำสุญญากาศเนื้อมะพร้าวขูดหนัก 510 g ที่



รูปที่ 4.9 กราฟอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายใน
ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 514.96 g ความเร็วรอบ 100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเริ่มเปิดปั๊มสุญญากาศและมอเตอร์ที่ความเร็วรอบ 100 rpm เนื้อมะพร้าวขูดหนัก 514.96 g ที่อุณหภูมิน้ำถังภายนอกประมาณ 70 ℃ อุณหภูมิของถังภายในจะตกลงมากกว่าการทำสุญญากาศที่ความเร็วรอบ 50 rpm เนื่องจากความเร็วของมอเตอร์ที่ความเร็วรอบ 100 rpm จะทำให้เนื้อมะพร้าวขูดถูกกวนจากด้านล่างสู่ด้านบนได้ดีขึ้น มีผลทำให้การทำสุญญากาศใช้เวลาสั้นลง

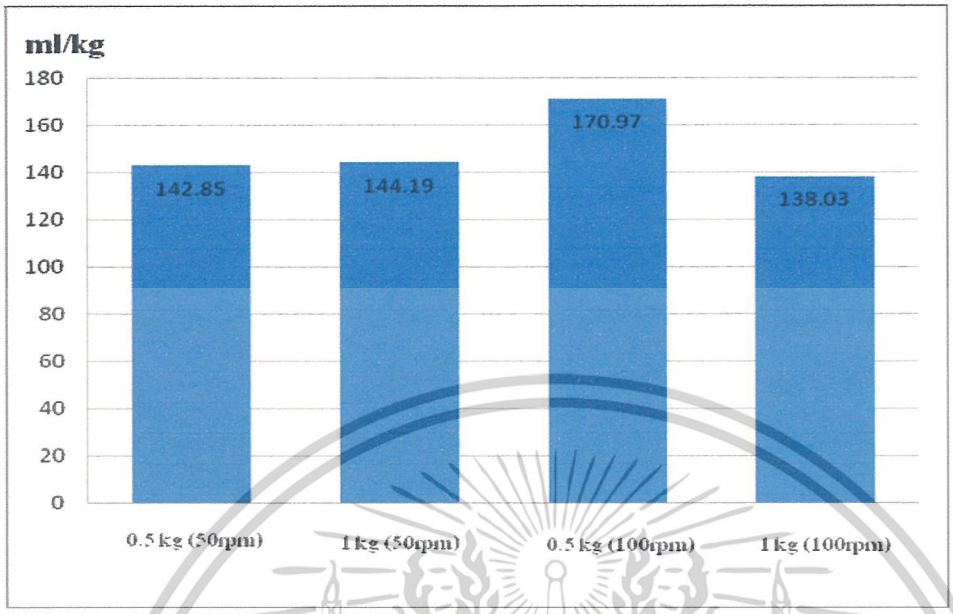


รูปที่ 4.10 กราฟอุณหภูมิน้ำถังภายนอกและอุณหภูมิภายในถังภายในที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 997.30 g ความเร็วรอบ 100 rpm

เมื่อเริ่มเปิดปั๊มสุญญากาศและมอเตอร์ที่ความเร็วรอบ 100 rpm เนื้อมะพร้าวขูดหนัก 997.30 g ที่อุณหภูมิน้ำถังภายนอกประมาณ 70 ℃ อุณหภูมิของถังภายในจะตกลงและใช้เวลาสั้นกว่าเมื่อเทียบกับการทำสุญญากาศที่เนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 978.34 g ความเร็วรอบ 50 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ปริมาณน้ำมันมะพร้าวต่อ 1 กก. เนื้อมะพร้าวขูดสดที่สภาวะต่างๆ



รูปที่ 4.11 กราฟแท่งแสดงปริมาณน้ำมันมะพร้าวต่อ 1 กก. เนื้อมะพร้าวขูดสดที่สภาวะต่างๆ

การทดลองวัดปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่สภาวะต่างๆ ได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่มากที่สุดที่สภาวะสภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 514.96 g ความเร็วรอบ 100 rpm และได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวน้อยที่สุดที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 997.30 g ความเร็วรอบ 100 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป

5.1 สรุป

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวขูดระบบสุญญากาศ การทดลองได้ทดสอบที่ความดันสุญญากาศ 700 – 730 mm Hg ตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิที่ 60 ºC ทำให้ได้อุณหภูมิในถังน้ำตั้งแต่อุณหภูมิ 68.5 –71.5 ºC โดยเปลี่ยนความเร็วรอบทั้งหมด 3 ระดับ 0, 50, และ 100 rpm

จากการทดลองวัดค่าสีได้ว่าสีน้ำมันมะพร้าว ที่มีความสว่างใกล้เคียง กับน้ำมันมะพร้าวจากท้องตลาดที่สุดคือน้ำมันมะพร้าวที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 978.34 g ความเร็วรอบ 50 rpm

จากการทดลองการใช้พลังงานมากที่สุดที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 510 g ความเร็วรอบ 50 rpm และที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 997.30 g ความเร็วรอบ 100 rpm

จากการทดลองวัดปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่สภาวะต่างๆ ได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่มากที่สุดที่สภาวะสภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 514.96 g ความเร็วรอบ 100 rpm และได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวน้อยที่สุดที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 997.30 g ความเร็วรอบ 100 rpm

5.2 ข้อเสนอแนะ

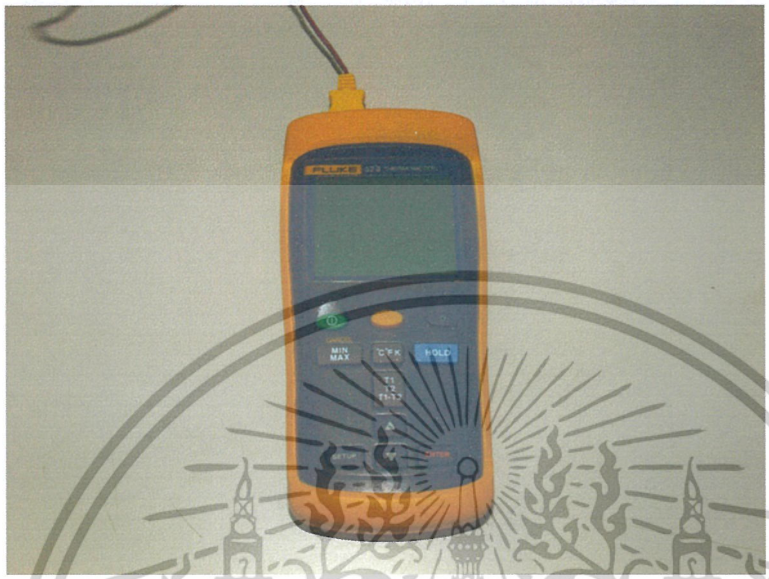
1. กล่องควบคุมอุณหภูมิน้ำในถังภายนอกควรแสดงผลอุณหภูมิที่แน่นอน

2. เพื่อให้ได้คุณภาพของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ดี ควรใช้มะพร้าวที่ขูดใหม่ในการทำทดลอง และเนื้อมะพร้าวที่นำมาใช้ควรเป็นเนื้อมะพร้าวที่ ไม่มีเปลือกของกะลาติดมาด้วยเพราะจะทำให้น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ที่ได้ออกมาไม่ใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก ก

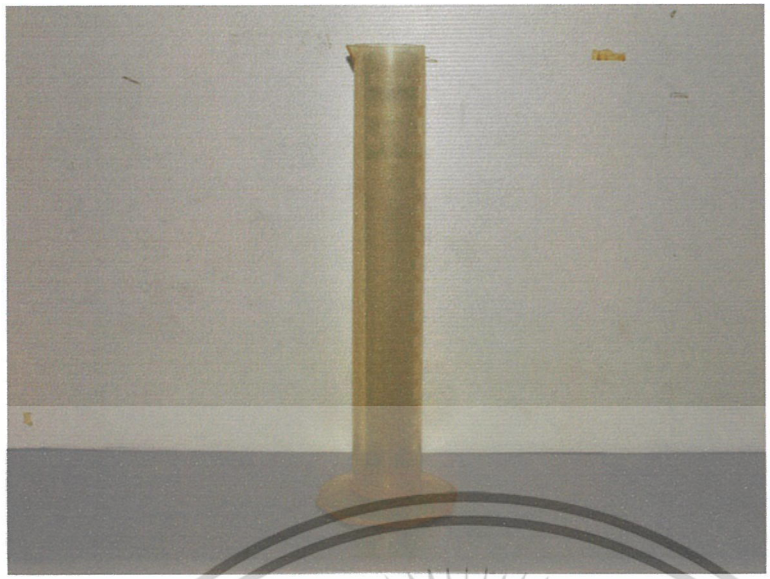
รูปอุปกรณ์ต่างๆ



รูปที่ ก1 เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล

รูปที่ ก2 แผ่นสแตนเลสสำหรับหีบน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก3 กระบอกตวง

รูปที่ ก4 ตู้อบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก5 เครื่องวัดสี (Hunter Lab, Mini Scan XE Plus, USA)

รูปที่ ก6 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก ข

ตารางที่ ข1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำภายนอกและอุณหภูมิภายในถังสุญญากาศตามเวลา ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 491.22 g ความเร็วรอบ 0 rpm

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำภายนอก (เครื่องควบคุมอุณหภูมิ) ℃	อุณหภูมิน้ำภายนอก ℃	อุณหภูมิภายใน ℃	หมายเหตุ
เริ่มต้น	60	71.4	56.9	ไม่เปิดปั๊ม
5	60	69.4	55.2	เปิดปั๊ม
10	60	69.3	55.6	เปิดปั๊ม
15	60	69.3	56.3	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	69.9	39	นำมาสุ่มตรวจ
20	60	68.3	48.8	เปิดปั๊ม
25	60	68.9	48.7	เปิดปั๊ม
30	60	67.9	48.9	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	67.9	44.4	นำมาสุ่มตรวจ
35	60	67.8	49.5	เปิดปั๊ม
40	60	67.7	50.1	เปิดปั๊ม
45	60	67.6	50.6	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	68.3	45.8	นำมาสุ่มตรวจ
50	60	68.2	50.7	เปิดปั๊ม
55	60	68.4	51.2	เปิดปั๊ม
60	60	68.2	51.5	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	68.5	45.2	นำมาสุ่มตรวจ
65	60	68.7	52.8	เปิดปั๊ม
70	60	68.7	53.5	เปิดปั๊ม
75	60	68.6	54.2	เปิดปั๊ม
เปิดฝา				นำมาสุ่มตรวจ/ นำมาหีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อมะพร้าวก่อนสุญญากาศ	491.22 g
เนื้อมะพร้าวหลังสุญญากาศ	378.71 g
เนื้อมะพร้าวหลังหีบ	150.33 g
น้ำมันมะพร้าว	220 ml (ยังเป็นกะทิอยู่)

ผลจากการวัดค่าสี

ตัวอย่างที่ 1	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่3**	**ค่าเฉลี่ย**
L*	87.22	87.10	87.34	87.22
a*	-0.87	-0.73	-0.99	-0.86
b*	7.82	7.72	8.18	7.90
ตัวอย่างที่ 2	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่3**	**ค่าเฉลี่ย**
L*	87.23	87.47	87.32	87.34
a*	-0.99	-0.97	-1.00	-0.98
b*	7.77	8.24	8.07	8.02
ค่าเฉลี่ยรวม L*				87.28
ค่าเฉลี่ยรวม a*				-0.92
ค่าเฉลี่ยรวม b*				7.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวัดค่าความชื้น

- อุณหภูมิเตา 104.8 ℃
- ค่า ± 0.003 (g) - 0.004 (g)

เวลา (นาที)	ตัวอย่าง	น.น.ถาด +ฝา (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าว ก่อนอบ (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าวแห้ง 24 hr (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าวแห้ง เพิ่ม 6 hr (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าวแห้ง เพิ่ม 6 hr (g)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้น ฐานเปียก
0	1.1	87.060	88.113	87.350	87.340	87.342	52.44
	1.2	86.746	87.560	87.105	87.104	87.102	56.26
	1.3	88.621	89.469	88.996	88.995	88.993	56.66
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							55.12
45	4.1	87.143	88.009	87.854	87.854	87.852	18.25
	4.2	85.806	86.552	86.399	86.410	86.398	20.81
	4.3	88.818	89.611	89.415	89.412	89.410	25.54
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							21.53
60	5.1	88.605	90.477	90.218	90.213	90.214	14.06
	5.2	76.764	78.556	78.335	78.333	78.332	12.51
	5.3	86.345	88.343	88.088	88.088	88.089	12.76
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							13.11
75	6.1	99.072	100.134	100.061	100.59	100.056	7.35
	6.2	76.381	77.498	77.405	77.404	77.402	8.20
	6.3	84.223	85.709	85.647	85.644	85.645	4.32
ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							6.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำภายนอกและอุณหภูมิภายในถังสุญญากาศตามเวลา ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 510 g ความเร็วรอบ 50 rpm

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำภายนอก (เครื่องควบคุมอุณหภูมิ) ℃	อุณหภูมิน้ำภายนอก ℃	อุณหภูมิภายใน ℃	หมายเหตุ
เริ่มต้น	60	71.1	50.4	ไม่เปิดปั๊ม
5	60	70	49.8	เปิดปั๊ม
10	60	70.6	50.4	เปิดปั๊ม
15	60	70.6	50.9	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	69.7	49.7	นำมาสุ่มตรวจ
20	60	70.6	48.2	เปิดปั๊ม
25	60	70.5	49.4	เปิดปั๊ม
30	60	70.9	49.8	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	69	50.9	นำมาสุ่มตรวจ
35	60	70.4	48.8	เปิดปั๊ม
40	60	69.6	49	เปิดปั๊ม
45	60	69.3	49.4	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	68.7	48.8	นำมาสุ่มตรวจ
50	60	70.5	48.3	เปิดปั๊ม
55	60	69.8	50.2	เปิดปั๊ม
60	60	70	51.8	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	69.7	50.2	นำมาสุ่มตรวจ
65	60	69.9	53.7	เปิดปั๊ม
70	60	69.5	54.9	เปิดปั๊ม
75	60	70	56	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	70	55	นำมาสุ่มตรวจ
80	60	70.8	58.6	เปิดปั๊ม
85	60	70.6	59.8	เปิดปั๊ม
90	60	70.6	60.7	เปิดปั๊ม
เปิดฝา				นำมาสุ่มตรวจ/นำมาหีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อมะพร้าวก่อนสุญญากาศ	510 g
เนื้อมะพร้าวหลังสุญญากาศ	206.57 g
เนื้อมะพร้าวหลังหีบ	135.46 g
น้ำมันมะพร้าว	68 ml

ผลจากการวัดค่าสี

ตัวอย่างที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
L*	50.8	50.97	50.87	50.88
a*	0.24	0.18	0.25	0.22
b*	9.59	9.75	9.58	9.64
ตัวอย่างที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
L*	51.07	51.15	51.08	51.1
a*	0.21	0.18	0.23	0.20
b*	9.91	9.92	9.77	9.86
ค่าเฉลี่ยรวม L*				50.99
ค่าเฉลี่ยรวม a*				0.21
ค่าเฉลี่ยรวม b*				9.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวัดค่าความชื้น

- อุณหภูมิเตา 104.8 ℃

- ค่า ± 0.003 (g) - 0.004 (g)

เวลา (นาที)	ตัวอย่าง	น.น.ถาด +ฝา(g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าว ก่อนอบ (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าวแห้ง 24 hr (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าวแห้ง เพิ่ม 6 hr (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าว แห้ง เพิ่ม 6 hr (g)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้น ฐานเปียก
0	1.1	90.946	92.006	91.408	91.411	91.409	56.32
	1.2	84.230	85.648	84.884	84.883	84.886	53.73
	1.3	90.306	91.697	90.913	90.913	90.916	52.96
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							54.33
15	2.1	81.367	82.442	82.008	82.002	82.002	40.94
	2.2	76.381	77.614	77.063	77.062	77.062	44.71
	2.3	85.874	87.285	86.712	86.704	86.709	40.83
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							42.16
30	3.1	91.553	92.540	92.250	92.251	92.250	29.35
	3.2	88.604	89.366	89.138	89.140	89.144	29.17
	3.3	99.070	99.872	99.636	99.638	99.673	24.80
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							27.77
45	4.1	85.808	86.446	86.342	86.346	86.344	15.92
	4.2	93.175	93.835	93.729	93.730	93.728	16.28
	4.3	86.381	86.981	86.899	86.898	86.900	13.53
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							15.24
60	5.1	86.348	87.178	87.118	87.116	87.120	6.94
	5.2	88.002	88.775	88.719	88.720	88.720	7.17
	5.3	76.769	77.604	77.545	77.543	77.545	7.06
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							7.05
75	6.1	72.607	75.830	75.811	75.808	75.810	0.62
	6.2	69.923	72.261	72.241	72.238	72.240	0.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	6.3	85.268	88.074	88.051	88.050	88.052	0.78
ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							0.76
90	7.1	77.023	77.987	77.965	77.960	77.963	2.48
	7.2	75.495	76.261	76.247	76.247	76.247	1.82
	7.3	75.061	75.935	75.914	75.916	75.914	2.40
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำภายนอกและอุณหภูมิภายในถังสุญญากาศตามเวลา ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 978.34 g ความเร็วรอบ 50 rpm

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำภายนอก (เครื่องควบคุมอุณหภูมิ) ℃	อุณหภูมิน้ำภายนอก ℃	อุณหภูมิภายใน ℃	หมายเหตุ
เริ่มต้น	60	69.4	43.5	ไม่เปิดปั๊ม
5	60	68.1	45.3	เปิดปั๊ม
10	60	68.9	41.2	เปิดปั๊ม
15	60	69	39.7	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	70	45.8	นำมาสุ่มตรวจ
20	60	70	44.2	เปิดปั๊ม
25	60	70.4	45.3	เปิดปั๊ม
30	60	69.9	45.6	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	70.1	46.3	นำมาสุ่มตรวจ
35	60	70.3	47.1	เปิดปั๊ม
40	60	70.1	47.9	เปิดปั๊ม
45	60	69.4	48.1	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	69.7	50.6	นำมาสุ่มตรวจ
50	60	69.2	48.2	เปิดปั๊ม
55	60	69.7	47.9	เปิดปั๊ม
60	60	69.3	48.5	เปิดปั๊ม
เปิดฝา				นำมาสุ่มตรวจ/นำมาหีบ

เนื้อมะพร้าวก่อนสุญญากาศ	978.34 g
เนื้อมะพร้าวหลังสุญญากาศ	398.14 g
เนื้อมะพร้าวหลังหีบ	252.02 g
น้ำมันมะพร้าว	139 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากการวัดค่าสี

ตัวอย่างที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
L*	56.01	56.18	56.10	56.09
a*	-0.19	-0.23	-0.22	-0.21
b*	9.75	9.98	9.84	9.85
ตัวอย่างที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
L*	56.40	56.42	56.39	56.40
a*	-0.24	-0.32	-0.29	-0.28
b*	10.09	10.14	10.06	10.09
ค่าเฉลี่ยรวม L*				56.24
ค่าเฉลี่ยรวม a*				-0.24
ค่าเฉลี่ยรวม b*				9.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวัดค่าความชื้น

- อุณหภูมิเตา 104 °C

- ค่า ± 0.003 (g) - 0.004 (g)

เวลา (นาที)	ตัวอย่าง	น.น.ถาด +ฝา (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าว ก่อนอบ (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าว แห้ง 24 hr (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าวแห้ง เพิ่ม 6 hr (g)	น.น.ถาด +ฝา+ มะพร้าว แห้ง เพิ่ม 6 hr (g)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้น ฐานเปียก
0	1.1	76.382	77.545	76.930	76.923	76.927	50.78
	1.2	81.369	82.166	82.095	81.735	81.740	53.45
	1.3	75.018	76.394	75.984	75.674	75.678	52.03
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							52.08
15	2.1	75.061	76.230	75.936	75.741	75.746	41.40
	2.2	76.766	77.516	77.223	77.199	87.204	41.60
	2.3	75.493	76.552	76.115	76.104	76.108	41.92
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							41.64
30	3.1	85.807	86.503	86.365	86.289	86.294	30.02
	3.2	71.512	72.313	72.109	72.045	72.048	33.08
	3.3	87.148	87.981	87.757	87.718	87.723	30.97
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							31.35
45	4.1	84.224	84.887	84.799	84.747	84.752	20.36
	4.2	90.945	91.640	91.523	91.499	91.503	19.71
	4.3	86.346	87.243	87.104	87.067	87.072	19.06
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							19.71
60	5.1	88.604	89.350	89.289	89.280	89.284	8.84
	5.2	90.303	90.835	90.800	90.791	90.794	7.70
	5.3	99.071	99.604	99.584	99.557	99.561	8.06
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							8.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข4 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำภายนอกและอุณหภูมิภายในถังสุญญากาศตามเวลา ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 997.30 g ความเร็วรอบ 100 rpm

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำภายนอก (เครื่องควบคุมอุณหภูมิ) ℃	อุณหภูมิน้ำภายนอก ℃	อุณหภูมิภายใน ℃	หมายเหตุ
เริ่มต้น	60	70.5	44.9	ไม่เปิดปั๊ม
5	60	70.6	50.9	เปิดปั๊ม
10	60	70	46.9	เปิดปั๊ม
15	60	69.7	41.2	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	69.3	42	นำมาสุ่มตรวจ
20	60	68.7	43.1	เปิดปั๊ม
25	60	70.5	42.3	เปิดปั๊ม
30	60	69.8	42	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	70	40.8	นำมาสุ่มตรวจ
35	60	70.6	41.9	เปิดปั๊ม
40	60	70.6	42.8	เปิดปั๊ม
45	60	71.7	43.7	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	69.7	46.5	นำมาสุ่มตรวจ
50	60	70.6	48.5	เปิดปั๊ม
55	60	70.5	49.6	เปิดปั๊ม
60	60	70	50.1	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	70.5	49.8	นำมาสุ่มตรวจ
65	60	70.7	52.1	เปิดปั๊ม
70	60	70.4	52.5	เปิดปั๊ม
75	60	69.7	53.5	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	70.6	53	นำมาสุ่มตรวจ
80	60	69.7	53.9	เปิดปั๊ม
85	60	69.5	54.6	เปิดปั๊ม
90	60	70	55	เปิดปั๊ม
เปิดฝา				นำมาสุ่มตรวจ/ นำมาหีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อมะพร้าวก่อนสุญญากาศ	997.30 g
เนื้อมะพร้าวหลังสุญญากาศ	361.35 g
เนื้อมะพร้าวหลังหีบ	220.84 g
น้ำมันมะพร้าว	135 ml

ผลจากการวัดค่าสี

ตัวอย่างที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
L*	56.13	56.23	56.27	56.21
a*	-0.20	-0.28	-0.29	-0.25
b*	10.14	10.28	10.34	10.25
ตัวอย่างที่ 2	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่3**	**ค่าเฉลี่ย**
L*	56.15	56.08	56.14	56.12
a*	-0.44	-0.26	-0.38	-0.36
b*	10.49	10.31	10.39	10.39
ค่าเฉลี่ยรวม L*				56.16
ค่าเฉลี่ยรวม a*				-0.30
ค่าเฉลี่ยรวม b*				10.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวัดค่าความชื้น

- อุณหภูมิเตา 104.6 ℃

- ค่า ± 0.003 (g) - 0.004 (g)

เวลา (นาที)	ตัวอย่าง	น.น.ถาด + ฝา (g)	น.น.ถาด + ฝา + มะพร้าวก่อนอบ (g)	น.น.ถาด + ฝา + มะพร้าวแห้ง 24 hr (g)	น.น.ถาด + ฝา + มะพร้าวแห้งเพิ่ม 6 hr (g)	น.น.ถาด + ฝา + มะพร้าวแห้งเพิ่ม 6 hr (g)	เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียก
0	1.1	70.459	71.647	70.944	70.945	70.945	50.09
	1.2	74.144	75.445	74.645	74.641	74.644	61.56
	1.3	94.895	96.016	95.371	95.373	95.369	57.71
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							56.45
15	2.1	87.061	88.113	87.668	87.667	87.668	42.30
	2.2	93.799	94.969	94.472	94.474	94.473	42.39
	2.3	90.518	91.515	91.094	91.093	91.091	42.52
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							42.40
30	3.1	93.175	94.083	93.796	93.796	93.792	32.04
	3.2	86.380	87.530	87.168	87.168	87.171	31.21
	3.3	88.001	88.955	88.647	88.648	88.648	32.18
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							31.81
45	4.1	86.226	86.958	86.809	86.808	86.808	20.49
	4.2	88.622	89.362	89.214	89.211	89.211	19.86
	4.3	84.823	85.644	85.477	85.474	85.474	21.19
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							20.51
60	5.1	85.874	86.724	86.662	86.658	86.654	8.23
	5.2	77.024	77.860	77.798	77.794	77.797	7.53
	5.3	91.553	92.098	90.058	92.054	92.052	8.44
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							8.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

75	6.1	95.239	96.442	96.444	96.440	96.438	3.32
	6.2	84.560	85.223	85.199	85.203	85.203	3.01
	6.3	87.023	87.987	87.965	87.960	87.963	2.48
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							2.93
90	7.1	78.506	79.466	79.458	79.456	79.454	1.25
	7.2	84.517	85.792	85.773	85.777	85.776	1.26
	7.3	85.495	86.262	86.247	86.247	86.247	1.82
เปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกเฉลี่ย							1.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำภายนอกและอุณหภูมิภายในถังสุญญากาศตามเวลา ที่สภาวะเนื้อมะพร้าวขูดใหม่หนัก 514.96 g ความเร็วรอบ 100 rpm

เวลา (นาที)	อุณหภูมิน้ำภายนอก (เครื่องควบคุมอุณหภูมิ) ℃	อุณหภูมิน้ำภายนอก ℃	อุณหภูมิภายใน ℃	หมายเหตุ
เริ่มต้น	60	70.5	47.6	ไม่เปิดปั๊ม
5	60	70.6	46.4	เปิดปั๊ม
10	60	70	46.7	เปิดปั๊ม
15	60	69.7	47	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	69.3	52.5	นำมาสุ่มตรวจ
20	60	68.7	45.5	เปิดปั๊ม
25	60	70.5	46.1	เปิดปั๊ม
30	60	69.8	47.1	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	70	47.3	นำมาสุ่มตรวจ
35	60	70.6	49	เปิดปั๊ม
40	60	70.6	49.5	เปิดปั๊ม
45	60	71.7	50	เปิดปั๊ม
เปิดฝา	60	69.7	47.9	นำมาสุ่มตรวจ
50	60	70.6	50.9	เปิดปั๊ม
55	60	70.5	52.8	เปิดปั๊ม
60	60	70	54.7	เปิดปั๊ม
เปิดฝา				นำมาสุ่มตรวจ/นำมาหีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

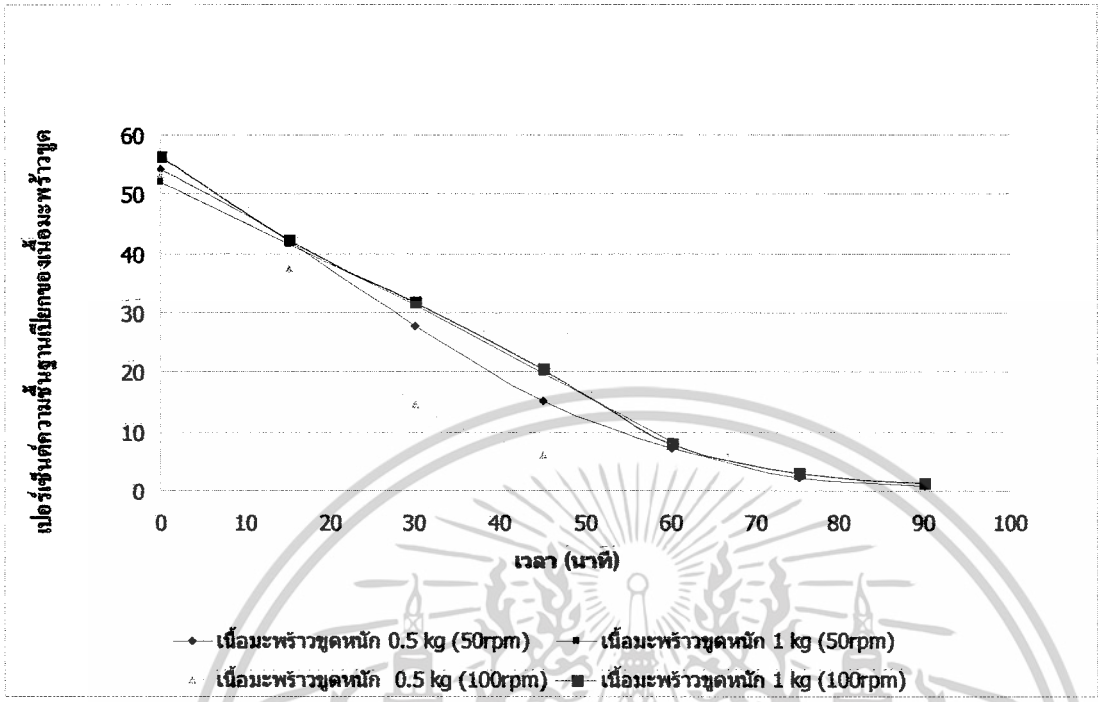
เนื้อมะพร้าวก่อนสุญญากาศ	514.96 g
เนื้อมะพร้าวหลังสุญญากาศ	199.9 g
เนื้อมะพร้าวหลังหีบ	131.09 g
น้ำมันมะพร้าว	86 ml

ผลจากการวัดค่าสี

ตัวอย่างที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
L*	53.88	54.04	54.07	53.99
a*	0.02	-0.17	-0.20	-0.11
b*	10.30	10.58	10.64	10.50
ตัวอย่างที่ 2	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่3**	**ค่าเฉลี่ย**
L*	54.13	54.24	54.19	54.18
a*	-0.14	-0.20	-0.17	-0.17
b*	10.53	10.76	10.68	10.65
ค่าเฉลี่ยรวม L*				54.08
ค่าเฉลี่ยรวม a*				-0.14
ค่าเฉลี่ยรวม b*				10.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข6 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นฐานเปียกของเนื้อมะพร้าวขูดกับเวลา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ณรงค์ โฉมเฉลา. 2548. มหัศจรรย์น้ำมันมะพร้าว. วารสารพืชปลูกพื้นเมืองไทย ปีที่1 (ฉบับที่2 – ฉบับพิเศษ เรื่องมะพร้าว)

[2] Enig, M.G. 1996. Health and Nutritional Benefits from Coconut Oil:An Important Functional Food for the 21st Century, AVOC (ASEAN Vegetable Oil Club) Lauric Oils Symposium, Ho chi Min, Vietnam, 25 April 1996.

[3] Enig, M.G. 1999. Coconut: In Support of Good Health in the 21st Century. Paper presented at the 36th Meeting of APCC.

[4] Enig, M.G. 2000. Know Your Fats: The Complete Primer for Understanding the Nutrition of Fat, Oils and Cholesterol. Bethesda Press, Bethesda, MD, USA.

[5] Enig, M.G.; and Fallon, S. 1998. The Oiling of America. Nexus Magazine, Part 1,p.7.

[6] วัลลี อ่อนมุข จุลพันธ์ เพ็ชรพิรุณ และคนอง คลอดเพ็ง. 2532. มะพร้าว. เอกสารวิชาการ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

[7] ศูนย์สถิติการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2533. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2532/33 กรุงเทพมหานคร.

[8] ศรีสุรางค์ ลิขิตเอกราช ปราณีลิ่มศรีวิไล และปรีชา สุรินทร์. 2527. โรคมะพร้าว. รายงาสัมมนาเรื่องมะพร้าวและโกโก้.

[9] www.FTAMonitoring.org

[10] วิฑูร รัตนศักดิ์. 2531. "สุญญากาศกับการใช้งาน." วารสารเทคนิค. 5(39): 65-72

[11] Sujata Jena, H. Das, Modelling for vacuum drying characteristics of coconut presscake. India: ScienceDirect, 2007.

[12] Nonhebel, G., and Moss, A.A.H. Drying of Solids in the Chemical Industry. 1st ed. London: Butterworth & Co. Ltd., 1971.

[13] วิวัฒน์ ตัณฑะพาณิชกุล. 2533. คู่มืออุปกรณ์การผลิตในอุตสาหกรรมเคมี. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

[14] นายแก่นศักดิ์ พึ่งศักดิ์และคณะ. 2547. "เครื่องผลิตซุปงาอัตโนมัติ" วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิต สาขาวิขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[15] อัครเดช สินธุภัค. 2532. "การทำความเย็น" กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[16] มณตรี พิรุณเกษตร. "เทอร์โม-ความร้อนประยุกต์" กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[17] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาม.2537.การออกแบบเครื่องจักรกล.เล่มที่ 1 พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด

[18] SWASTIK FOILS.2005.swastikbrochure.pdf.[Online]. Available:http://www.swastikfoils.com

[19] The Engineering Toolbox. "Food and Foodstuff – Specific Heat Capacities" [Online]. Available: http://www. engineering toolbox/ specific-heat-capacities-food-d_295.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้