การพัฒนาเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

DEVELOPEMENT OF OIL EXPELLING MACHINE FOR LEBMUERNANG BANANA FRITTERS WITH HOT AIR CONJUNCTION HALOGEN LAMP

คุณายุทธ นึกได้

KHUNAYUT NUEKDAI

พุฒิเมธ คำนวน

PUTTIMAT KHUMNUAN

อมฤต คงจันทร์

AMARIT KONGJAN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

DEVELOPEMENT OF OIL EXPELLING MACHINE FOR LEBMUERNANG BANANA FRITTERS WITH HOT AIR CONJUNCTION HALOGEN LAMP

คุณายุทธ นึกได้

KHUNAYUT NUEKDAI

พุฒิเมธ คำนวน

PUTTIMAT KHUMNUAN

อมฤต คงจันทร์

AMARIT KONGJAN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPEMENT OF OIL EXPELLING MACHINE FOR LEBMUERNANG BANANA FRITTERS WITH HOT AIR CONJUNCTION HALOGEN LAMP

KHUNAYUT NUEKDAI

PUTTIMAT KHUMNUAN

AMARIT KONGJAN

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุมดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องสลัดน้ำสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

Project Title DEVELOPEMENT OF OIL EXPELLING MACHINE FOR LEBMUERNANG BANANA FRITTERS WITH HOT AIR CONJUNCTION HALOGEN LAMP

ชื่อนักศึกษา นายคุณายุทธ นึกได้ **รหัสประจำตัว** 62201030

นายพุฒิเมธ คำนวน **รหัสประจำตัว** 62201075

นายอมฤต คงจันทร์ **รหัสประจำตัว** 62201110

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ.ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์			ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ธัชพล	จุ้งเจริญ	กรรมการสอบ	
รศ.ดร.นฤบดี	ศรีสังข์	กรรมการสอบ	
รศ.ดร.ชัยวัฒน์	รัตนมีชัยสกุล	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.ศิริวรรณ	ศรีสังข์	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.วารุณี	ลิ่มมั่น	กรรมการสอบ	
ผศ.ว่าที่ร้อยตรี ดร.กิตติศักดิ์	เพ็ชรพันธ์	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.ณัฐพงศ์	รัตนเดช	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 7 มิถุนายน 2566 เวลา 16:00-17:30 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง A309

ภาควิชาวิศวกรรมรับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช)

วันที่ 15 เดือน มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องสลัดน้ำสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

Project Title DEVELOPED OF OIL EXPELLING MACHINE FOR LEBMUERNANG BANANA FRITTERS WITH HOT AIR CONJUNCTION HALOGEN LAMP

ชื่อนักศึกษา นายคุณายุทธ นึกได้ **รหัสประจำตัว** 62201030

นายพุฒิเมธ คำนวน **รหัสประจำตัว** 62201075

นายอมฤต คงจันทร์ **รหัสประจำตัว** 62201110

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช

ปริญญานิพนธ์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา และปรับปรุงเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดโดยใช้ลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน และศึกษาผลกระทบของลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนที่ใช้สำหรับสลัดน้ำมันออกจากกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดโดยทำการทดสอบที่ความเร็วรอบการสลัด 400 500 และ 600 รอบต่อนาที โดยใช้ระยะเวลา 3 4 และ 5 นาที และใช้หลอดฮาโลเจนขนาด 500 1,000 และ 1,500 วัตต์ พบว่าในการสลัดน้ำมัน เพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้วย ที่ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที โดยมีกำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ จะเหลือเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดน้อยที่สุด หากจะพิจารณาในส่วนนี้ควรต้องดูควบคู่ไปกับปริมาณน้ำมันที่สลัดออกมาได้ ซึ่งที่ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที โดยมีกำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ พบว่ามีปริมาณน้ำมันที่สลัดออกมาได้เยอะที่สุด ในส่วนของการหาค่าความกรอบของเนื้อแป้ง ค่าที่ดีที่สุดอยู่ที่ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที โดยมีกำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ จะพิจารณาโดยค่าที่มีการใช้แรงกดต่ำที่สุด และสิ่งที่นำมาพิจารณาเพิ่มเติมคือสีหรือค่าการวัดสีของตัวผลิตภัณฑ์ ว่ามีการทำให้เนื้อแป้งเกิดการไหม้มากน้อยเพียงใด ซึ่งหากพิจารณาจากรอบที่ดีที่สุดนั้น จะอยู่ที่ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที โดยมีกำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ และสังเกตุได้ว่าค่าของสีนั้นมีความเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

คำสำคัญ : เครื่องสลัดน้ำมัน, หลอดฮาโลเจน, กล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Thesis	DEVELOPED OF OIL EXPELLING MACHINE FOR LEBMUERNANG BANANA FRITTERS WITH HOT AIR CONJUNCTION HALOGEN LAMPS	
Student	Mr. KHUNAYUT NUEKDAI	**Student ID** 62201030
	Mr. PUTTIMAT KHUMNUAN	**Student ID** 62201075
	Mr. AMARIT KONGJAN	**Student ID** 62201110
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Mechanical Engineering	
Project Advisor	Asst. Prof. Dr. Nuttapong Ruttanadech	

ABSTRACT

This project aims to develop and improve the oil expelling machine for lebmuernang banana fritters using hot air combined with a halogen lamp and study the effect of hot air combined with a halogen lamp used for the oil expelling machine from lebmuernang banana fritters. Lebmuernang banana fritters were tested at a speed of 400, 500, and 600 rpm for 3, 4, and 5 minutes, using a 500, 1,000, and 1,500 watt halogen lamp. It was found that using oil expelling to determine the percentage of fat in lebmuernang banana fritters using a speed rotation of 600 rpm,a period of 5 minutes, and a wattage of 1,500 watts, the percentage of fat in lebmuernang banana fritters is the lowest. Consider the information in this section, it should be consistent with the amount of oil that can be used at a speed of 600 rpm for 5 minutes, with a wattage of 1,500 watts. It was found that the amount of oil that could be expelling was the highest. In part to determine the crispiness of crispy flour. The best value is at 600 rpm for 5 minutes with a power of 1,500 watts, determined by the valve with the lowest pressure applied. Another consideration is the color or the color measurement value of the lebmuernang banana fritters, whether it has how much flour it has burned, which is considered from the best round at a speed of 600 rpm for a period of 5 minutes with a wattage of 1,500 watts. Notice that the value of color has undergone a minor change.

Key words : Oil expelling machine, Hydrogen lamp, Lebmuernang banana fritters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำโครงงานนี้ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ช่วยให้คำปรึกษาและแนะวิธีในการทำงานการวางแผนการดำเนินงาน และขอขอบคุณ รศ.ดร.ธัชพล จุ้งเจริญ รศ.ดร.นฤบดี ศรีสังข์ รศ.ดร.ชัยวัฒน์ รัตนมีชัยสกุล ผศ.ดร.ศิริวรรณ ศรีสังข์ ผศ.ว่าที่ร้อยตรี ดร.กิตติศักดิ์ เพ็ชรพันธ์ และผศ.ดร.วารุณี ลิ่มมั่น ที่ให้คำปรึกษา และแนะแนวทางในช่วงสอบความคืบหน้า ขอขอบคุณนางสาวอรสา ชูละเอียด ที่กรุณาให้ใช้ห้องแล็ปในการทดลอง และจัดหาอุปกรณ์ในการทดลองแล็ป และขอขอบคุณทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตรอุดมศักดิ์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงงานทั้งนี้ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ให้โอกาสคณะผู้จัดทำ ทั้งนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณร้านระพี บานาน่า เลขที่ 318 ตำบลสลุย อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ที่ช่วยจัดหากล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดไว้สำหรับการทดลอง ให้ยืมสถานที่ในการทดสอบ และคอยรายงานผลของประสิทธิภาพเครื่องสลัดน้ำมันกล้วยอบเล็บมือนางชุบแป้งทอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดามารดาซึ่งได้เลี้ยงดู และช่วยเหลือทางคุณทรัพย์คำสอนชี้แนะให้ข้าพเจ้าได้นำไปปรับใช้ในการทดลองนี้ขอบคุณคณะผู้จัดทำอีกสองท่านที่ให้ความร่วมมือในทุกด้านเสมอมา ขอขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทดลองโครงงานนี้ทุกท่าน ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นายคุณายุทธ นึกได้
นายพุฒิเมธ คำนวน
นายอมฤต คงจันทร์

มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนดำเนินการ	3
1.6 แผนการดำเนินงาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 กล้วยเล็บมือนาง	5
2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	5
2.3 การสุกของกล้วย	6
2.4 น้ำมัน	7
2.5 การแปรรูปผลการผลิตทางการเกษตร	8
2.6 การทอดอาหาร	8
2.7 การทำให้แห้ง	9
2.8 การอบ	10
2.9 วิธีการรับความร้อนด้วยการนำความร้อน	10
2.10 การให้ความร้อนแก่อาหาร	10
2.11 รังสีอินฟราเรด	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.12 การทดสอบแบบเจาะ	11
2.13 การวัดสีในอุตสาหกรรมอาหาร	14
2.14 การวิเคราะห์ไขมัน	15
2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	18
3.1 การออกแบบปรับปรุงเครื่องสลัดน้ำมัน	18
3.1.1 การออกแบบ	18
3.1.2 วิธีการดำเนินการ	18
3.2 การปรับปรุงเครื่องสลัดน้ำมัน	19
3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์เครื่องสลัดน้ำมัน	19
3.3 ระบบการต่อวงจรไฟฟ้า	27
3.3.1 วัสดุและอุปกรณ์วงจรไฟฟ้า	27
3.3.2 วงจรไฟฟ้า	36
3.4 สมการที่เกี่ยวข้อง	37
3.5 การทดสอบการสลัดของเครื่องสลัดสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน	38
3.6 การหาค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมันในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด	39
3.6.1 วัสดุและอุปกรณ์การหาค่าเปอร์เซ็นต์ไขมัน	39
3.6.2 วิธีการทดลองการหาค่าเปอร์เซ็นต์ไขมัน	44
3.6.3 สูตรหา %Ether extract	45
3.7 การหาค่าแรงต่ำสุดที่กระทำต่อกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนจนเกิดความเสียหาย	46
3.7.1 วัสดุและอุปกรณ์การหาค่าแรงต่ำสุดที่กระทำต่อกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจนเกิดความเสียหาย	46
3.7.2 วิธีการทดลองการหาค่าแรงต่ำสุดที่กระทำต่อกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจนเกิดความเสียหาย	48
3.8 การหาปริมาณน้ำมันภายในถังสลัด	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.8.1 วัสดุและอุปกรณ์การหาปริมาณน้ำมันภายในถังสลัด	49
3.8.2 วิธีการทดลองการหาปริมาณน้ำมันภายในถังสลัด	51
3.9 การวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด	52
3.9.1 วัสดุและอุปกรณ์การวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด	52
3.9.2 วิธีการทดลองการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด	54
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	55
4.1 การทดสอบหาค่าปริมาณไขที่คงเหลือในตัวผลิตภัณฑ์	55
4.2 ผลการทดสอบความกรอบของกล้วยเล็บมือนางชุบแป้งทอด	58
4.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในภายถังสลัดน้ำมัน	60
4.4 การทดสอบหาค่าการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด	62
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	64
5.1 สรุปผลการทดลอง	64
5.2 ข้อเสนอแนะจากผู้ออกแบบและพัฒนาเครื่อง	64
5.3 ข้อเสนอแนะจากผู้ผลิตผลิตภัณฑ์	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก	69
ภาคผนวก ก	70
ภาคผนวก ข	71
ภาคผนวก ค	91
ภาคผนวก ง	93
ประวัติผู้เขียน	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
1.1 ระยะเวลาและการดำเนินงาน	4
4.1 เงื่อนไขในความเร็วรอบและกำลังวัตต์ในการทดสอบ	55
4.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน	57
4.3 ค่าความกรอบของกล้วยเล็บมือนางชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน	59
4.4 ค่าน้ำมันหลังจากสลัดกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน	61
4.5 การวัดสีกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน	63
ข.1 ค่าการวิเคราะห์ไขมันที่ได้จากการทดลอง	77
ข.1 ค่าการวิเคราะห์ไขมันที่ได้จากการทดลอง (ต่อ)	78
ข.2 ค่าแรงต่ำสุดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนถาวรของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจากสลัด	79
ข.2 ค่าแรงต่ำสุดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนถาวรของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจากสลัด (ต่อ)	80
ข.3 ระยะทางของหัวกดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนถาวรของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจากการสลัด	81
ข.3 ระยะทางของหัวกดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนถาวรของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจากการสลัด (ต่อ)	82
ข.4 ค่าน้ำหนักน้ำมันที่ได้จากการทดลอง	83
ข.4 ค่าน้ำหนักน้ำมันที่ได้จากการทดลอง (ต่อ)	84
ข.5 ค่าการวัดสีกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (L*)	85
ข.5 ค่าการวัดสีกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (L*) (ต่อ)	86
ข.6 ค่าการวัดสีกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (a*)	87
ข.6 ค่าการวัดสีกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (a*) (ต่อ)	88
ข.7 ค่าการวัดสีกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (b*)	89
ข.7 ค่าการวัดสีกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (b*) (ต่อ)	90
ง.1 ต้นทุนการผลิต	94
ง.1 ต้นทุนการผลิต (ต่อ)	95
ง.2 ต้นทุนขายทางการตลาด	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ระยะการสุกของกล้วย	6
2.2 กราฟทั่วไปของแรงและระยะการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่ได้จากการทดสอบแบบเจาะ	12
2.3 จุดชีวครากจากการทดสอบแบบเจาะ	13
2.4 ลักษณะความชันของกราฟทั่วไปของแรงกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่ได้จากการทดสอบแบบเจาะ	14
3.1 เครื่องสลัดน้ำมันที่ออกแบบด้วยโปรแกรมช่วยในการเขียนแบบทางกล	18
3.2 ตัวถังห้องสลัด	19
3.3 ตัวตะแกรงสลัด	20
3.4 ฮีตเตอร์ 1,000 วัตต์	20
3.5 เพลาเหล็ก	21
3.6 ข้อต่อเพลา	21
3.7 เม็ดแบร์ริ่งเรียว ขนาด 72 มิลลิเมตร	22
3.8 ตัวประคองแบร์ริ่ง	22
3.9 มอเตอร์ ขนาด 1/2 แรง	23
3.10 โต๊ะ	23
3.11 ซีเมนต์บอร์ด	24
3.12 แผ่นฉนวนกันความร้อน	24
3.13 ตัวครอบพัดลม	25
3.14 ท่อเฟล็ก	25
3.15 พัดลมดูด-เป่าอากาศ	26
3.16 โคมไฟ	26
3.17 หลอดไฟฮาโลเจน 500 1,000 และ 1,500 วัตต์	27
3.18 อินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ MITSUBISHI E700	28
3.19 ซีเล็คเตอร์สวิตช์ 3 จังหวะ	28
3.20 เบรกเกอร์ 20 แอมแปร	29
3.21 แมกเนติก	29
3.22 ไทม์เมอร์	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.23 รีเรย์	30
3.24 เทอร์มินอล	31
3.25 สวิตซ์ไฟ 3 ช่อง	31
3.26 สายไฟ	32
3.27 เทอร์โมสตัท	32
3.28 ปุ่มกดเปิด-ปิดการทำงาน	33
3.29 ปุ่มอีเมอร์เจนซี่	33
3.30 ไฟแสดงสถานะการใช้งานของเครื่อง	34
3.31 ตู้คอนโทรล	34
3.32 เบรกเกอร์ 2 โพล	35
3.33 แผงวงจร	36
3.34 แผงวงจร (ต่อ)	36
3.35 เครื่องวิเคราะห์ไขมันรุ่น Soxtex800	39
3.36 หลอดใส่ตัวอย่าง	40
3.37 บีกเกอร์	40
3.38 สารเคมี Petroleum Ether	41
3.39 ตู้อบแห้ง	41
3.40 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ยี่ห้อ Sartorius รุ่น ED224S	42
3.41 โถดูดความชื้น	42
3.42 สำลี	43
3.43 กระดาษกรองเบอร์ 1 ยี่ห้อ Whatman ขนาด 110 มิลลิเมตร	43
3.44 ตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด	44
3.45 คอมพิวเตอร์และโปรแกรม NEXYGEN PLUS 3.0	46
3.46 เครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ LLODY Instrument รุ่น TAPLUS	47
3.47 หัวกดแบบกลม	47
3.48 ตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด	48
3.49 เครื่องชั่งดิจิตอล	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.50 กระดาษทิชชูและถุงซิปล็อค	50
3.51 ถุงผ้า	50
3.52 ถ้วยพลาสติก ขนาด 2 ออนซ์	51
3.53 เครื่องวัดสีโครมามิเตอร์ CR-400	52
3.54 ตัวประเมินผล	53
3.55 CALIBRATION PLAT	53
3.56 ตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดที่ผ่านการสลัดแล้ว	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดร่วมกับลมร้อนนั้นเป็นการใช้ลมร้อนที่ผ่านจากไดร์เป่าไปยังฮีตเตอร์ซึ่งข้อเสียคือ ฮีตเตอร์จะต้องทำงานตลอดเวลาเพื่อปรับอุณหภูมิของลมที่ได้รับจากไดร์ที่มาจากภายนอก การใช้งานที่ค่อนข้างยุ่งยากในการตั้งเวลาทำการสลัดน้ำมันที่ต้องจับเวลาในการสลัดเอง ตัวถังที่ไม่ได้ป้องกันผู้ใช้งานจากความร้อนของถัง วัตถุประสงค์หลักของการสลัดน้ำมันเพื่อให้ของทอดนั้นคายน้ำมันออกมาจากตัวผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติของน้ำมันนั้นเมื่อเกิดการเย็นตัวจะมีลักษณะหนืดแต่เมื่อได้รับความร้อนจะมีความหนืดที่น้อยลงจะทำให้ง่ายต่อการสลัดน้ำมัน [1,2,3] ซึ่งในตัวน้ำมันนั้นเป็นไขมันที่ได้มาจากพืชด้วยการสกัด ได้แก่ ปาล์ม ถั่วเหลือง รำข้าวเป็นต้น ซึ่งอนุภาคที่ได้จากกระบวนการสกัดนี้ชื่อว่า ไตรกลีเซอไรด์[4,5] เป็นอนุภาคของไขมันที่ลอยอยู่ในเลือดของเราหลังจากที่ถูกดูดซึมมาทางลำไส้ใหญ่ อนุภาคนี้พร้อมที่จะนำไปแปรรูปที่ตับ เพื่อนำส่งไปยังเซลล์ต่างๆ ไปสะสมตามเซลล์ร่างกายเช่น ผิวหนัง และเข้าเซลล์เพื่อจะให้เกิดเป็นพลังงานขึ้นมา หลังจากที่ไตรกลีเซอไรด์ถูกดูดซึมผ่านทางลำไส้ใหญ่ ร่างกายเราจะลำเลียงไปที่ตับเพื่อแปรรูปให้เป็นอนุภาคได้ 3 แบบ ได้แก่ Very Low Density Lipoprotiens (VLDL), Low Density Lipoprotiens (LDL) และ High Density Lipoprotiens (HDL) อนุภาคทั้งสามนี้ที่จะคอยนำไตรกลีเซอไรด์และคอเรสเตอรอลไปยังเซลล์ต่างๆ ของร่างกายได้อย่างสะดวก เพราะว่าอนุภาคทั้งสามนี้มีความสามารถในการละลายอยู่ในกระแสเลือดได้ดี LDL จะบรรจุคอเรสเตอรอลเป็นหลัก ส่วน HDL จะช่วยดึงสองตัวแรกที่เป็นอันตรายต่อร่างกายกลับและทำลายที่ตับ เพราะสองตัวแรกมักจะนำอันตรายสู่ร่างกายเป็นอย่างมาก ถ้าร่างกายของเรามีคอเลสเตอรอลสูงจะส่งผลเสียกับร่างกายเกี่ยวกับปัญหาด้านสุขภาพและมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคไต โรคตับ โรคต่อมไทรอยด์บกพร่อง เป็นต้น

กล้วยอบเล็บมือนางชุบแป้งทอด [6,7] ถือเป็น 1 ในสินค้าแปรรูปจากชุมชนกลุ่มเกษตรกรพ่อตาหินช้าง ที่อำเภอท่าแซะ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำมันในการทอดและมีปริมาณน้ำมันที่คงเหลือในตัวผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างสูง และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขายกันจำนวนมากและเป็นที่นิยมซื้อเป็นของฝากและเป็นของทานเล่น จึงเห็นว่าควรมีสิ่งที่ช่วยในการนำน้ำมันของจากตัวผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่รักษ์สุขภาพ ผู้สูงวัยและผู้ที่มีความเสี่ยงสามารถรับประทานได้ มีอายุการเก็บรักษาที่นานกว่าแบบเดิมที่มีการเหม็นหืนของน้ำมันในบรรจุภัณฑ์ แต่ในปี 2562 ได้มีนักศึกษาจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุม เขตอุดมศักดิ์ นายณภัทร เห็นดี นายปรมินทร์ จิตตรีนิตย์ และ นายศดิศ จุลพูล ได้ทำการสร้างเครื่องสลัดน้ำมันด้วยลมร้อนมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในร้านขายกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดสามารถช่วยแก้ไขปัญหาในเรื่องไขมันที่อยู่ในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

เครื่องสลัดน้ำมันด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนเป็นเครื่องที่ต่อยอดมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพจากเครื่องสลัดน้ำมันร่วมกันกับลมร้อน ซึ่งอาศัยใช้การหมุนเวี่ยง [8] จากมอเตอร์มาทำการสลัดน้ำมันให้แยกตัวออกจากตัวผลิตภัณฑ์ด้วยความเร็วรอบที่เราต้องการ [9,10] มีใช้ฮีตเตอร์คอยให้ความร้อนและกระจายความร้อนด้วยลมเพื่อลดความหนืดของน้ำมันให้ง่ายต่อการแยกน้ำมันออกจากตัวผลิตภัณฑ์ และเราเล็งเห็นหลอดฮาโลเจน [11] ที่ให้ความร้อนมาใช้ร่วมกับฮีตเตอร์เพื่อช่วยฮีตเตอร์ในทำงานและประหยัดเวลาในการวอร์มเครื่องและเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุดในระยะเวลาที่กำหนดและมีการควบคุมอุณหภูมิด้วยเทอโมสตัทเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในห้องอบดังนั้นจึงมีการต่อยอดเครื่องสลัดน้ำมันด้วยลมร้อน โดยจะมีการสลัดน้ำมันในความเร็วรอบที่กำหนดและมีการให้ความร้อนด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนเพื่อช่วยในการสลัดแยกน้ำมันออกจากผลิตภัณฑ์ ออกแบบตู้ควบคุมใหม่ที่สะดวกและให้ง่ายต่อผู้ใช้งาน การต่อยอดนี้เพื่อต้องการทราบค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมันในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด การหาค่าแรงต่ำสุดที่กระทำต่อกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจนเสียหาย ค่าความเสียหายจากการสลัดกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด ค่าน้ำหนักของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.2.1 เพื่อปรับปรุง และพัฒนาเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยอบเล็บมือนางด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

1.2.2 เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยอบเล็บมือนางด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 ใช้กล้วยเล็บมือนางอบที่ผ่านการชุบแป้งทอดมาทำการทดสอบ

1.3.2 ใช้ฮีตเตอร์ 1,000 วัตต์

1.3.3 ใช้เวลาในการทดสอบ 3 4 และ 5 นาที

1.3.4 ใช้จำนวนวัตต์ของหลอดฮาโลเจนในการทดสอบ 500 1,000 และ 1,500 วัตต์

1.4 ประโยชนที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 ได้เครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

1.5 ขั้นตอนดำเนินการ

รูปที่ 1.1 แผนผังการดำเนินงานการออกแบบ และสร้างเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาและการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน 2565-2566									
	2565					2566				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. รวบรวมและศึกษาข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้อง	←	—	→							
2. ออกแบบการทดลอง			←	—	—	→				
3. สร้างเครื่องการทดลอง						←	—	→		
4. ทำการทดลองและรวบรวมข้อมูล								←	—	→
5. สรุปผลการทดลอง.								←	—	→
6. จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์								←	—	—

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงแนวคิดทฤษฎี วรรณกรรม และหลักการต่างๆ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเพื่อศึกษาเป็นข้อมูลสำหรับโครงงานนี้

2.1 กล้วยเล็บมือนาง

กล้วยเล็บมือนาง [7] (Lebmuernang Banana) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Musa sapientum Linn. (AA group) มีถิ่นกำเนิดในประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่น พม่า ไทย กัมพูชา มาเลเซีย เป็นต้น ต่อมาได้มีการปลูกในหลายประเทศทั่วโลก เป็นพืชตระกูลกล้วย ที่เกิดจากกล้วยป่าได้กลายพันธุ์ มีลำต้นเดี่ยวตั้งตรง ใบแบบขนาน มีเครือหวีอยู่ และมีหัวปลีออกที่ปลายยอด ผลจะออกกลมทรงรีมีขนาดเล็ก ปลายผลจะเรียวแหลม เรียงอยู่ในหวีดูคล้ายนิ้วมือ มีเนื้อสีเหลืองแน่นนุ่มๆ มีรสชาติหวานอร่อย มีกลิ่นหอม ในส่วนของประเทศไทยนั้นจะปลูก ได้ทั่วทุกภาค และปลูกได้ทุกฤดู จะนิยมปลูกกันมากในภาคใต้ มีประโยชน์ และมีสรรพคุณ ใช้นำมารักษาโรคต่างๆ ได้หลายอย่าง ใช้นำมารับประทาน ประกอบอาหารต่างๆ ได้หลายเมนู

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก กล้วยเล็บมือนาง มีระบบราก ที่มีลักษณะเป็นเส้นกลมยาว แตกออกด้านล่างของหัวหรือเหง้ากล้วย ขนาดรากประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร หยั่งลึกลงดินได้ยาวกว่า 5 เมตร

ลำต้น กล้วยเล็บมือนาง มีลำต้น 2 ส่วน คือ

1.ลำต้นแท้ ลำต้นแท้ของกล้วยเล็บมือนาง คือ ส่วนเหง้าที่อยู่ใต้ดิน มีลักษณะทรงกลมสั้น ขนาดประมาณ 12-18 เซนติเมตร เปลือกหุ้มเหง้ามีสีดำ

2.ลำต้นเทียม ลำต้นเทียมของกล้วยเล็บมือนาง เป็นส่วนที่อยู่เหนือดินที่มักเรียกทั่วไปว่า ต้นกล้วย ซึ่งประกอบด้วยกาบใบที่เรียงซ้อนกันแน่นเป็นวงกลม ขนาดกว้างประมาณ 12-15 เซนติเมตร สูงประมาณ 2-2.5 เมตร ผิวกาบด้านนอกสุดมีสีม่วงอมแดง และมีจุดประสีดำกระจายทั่ว หรือบางชนิดมีสีเขียว

ใบ ใบกล้วยเล็บมือนางออกเป็นใบเดี่ยว ประกอบด้วยก้านใบ และแผ่นใบ ก้านใบมีลักษณะเรียวยาว ยาวประมาณ 50-100 เซนติเมตร ผิวก้านใบมีสีชมพูอมแดง และมีร่องตรงกลางในด้านบน ถัดมาเป็นแผ่นใบเป็นรูปขอบขนาน สีเขียวอ่อน กว้างประมาณ 40-60 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1.5-4 เมตร

ดอก ดอกกล้วยเรียกว่า ปลี ปลีของกล้วยเล็บมือนางจะแทงออกตรงกลางของลำต้นเทียม ประกอบด้วยก้านดอกทรงกลม ปลายก้านดอกเป็นช่อดอกหรือปลีกล้วย ที่ประกอบด้วยกาบหุ้มด้านนอกสีแดงอมม่วง กาบหุ้มด้านในมีสีแดงซีด โคนปลีใหญ่ ปลายปลีแหลม เมื่อบานกาบหุ้มจะกางออกจนมองเห็นดอกด้านใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล ผลของกล้วยมีหลายผลรวมกันบนก้านผลหลักอันเดียวกันเรียกว่า เครือ กล้วยแต่ละลูกแบ่งออกเป็นกลุ่มๆเรียกว่า หวี หวีกล้วยเล็บมือนางจะมีประมาณ 5-8 หวี แต่ละหวีของกล้วยเล็บมือนางมีผลกล้วย 10-16 ผล ผลมีก้านผลสั้นแต่ละผลมีขนาดเล็กและเรียวยาว กว้างประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10-12 เซนติเมตร ผลมีลักษณะที่โค้งงอ ปลายผลออกเรียวแหลม และมีก้านเกสรตัวเมียติดอยู่

2.3 การสุกของกล้วย

เอทิลีน (Ethylene) หรือก๊าซเอทีลีน จัดเป็นก๊าซไฮโดรคาร์บอนรูปแบบนึ่ง ซึ่งมีความสามารถในการติดไฟ ก๊าซเอทิลีนในพืชสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติหรือได้รับความเสียหาย การบอบช้ำในการขนส่ง และการเก็บรักษา ทำให้เกิดการสุกเกิดขึ้นได้ ก๊าซเอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช เช่นเดียวกับฮอร์โมนในมนุษย์หรือสัตว์ การเปลี่ยนแปลงของก๊าซเอทิลีนนั้นมีผลถึงในระดับเซลล์ ของพืชผักผลไม้เป็นขบวนการ และวิธีการที่เรียกว่า กระบวนการเมทาบอลิซึม ของพืชผักผลไม้ หรือมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีระของพืชผักผลไม้ ซึ่งทำให้มีผลต่อการสุกงอมของพืชผักผลไม้ได้ แต่การเกิดการสุกงอมอาจจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนเกี่ยวข้องอีกด้วย อีกประการนึ่ง ซึ่งถ้าพืชผักผลไม้ได้รับก๊าซเอทิลีนในจำนวนที่มากเกินไปก็จะทำให้เกิดการการตาย และเสียหายได้เร็วเช่นกัน

ระยะการสุกของกล้วยหลังจากการบ่มจะแบ่งออกเป็นได้ 7 ระยะได้แก่

ระยะที่ 1 เปลือกแข็ง สีเขียว และยังไม่มีการสุก

ระยะที่ 2 เปลือกเริ่มมีการเปลี่ยนสีเล็กน้อย และยังไม่มีการสุก

ระยะที่ 3 เปลือกมีสีเหลือง มีส่วนหัวและส่วนปลายที่มีสีเขียวเพียงเล็กน้อย และเริ่มมีการสุก

ระยะที่ 4 เปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งลูก และมีการสุก

ระยะที่ 5 เปลือกเป็นสีเหลืองและมีจุดดำๆเล็กน้อย และมีการสุก

ระยะที่ 6 เปลือกเป็นสีเหลืองมีรอดำมากขึ้น และเริ่มมีการงอม

ระยะที่ 7 เปลือกเริ่มมีสีดำคล้ำ และงอม

รูปที่ 2.1 ระยะการสุกของกล้วย [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 น้ำมัน

น้ำมัน (oil) เป็นสะสารของเหลวเป็นสารกลุ่ม ลิพิด (Lipid) ที่ใช้หรับการทำอาหารชนิดผัด ทอด หรือการหมัก โดยทั้งน้ำมันเป็นสารที่มีองค์ประกอบหลักเป็นธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจน ไม่ละลายน้ำ เมื่ออยู่ในน้ำจะแยกออกจากน้ำเป็นชั้น แต่สามารถละลายได้ดีในสารที่เป็น น้ำมัน หรือในตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิด เช่น แอลกอฮอล์เป็นต้น และความแตกต่างระหว่างน้ำมันกับไขมัน คือไขมันนั้นจะมีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องส่วน น้ำมันก็จะมีสถานะเป็นเหลว น้ำมันและไขมันนั้นสามารถพบได้ทั้งในพืชและสัตว์ ส่วนในพืชมักจะพบในส่วนของเมล็ดเช่น มะพร้าว มะกอก ปาล์ม ถั่วเหลือง งา เป็นต้น และในส่วนของในสัตว์จะมีการสะสมไขมันไว้ ตามเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังบริเวณช่องท้องและส่วนอื่น ๆ เช่น ไขมันหมู ไข่แดง เป็นต้น น้ำมันพืชหรือ น้ำมันสัตว์จะให้พลังงานต่อหน่วยน้ำหนักเท่ากัน คือ 1 กรัม จะให้พลังงานเท่ากับ 9 กิโลแคลรอรี [2]

น้ำมัน เป็นสารประกอบที่เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) เกิดจาก กลีเซอรอล (glycerol) 1 โมเลกุล เข้าทำปฏิกิริยากับกรดไขมัน (fatty acids) 3 โมเลกุล โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา และความร้อนร่วมด้วย โดยกลีเซอรอลเป็นสารจำพวกแอลกอฮอล์ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และมีรส หวาน มีสูตรโมเลกุลเป็น C3H8O3 ส่วนกรดไขมันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ กรดไขมัน อิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันบางชนิดร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ แต่บางชนิด ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ จึงต้องรับจากอาหารที่เรารับประทานเข้าไปเท่านั้น เราเรียกกรด ไขมันซึ่งร่างกายสังเคราะห์ขึ้นเองไม่ได้ว่า กรดไขมันจำเป็น (Essential fatty acids ; EFAs) เช่น กรดไลโนเลอิก กรดแกมมาไลโนเลนิก เป็นต้น ถ้าหากร่างกายของเราได้รับปริมาณกรดไขมันไม่เพียงพออาจจะมีผลทำให้ร่างกายเกิดการชะงักการเจริญเติบโต มีอาการอักเสบและติดเชื้อได้โดยง่าย[3]

น้ำมันที่ใช้ประกอบอาหารนั้น แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1 น้ำมัน จากสัตว์มีกรดไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบหลักและ มีคอเลสเตอรอล (Cholesterol) สูงเช่น น้ำมันหมู น้ำมันไก่ เป็นต้น

2 น้ำมันจากพืช แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

1 น้ำมันพืชชนิดที่เป็นไขเมื่อนำไปแช่ตู้เย็นหรืออากาศเย็น น้ำมันพืชชนิดนี้ ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัวผสมอยู่ในปริมาณมาก ได้แก่ น้ำมันปาล์มโอเลอิน น้ำมันมะพร้าว

2 น้ำมันพืชชนิดที่ไม่เป็นไขเมื่อนำไปแช่ตู้เย็นหรืออากาศเย็น น้ำมันพืชชนิดนี้ ประกอบด้วย กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูง ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันข้าวโพด น้ำมันฝ้าย ไขมันชนิดนี้ย่อยง่าย ร่างกายสามารถนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ต่าง ๆ จึงเหมาะสมกับเด็กที่กำลังเจริญเติบโต น้ำมันบางชนิด (กรดโอเลอิกในน้ำมันมะกอก) ยังมีส่วนช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือดได้ แต่ข้อเสียของน้ำ มันชนิดนี้คือ ไม่ค่อยเสถียรเสื่อมคุณภาพได้ง่าย จึงไม่เหมาะสำหรับการทอดอาหารแบบทอดท่วมที่อุณหภูมิสูง และระยะเวลานานน้ำมันเป็นเสมือนตัวนำความร้อน เป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อนให้กับอาหาร นอกจากจะทำให้อาหารสุกแล้ว ยังช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดกับภาชนะที่ใช้ทอด และช่วยในเรื่องสีและเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รสชาติให้กับอาหาร แต่หากน้ำมันทอดอาหารได้รับอุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานานหรือความชื้นจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีของไขมันแบบต่าง ๆ เช่น ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis), ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation), ปฏิกิริยาโพลีเมอร์ไรเซชัน (Polymerization) ของไขมัน ส่งผลให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของน้ำมัน ทำให้น้ำมันมีสีดำ ขึ้น มีกลิ่นเหม็นหืน จุดเกิดควันต่ำลง มีฟองและเหนียวหนืดขึ้น หากน้ำมันนั้นมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงมากเท่าใด การเสื่อมสภาพของน้ำมันจะเร็วขึ้นเท่านั้น การเสื่อมสภาพนี้ส่งผลให้มีการแตกตัวของน้ำมันได้เป็นสารโพลาร์ (Polar compounds) ที่เป็นสารก่อกลายพันธุ์ สามารถสะสมในร่างกาย และส่งผลกระทบต่อการทำงานของเซลล์ ส่งผลให้เกิดโรคมะเร็งในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ [4]

2.5 การแปรรูปผลการผลิตทางการเกษตร [13]

การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเป็นการช่วยป้องกันปัญหาผลผลิตล้นตลาด หรือผลผลิตตกเกรด ไม่ได้ขนาดตามที่ลูกค้าต้องการ ทำให้สามารถยกระดับราคาผลิตผลไม่ให้ตกต่ำ และการสร้างเพิ่มมูลค่าให้แก่ ผลิตผลทางการเกษตร การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร หรือวัตถุดิบอาหาร จะทำให้สามารถขยายตลาดการค้าออกไปสู่ต่างประเทศ จะช่วยเพิ่มพูน รายได้ให้แก่ประเทศได้เป็นอย่างดี

เทคนิคในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมีหลายขั้นตอน และหลายรูปแบบ แต่ที่สำคัญผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปนั้นๆจะต้องมีความอร่อย ผู้บริโภครับประทานแล้วต้องติดใจในรสชาติซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารแปร รูปสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกร และผู้ประกอบการ ไม่ว่าจะจำหน่ายในประเทศ หรือการส่งออกที่สามารถ เป็นรายได้นำเข้าสู่ประเทศ ซึ่งแนวทางการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร

2.6 การทอดอาหาร

การทอดนั้นเป็นรูปแบบการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนด้วยวิธีการส่งผ่านความร้อนจากตัวกลางคือน้ำมัน[8]ไปยังอาหารอย่างรวดเร็วเป็นการถนอมรักษาอาหาร โดยใช้ความร้อนทำลายจุลินทรีย์ และเอนไซม์ในอาหารและทำให้ค่า water activity ที่ผิวนอกหรือทั้งชิ้นของอาหารลดลง ทั้งนี้ในระหว่างการทอดจะมีการระเหยของน้ำออกจากชิ้นอาหาร และมีการฟอร์มตัวของเม็ดแป้งเกิด gelatinization ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติเฉพาะ ทั้งนี้วิธีการทอดอาหารที่ปฏิบัติกันทั่วไปมีอยู่ 2 วิธี คือ

1 การทอดแบบน้ำมันตื้น (shallow or contact-frying)

เป็นการทอดที่ใช้ น้ำมันเพียงเล็กน้อยประมาณ ½ - 1 นิ้ว น้ำมันจะไม่ท่วมอาหารทั้งชิ้น วิธีนี้เหมาะสำหรับอาหารที่มี อัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง เช่น เบคอน ไข่ เบอร์เกอร์ และพายชนิดต่างๆ เป็นต้น ความร้อนจากผิวของกระทะร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านชั้น น้ำมันบาง ๆ ไปยังอาหาร ความหนาของชั้นน้ำมัน แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความสม่ำเสมอของผิวหน้าอาหาร ถ้าชั้นน้ำมันบาง ฟองไอน้ำเดือดจะทำให้ อาหารเคลื่อนที่ขึ้นลงบนผิวร้อนของกระทะ การกระจายความร้อนจึงไม่สม่ำเสมอ ทำให้ผิวหน้าของ อาหารที่ทอดมีสีน้ำตาลไม่สม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การทอดแบบน้ำมันท่วม (deep fat frying)

เป็นกระบวนการทอดแบบน้ำมัน ท่วม คือ เมื่อใส่อาหารในน้ำมันที่ร้อน อุณหภูมิที่ผิวของอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว น้ำที่ผิวของอาหารเริ่มเดือดโดยทันที น้ำมันบริเวณรอบ ๆ ผิวอาหารจะลดอุณหภูมิลง โดยใช้ความเร็วพอ ๆ กัน กับการพาความร้อน เมื่อเริ่มเดือดการพาความร้อนจะเพิ่มขึ้นมาก โดยการเกิดเทอบูแลนซ์ของไอน้ำ ระเหยออกจากอาหาร จึงทำให้ผิวอาหารแห้งและทำให้อาหารทอดเกิดการหดตัว เกิดรูพรุน และทำให้เกิดความหยาบที่ผิวอาหารโดยเฉพาะการระเหยอย่างรุนแรงสามารถทำให้เกิดรูพรุนขนาดใหญ่ อุณหภูมิที่ผิวอาหารสามารถเพิ่มได้ถึงจุดเดือดของน้ำ ระหว่างการทอดไม่เพียงแต่เกิดการระเหยของไอน้ำ แต่ยังเกิดสารประกอบอื่น ๆ จากอาหารไปยังน้ำมัน เมื่อให้อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานจะทำให้ น้ำมันทอดเกิดการเสื่อมสภาพได้ [9]

2.7 การทำให้แห้ง

คือ การลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ทำให้เก็บอาหารได้นาน การทำแห้งอาหาร [13] โดยทั่วไปจะอาศัยความร้อน เพื่อระเหยน้ำออกจากอาหาร การทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนมีหลายวิธีคือ

- การทำแห้งโดยตากแดด เป็นการนำผลผลิตทางการเกษตรไปตากแดดโดยตรง มีความสะดวก และสิ้นค่าใช้จ่ายน้อย โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย การตากแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบดั้งเดิม เช่น การตากเนื้อสัตว์ ปลา ผัก และผลไม้วิธีนี้ไม่สามารถควบคุมระดับความร้อน และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนฝุ่นละออง จุลินทรีย์หรือมีแมลงมาตอม ได้จึงมีการสร้างเป็นตู้อบโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์

- การทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน วิธีการนี้เป็นการนำวิธีการแรกมาปรับปรุง โดยใช้อุปกรณ์เข้าช่วยเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากแห้งตามที่ต้องการ และมีความชื้นสม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งโดยวิธีนี้สะอาด ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการตากแดด วิธีการทำให้แห้งด้วยความร้อนโดยใช้ตู้อบขนาดใหญ่ที่มีลมร้อนเป่าผ่านทำให้น้ำระเหยไปกับลมร้อนโดยทางช่องระบายลมภายในตู้อบ ใช้อุณหภูมิประมาณ 60– 90 องศาเซลเซียส ขึ้นกับอยู่ชนิดของผลิตภัณฑ์

- การทำแห้งโดยใช้ลูกกลิ้ง เป็นการทำให้อาหารเหลว ข้น ไปเคลือบเป็นแผ่นบางบนผิวลูกกลิ้งร้อนเกิดการถ่ายเทความร้อนจากผิวของลูกกลิ้งไปยังแผ่นอาหาร เมื่อลูกกลิ้งหมุนไปจนครบรอบอาหารจะแห้งพอดีแล้วถูกขูดออกด้วยใบมีด อาหารแห้งที่ได้ออกมาจะมีลักษณะเป็นแผ่นบาง สามารถนำแผ่นอาหารนี้ไปบดเป็นผงละเอียดเมื่อกลับมาชงน้ำร้อนจะสามารถคืนตัวได้

- การทำแห้งแบบเยือกแข็ง การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ทำให้น้ำในโครงสร้างอาหารเปลี่ยน สถานะเป็นผลึกน้ำแข็งก่อน แล้วจึงลดความดันเพื่อให้ผลึกน้ำแข็งระเหิดกลายเป็นไอ โดยการลด ความดันบรรยากาศ เพื่อให้ผลึกน้ำแข็งที่อยู่ภายในเกิดการระเหิดกลายเป็นไอออกไปจากผิวหน้า ของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทำแห้งโดยใช้ไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟสามารถเคลื่อนที่เข้าไปในวัตถุดิบและทำให้วัตถุดิบซึ่ง มีน้ำอยู่ร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งภายในและที่ผิวหน้าไปพร้อมๆกัน โดยคลื่นไมโครเวฟมีผลกระทบ ต่อวัสดุอื่นๆน้อยมาก เมื่อเราใช้ไมโครเวฟในการอบแห้งอาหารโดยมีการควบคุมที่เหมาะสม ส่วน ที่เป็นน้ำจะถูกทำให้ร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วจนระเหยออกไป โดยที่ความร้อนดังกล่าวจะไม่ทำให้โครงสร้าง และรสชาติของอาหารเกิดความเสียหาย

2.8 การอบ

การอบ คือ การใช้ความร้อนระดับหนึ่งเพื่อไล่เอาน้ำออกจากอาหารให้เหลือปริมาณน้อยที่สุด การอบแห้งทำได้หลายวิธี เช่น การตากแดด (Sun drying) การทำให้แห้งโดยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar drying) ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ (Vacuum shelf drier) การทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying หรือ Sublimation) ซึ่งจะลด Water activity ในอาหารให้น้อยลงทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เมื่ออาหารมีน้ำลดลงจะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และ Activity ของเอมไซม์ได้ นอกจากนี้การอบแห้งยังช่วยลดน้ำหนักทำให้ลดค่าใช้จ่ายระหว่างการเก็บรักษา และขนส่งอาหารอบแห้งบางชนิดยัง สามารถได้ที่อุณหภูมิห้องซึ่งวิธีการอบแห้ง [8]

2.9 วิธีการรับความร้อนด้วยการนำความร้อน [12]

วิธีรับความร้อนด้วยการนำความร้อน โดยทั่วไปจะถ่ายเทความร้อนทางอ้อมจากแหล่งความร้อนผ่านผนังโลหะให้แก่วัตถุดิบที่จะอบจะใช้ลมร้อนเพื่อการลำเลียงไอระเหยที่เกิดขึ้นเท่านั้น จึงมีความร้อนสูญเสียน้อย และจะมีประสิทธิภาพความร้อนสูง วิธีรับความร้อนด้วยลมร้อนจะมีประสิทธิภาพความร้อน 30 – 60 เปอร์เซ็นต์ แต่วิธีรับความร้อนด้วยการนำความร้อนจะมีประสิทธิภาพความร้อนถึง 70 – 90 เปอร์เซ็นต์ และยิ่ง วัตถุดิบมีอัตราความชื้นสูงเท่าใด ประสิทธิภาพความร้อนจะสูงขึ้นเท่านั้น

2.10 การให้ความร้อนแก่อาหาร

การให้ความร้อนแก่อาหารสามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ การให้คสามร้อนโดยตรง และการให้ความร้อนโดยทางอ้อม

1. การให้ความร้อนโดยตรงเป็นการให้ความร้อนสัมผัสกับอาหารโดยตรง ทั้งนี้รวมถึงการสัมผัสอาหารกับสารที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงด้วย เช่น การรมควัน ดังนั้นวิธีนี้จึงมีข้อเสียในกรณีที่ เชื้อเพลิงที่ใช้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ จนทำให้เกิดการสะสมของสารต่างๆ ที่เกิดขึ้นและเข้าไปเจือปน กับอาหารมีกลิ่นผิดปกติ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ไม่รวมถึงการให้ความร้อนโดยตรงจากไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การให้ความร้อนโดยทางอ้อม เป็นการให้ความร้อนแก่อาหารโดยที่ความร้อนไม่สัมผัสกับ เชื้อเพลิงที่กำลังเผาไหม้โดยตรง วิธีนี้นิยมใช้กันมากในกระบวนการแปรรูปอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระบวนการที่ใช้ไอน้ำเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน

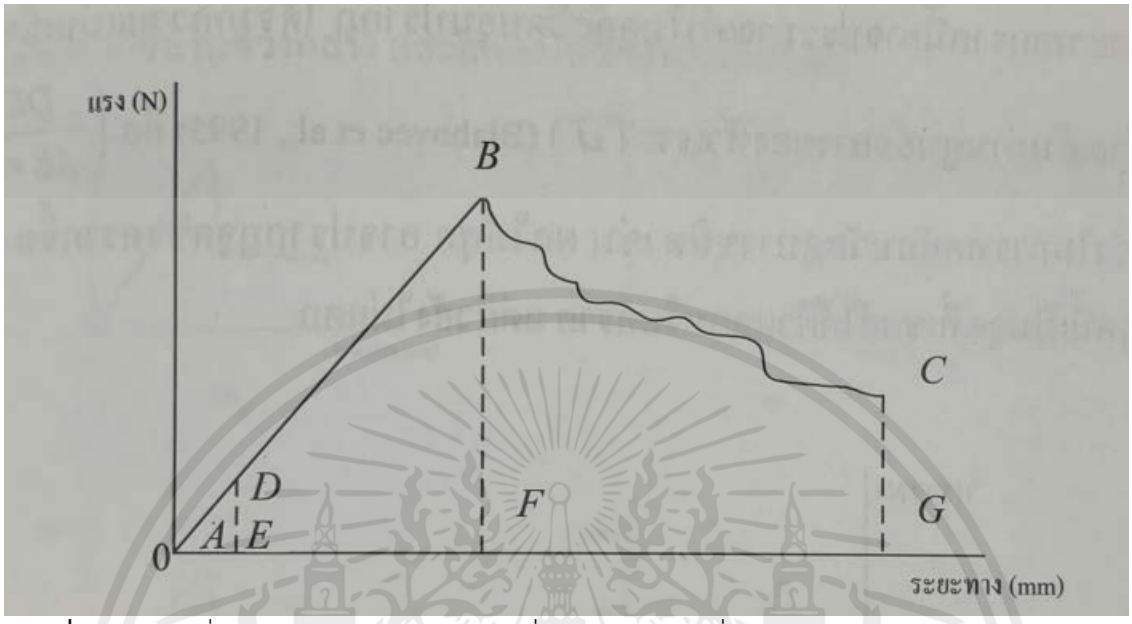
2.11 รังสีอินฟราเรด

รังสีอินฟราเรด (Infrared) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 0.75-100 ไมโครเมตร ช่วงความยาวคลื่นของรังสีอินฟราเรดเป็น 3 ระดับคือ รังสีอินฟราเรดใกล้ (Near-infrared radiation, NIR) มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงประมาณ 0.75-3 ไมโครเมตร รังสีอินฟราเรดกลาง (Middle-infrared radiation, Mid-IR) มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงประมาณ 3-25 ไมโครเมตร และรังสี อินฟราเรดไกล (Far-infrared radiation, FIR) มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงประมาณ 25-100 ไมโครเมตรอินฟราเรด แผ่รังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานความ ร้อนมาตกกระทบลงบนผิววัสดุ รังสีอินฟราเรดจะทะลุผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุ โดยที่พลังงานการทะลุผ่านของรังสีอินฟราเรดจะลดลงในรูปแบบเอกโพเนนเชียล (Exponential) ตามระยะความหนาจากผิว วัสดุ ซึ่งมีการดูดซับพลังงานรังสีอินฟราเรดในเนื้อวัสดุ ทำให้โมเลกุลในเนื้อวัสดุเกิดการสั่นสะเทือน แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน จนถึงระยะความหนาวัสดุที่รังสีอินฟราเรดไม่สามารถทะลุผ่านเข้า ไปในเนื้อวัสดุได้จะมีการนำความร้อนในเนื้อวัสดุชั้นต่อไป ดังนั้น เมื่อน้ำที่อยู่ในโมเลกุลวัสดุได้รับความร้อนจะเกิดการแพร่ออกไปยังผิววัสดุทำให้วัสดุนั้นแห้งลง [11]

2.12 การทดสอบแบบเจาะ [14]

การทดสอบแบบเจาะใช้หัววัดเป็นแท่งรูปทรงกระบอกหน้าตัดเรียบ หรือหัวกลมมน หรือแบบเข็มกดเจาะเนื้อชิ้นตัวอย่าง โดยเว้นผ่านศูนย์กลางของหัววัดมีค่าน้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางหรือขนาด ตัวอย่าง เป็นการวัดการตอบสนองต่อแรงที่จุดที่เจาะนั้นถึงระดับความลึกต่างๆ วัสดุตัวอย่าง ได้แก่ ผัก ผลไม้ทั้งผลหรือครึ่งลูก ลูกชิ้น ก้อนขนมปัง ชิ้นเนยสด ชิ้นตัวอย่างอาหารรูปทรงกระบอก รูปสี่เหลี่ยม หรือลูกบาศก์ ซึ่งการกดแบบเจาะควรจะไม่มีผลกระทบจากขอบมุม หรือความหนาของตัวอย่างต่อแรงกด ดังนั้นตัวอย่างควรมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของหัวกดอย่างน้อยสามเท่า สำหรับอาหารที่กรอบหรือแตกง่าย ควรใช้ค่าที่มากกว่าสาม โดยการทดสอบแบบเจาะจะได้กราฟทั่วไปของแรงและระยะการเปลี่ยนแปลง รูปร่างดังรูปที่ 2.2

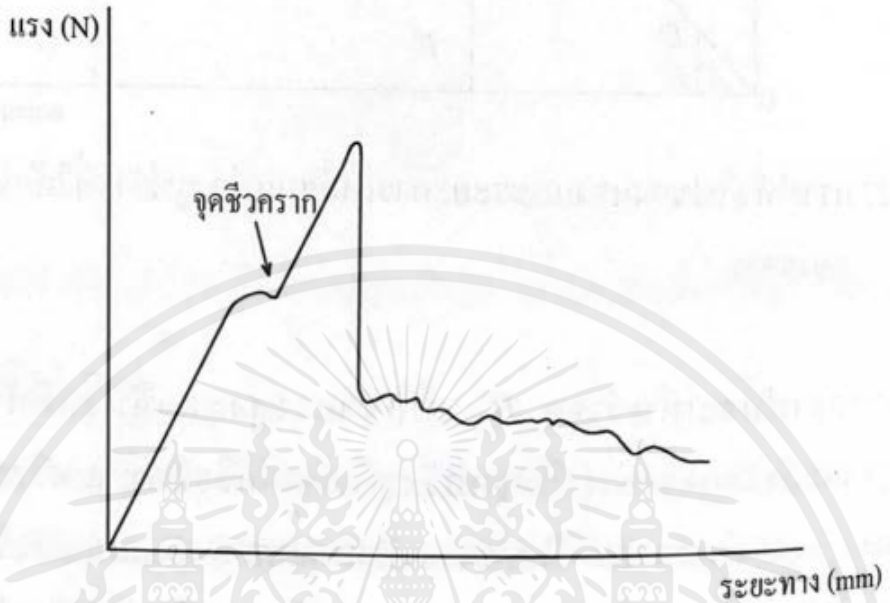
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 กราฟทั่วไปของแรงและระยะการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่ได้จากการทดสอบแบบเจาะ [14]

จากกราฟจะเห็นว่าจุด B เป็นจุดแรงสูงสุด เป็นที่หัวเจาะชนะแรงต้านทานสูงสุดของวัสดุตัวอย่างเป็นขุดที่วัสดุเริ่มแตกหักหรือฉีกขาด เรียกว่าจุดแตก (rupture point) ค่าแรง BF เรียกว่าแรงที่วัสดุแตก (rupture force) มีหน่วยเป็นนิวตัน ระยะ AF เรียกว่าระยะวัสดุแตก (rupture distance) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ความชันในช่วงตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดแตก (BF/AF) เรียกว่าความแน่นเนื้อเฉลี่ย หรือความแข็งเฉลี่ยมีหน่วยเป็น นิวตันต่อมิลลิเมตร แล้วแต่วัสดุ ถ้าเป็นผักและผลไม้มักเรียกว่าความแน่นเนื้อเฉลี่ย ถ้าเป็นขนมปังกรอบหรือคุกกี้ อาจเรียกว่าความแข็งเฉลี่ย ส่วนพื้นที่ใต้กราฟ FBCG เรียกว่าพลังงานที่ใช้แทงไปในเนื้อ เป็นการพิจารณาที่จุดสุดท้ายของการเจาะ นอกจากนี้อาจประมาณค่าโมดูลัสยืดหยุ่นปรากฏ บางครั้งในการทดสอบวัสดุบางชนิด เช่น ผลไม้สุกอาจปรากฏจุดชีวครากขึ้น ดังรูปที่ 2.3

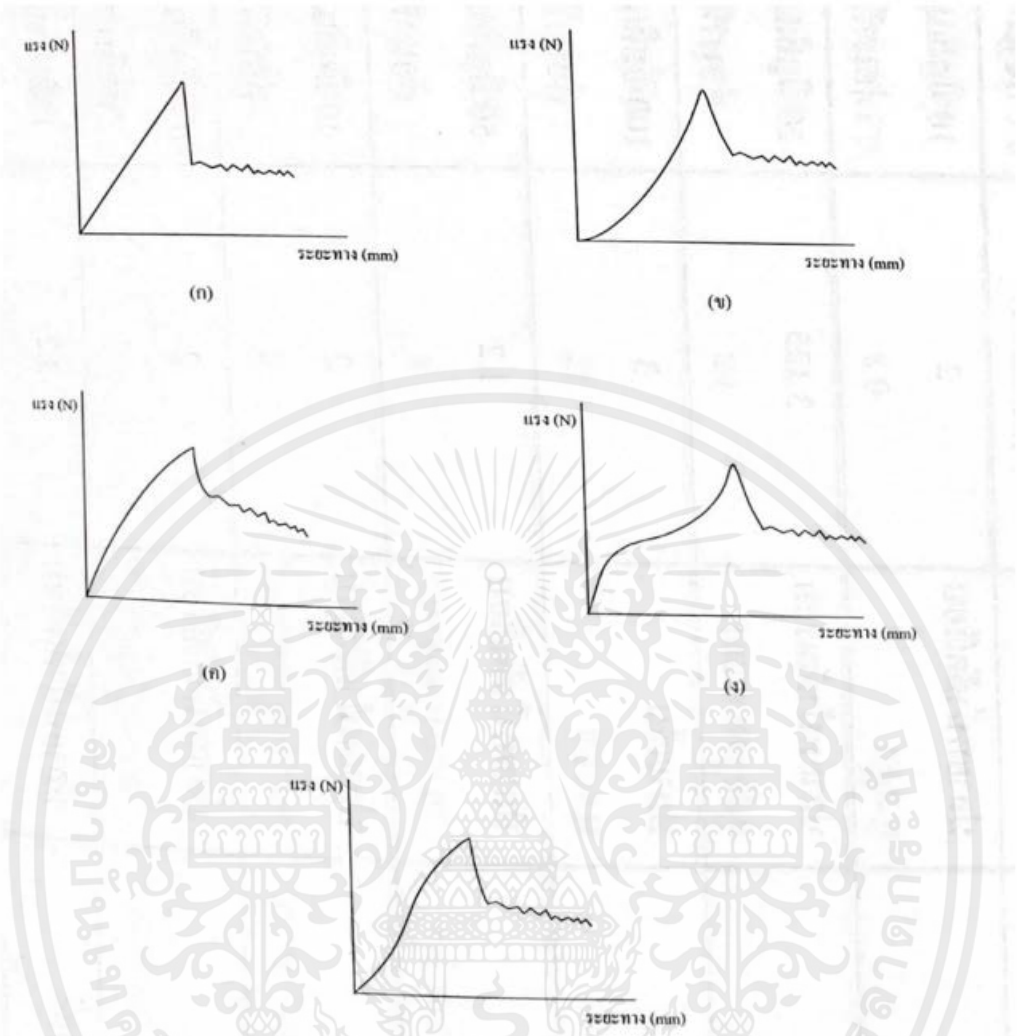
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 จุดชีวคราคจากการทดสอบแบบเจาะ [14]

ลักษณะความชันของกราฟ และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับวัสดุ ดังรูปที่ 2.4 รูปที่ 2.4 (ก) ความชันจุดเริ่มต้นจนถึงจุดแตกมีค่าคงที่ตลอดช่วงแสดงถึงความแน่นเนื้อหรือความแข็งของ วัสดุมีค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อแรงเพิ่มขึ้น รูปที่ 2.4 (ข) ความชันช่วงเริ่มต้นมีค่าน้อยแล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นเมื่อ มีแรงเพิ่มขึ้นแสดงถึงวัสดุมีความแน่นเนื้อเพิ่มมากขึ้นเมื่อให้แรงมากขึ้น รูปที่ 2.4 (ค) ความชันของกราฟ ช่วงเริ่มต้นมีค่ามาก แต่เมื่อให้แรงเพิ่มขึ้นความชันลดลงแสดงวัสดุมีความแน่นเนื้อหรือความแข็งน้อยลง เมื่อให้แรงเพิ่มมากขึ้นรูปที่ 2.4 (ง) ความชันของกราฟที่ช่วงเริ่มต้นมีค่ามากแล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นถึงช่วงหนึ่ง แล้วความชันจะมีค่ามากขึ้นอีกจนกระทั่งถึงจุดแตกแสดงถึงวัสดุมีความแน่นเนื้อมากในช่วงแรก และช่วงปลายแต่มีความแน่นเนื้อลดลงในช่วงกลาง รูปที่ 2.4 (จ) ความชันของกราฟที่ช่วงเริ่มต้นมีค่า น้อยและมีค่าเพิ่มมากขึ้นในช่วงกลางจะลดลงในช่วงท้ายก่อนแตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ลักษณะความชันของกราฟทั่วไปของแรงกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่ได้จากการทดสอบแบบเจาะ [14]

2.13 การวัดสีในอุตสาหกรรมอาหาร [15]

การวัดสีอาหารสามารถวัดได้ตั้งแต่วัตถุดิบต่างๆ ไปจนถึงอาหารพร้อมทาน สิ่งแรกที่ต้องคำนึงเมื่อต้องการวัดสีอาหาร คือ ลักษณะของตัวอย่าง ยกตัวอย่างเช่น ตัวอย่างบางชนิด มีลักษณะของแข็ง ซึ่งของแข็งกับของเหลวมีการเตรียมตัวอย่างที่ต่างกัน หากเป็นของแข็งในเครื่องวัดสีส่วนใหญ่สามารถใช้เครื่องวัดสี วัดที่ชิ้นงานได้เลย แต่หากชิ้นตัวอย่างเป็นของเหลวหรือของเล็กที่มีขนาดเล็ก เช่น ผงปรุงรสต่างๆ หรือ แป้ง ข้าว จำเป็นต้องมีภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง (การวัดสีผ่านภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง อาจจะต้องคำนึงเรื่องการหักเหของแสงด้วย เรามีการเขียนบทความเกี่ยวกับ เลือกใช้อุปกรณ์หรือภาชนะใส่ตัวอย่างให้เหมาะกับตัวอย่างสำหรับงานวัดสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดสีในอุตสาหกรรมอาหาร โดยทั่วไป ใช้หน่วยสี CIE L*a*b* โดยที่ค่า L*เป็น ค่าความสว่าง ซึ่งค่า L*สามารถมีค่ามากกว่า 100 ได้ ซึ่งมาจากหลายสาเหตุ ยกตัวอย่างเช่น ภายในตัวอย่างมีส่วนประกอบที่สามารถสะท้อนแสงได้ (สีเมทาลิค) ทำให้ค่า L เกิน 100 แต่กรณีนี้ไม่ค่อยพบในอุตสาหกรรรมอาหาร
a* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสีค่าเป็น + ค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีแดง และค่าเป็น – ค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเขียว
b* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสีค่าเป็น+ ค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเหลือง และค่าสีเป็น – ค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีน้ำเงิน

2.14 การวิเคราะห์ไขมัน [16]

การวิเคราะห์ไขมันในวัตถุดิบอาหารนี้สามารถทำได้โดยการใช้สารละลายอีเธอร์ ซึ่งเป็นสารละลายอินทรีย์เป็นตัวสกัด เช่น ไดเอทิลอีเธอร์ (Dietyht ether) ปิโตรเลียมอีเธอร์ (Petroleum ether) หรือ ไดคลอโรมีเธน (Dichotrimethane) เป็นต้น โดยใช้เครื่องมือสกัดไขมัน จึงเรียกค่าที่ได้ จากการสกัดนี้ว่า Ether extract (EE) ไขมันและสารละลายที่ได้ในตัวทำละลายอีเธอร์ซึ่งถูกชะล้าง ออกมาในขวดรองรับ เมื่อกลั่นแยกสารละลายนี้ออกจะได้ไขมันรวม ซึ่งประกอบด้วย ไขมัน waxes วิตามินที่ละลายได้ในไขมัน ฮอร์โมนจำพวก สเตรอยด์ และสารสีต่างๆ จะเห็นได้ว่าสารที่ได้จากการ กลั่นจะประกอบด้วย ไขมันแท้ และสารคล้ายไขมัน ดังนั้น ether extract จึงไม่ใช่เป็นตัวแทนของ ไขมันอย่างแท้จริง

2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุทัย และเสนีย์ [17] วิจัยและออกแบบเครื่องสลัดน้ำมันของอาหารประเภททอดสำหรับครัวเรือน เพื่อพัฒนาเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับครัวเรือนฐานเครื่องเป็นรูปสี่เหลี่ยมหัวกลม ต้นกำลังของมอเตอร์ขนาด 0.30 กิโลวัตต์ ที่ความเร็วรอบสูงสุด 5,500 รอบต่อ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหืนของผลิตภัณฑ์กับระยะเวลาการสลัดน้ำมันออกจากผลิตภัณฑ์อาหารประเภททอด และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการ สลัดน้ำมันออกจากผลิตภัณฑ์ ผลจากการวิจัยพบว่า การออกแบบ และสร้างเครื่องสลัดน้ำมันเป็นแบบถังกลมรูป ทรงกระบอก และออกแบบให้มีขารองรับน้ำหนักเพิ่มขึ้น มีการควบคุมความเร็วการหมุนเหวี่ยงได้ 3 ระดับ (1,900 2,000 และ 2,100 rpm)

ชูชาติ [18] อบลมร้อนเป็นเครื่องมือพื้นฐานชนิดหนึ่งที่พบในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่วๆไป เพราะใช้สำหรับการอบวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้แห้ง ใช้รักษาอุณหภูมิของปฏิกิริยาในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการบางชนิดให้คงที่ ใช้อบฆ่าทำลายเชื้อโรค ใช้อบเพาะเชื้อจุลชีพ ใช้เผาตัวอย่างให้เป็นเถ้า (ashing) เพื่อการนำไปวิเคราะห์ ด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม ตู้อบลมร้อนมีหลายแบบ มีชื่อเรียกแตกต่างกันตามอุณหภูมิใช้งานของตู้อบลมร้อน โดยเรียกตู้อบที่ให้อุณหภูมิได้สูงถึง 3,000 องศาเซลเซียส ว่าตู้เผา (furnace)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกตู้อบที่ให้อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 300 องศาเซลเซียส ว่าตู้อบแห้ง (drying oven) หรือตู้อบฆ่าเชื้อ (sterilizing oven) และเรียกตู้อบที่มีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 100 องศาเซลเซียส ว่าตู้เพาะเชื้อ (incubating oven) แต่ตู้อบลมร้อนบางชนิดมีช่วงอุณหภูมิการใช้งานกว้างจึงอาจเป็นทั้งตู้อบแห้งและตู้เพาะเชื้อ

John et al. [19] การประเมินผลของการปรับสภาพ และอุณหภูมิต่อการอบแห้งด้วยอากาศร้อนของพลัม พลัมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยน้ำมันมะกอก K_2CO_3หรือน้ำมันดอกทานตะวัน K_2CO_3 ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส การปรับสภาพด้วยน้ำมันมะกอก NaOH เป็นเวลา 15 วินาทีที่อุณหภูมิ 96 องศาเซลเซียสการปรับสภาพด้วยน้ำนอนเป็นเวลา 15 วินาที และในเครื่องอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เพื่อปรับข้อมูลจลนพลศาสตร์การอบแห้งและการคายน้ำ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะช่วยลดเวลาในการอบแห้งและเพิ่มอัตราการแพร่กระจายและการหดตัวที่มีประสิทธิภาพ ดอกทานตะวันระยะเวลาการอบแห้งที่สั้นที่สุด (780นาที) และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายที่มีประสิทธิภาพสูงสุดมีความสามารถในการทำการคายน้ำได้เร็วขึ้นที่ 60 องศาเซลเซียส และมีอัตราการเก็บรักษาแอสคอร์บิกสูงสุดที่ 60 องศาเซลเซียส (15%) ฟีนอล (29%) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (12.3%) ขณะที่ตัวอย่างการปรับสภาพน้ำมันมะกอก (K_2CO_3) มีเวลาในการอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส (990นาที) และ 70 องศาเซลเซียส (600นาที) มีอัตราการหดตัวต่ำสุด (48.5%) และช้าในการซับซ้อนความจุที่ 40 องศาเซลเซียส และการเปลี่ยนแปลงสีต่ำสุด (δe 11.5) ปรับปรุง เฮนเดอร์สัน และ พาเบียส และ เวก้า-กัลเวซเปรียบเทียบกับแบบจำลองอื่นๆในการทำนายการอบแห้ง และแบบไดนามิก น้ำมันดอกทานตะวัน K_2CO_3 การรักษาช่วยปรับปรุงลักษณะการอบแห้ง และคุณภาพของพลัม

Logerais et al. [20] ศึกษาการกระจายบีตฟลักซ์ของหลอดฮาโลเจนอินฟราเรดในอุปกรณ์ Rapid Thermal Processing (RTP) มีการให้ภาพรวมของการสร้างแบบจำลองหลอดไฟในระบบ RTP และเป็นครั้งแรกที่มีการสร้างแบบจำลองของหลอดอินฟราเรดโดยคำนึงถึงความแม่นยำของส่วนของหลอดไฟในสภาพแวดล้อมของธนาคาร มีการนำเสนอโมเดลหลอดไฟสามมิติ (3D) ที่มีการแสดงไส้หลอดแบบละเอียดเป็นส่วนใหญ่ สมมติฐานของแบบจำลองมีการเปิดเผยโดยเฉพาะโดยเน้นที่เงื่อนไขขอบเขตทางความร้อน อุณหภูมิของหลอดไฟคำนวณโดยการแก้สมการการถ่ายเทความร้อนด้วยรังสีวิธีมอนติคาร์โลสำหรับการติดตามรังสี การ สำหรับการติดตามรังสี การคำนวณตัวเลขจะดำเนินการด้วยวิธีปริมาณจำกัด เนื่องจากการแปรผันของอุณหภูมิไส้หลอดนั้นรวดเร็วมากในสภาวะชั่วคราว ความไม่แน่นอนของการตอบสนองของเวลาจึงมีความสำคัญ ดังนั้น การเปรียบเทียบสถานะคงตัวจึงน่าเชื่อถือกว่า อุณหภูมิไส้หลอดที่คำนวณในสถานะคงที่จะเผชิญหน้าการทดลองเทียบกับค่ากำลังไฟห้าค่า มีการระบุช่วงเวลาความไม่แน่นอนของการทดลองด้วย ที่ดีมากแบบจำลองหลอดอินฟราเรดฮาโลเจนที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้ให้ความรู้ที่ดีขึ้นเกี่ยวกับปริมาณความร้อนที่ให้ตามพลังงานที่จ่ายในระบบ Rapid Thermal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Processing (RTP) ที่พิจารณา ในงานนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของรุ่นหลอดอินฟราเรดในระบบ RTP ก่อน แบบจำลองเชิงลึกสามมิติแบบใหม่พร้อมการแสดงโคมไฟอย่างสมจริง เส้นใยที่มีรูปร่างเป็นเกลียวได้รับการพัฒนาในภายหลัง สมมติฐานของแบบจำลองได้รับการอธิบายด้วยความสนใจต่อคุณสมบัติการแผ่รังสีของพื้นผิวและการแก้สมการการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสีด้วยวิธีมอนติคาร์โล แบบจำลองได้รับการตรวจสอบในสถานะคงที่โดยการจับคู่ที่ดีมากระหว่างอุณหภูมิไส้หลอดอินฟราเรดทดลองและแบบจำลอง มีการสร้างความสัมพันธ์เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำนายฟลักซ์ความร้อนที่วัสดุพิมพ์ได้รับตามกำลังไฟที่ใช้ของหลอดไฟ ฟลักซ์ความร้อนนี้สามารถใช้เพื่อทำให้โมเดลระบบ RTP ทั้งหมดที่กำลังจะมาถึงง่ายขึ้น นอกจากนี้ ไดนามิกของหลอดไฟยังเข้าใจได้ดีขึ้นจากการตอบสนองของอุณหภูมิที่คำนวณได้ จากนั้นจะอนุญาตให้ปรับงบประมาณด้านความร้อนของแผ่นไมโครชิพให้เหมาะสมที่สุด การพัฒนาอื่น ๆ อีกมากมายได้รับการเปิดเผยในส่วนสุดท้ายเพื่อดำเนินการต่อไปในการควบคุมความแม่นยำของการสร้างแบบจำลองหลอดไฟ เพื่อปรับปรุงแบบจำลองระบบ RTP และอุณหภูมิควบคุมไมโครชิพ

Semin et al. [21] ศึกษาผลของการอบรวมกันด้วยหลอดฮาโลเจนด้วยไมโครเวฟต่อคุณภาพของคุกกี้ในแง่ของ เนื้อสัมผัส สี และอัตราส่วนการแพร่กระจาย นอกจากนี้ ยังประเมินคุณสมบัติของเจลาติไนเซชันและการวางของคุกกี้ที่อบใน เตาอบต่างๆ โดยใช้ Rapid Visco Analyze สภาวะการอบที่ดีที่สุดในเตาอบแบบผสมด้วยหลอดฮาโลเจน-ไมโครเวฟเพื่อผลิตคุกกี้ที่มีพารามิเตอร์คุณภาพใกล้เคียงกับการอบทั่วไปคือการอบที่ระดับหลอดฮาโลเจน 70 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานคลื่นไมโครเวฟ 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5.5 นาที เวลาในการอบของคุกกี้เหล่านี้คือครึ่งหนึ่งของเวลาที่ต้องใช้ในการอบทั่วไปแสดงผล RVA ของคุกกี้ที่ละลายไขมันและคุกกี้บดซึ่งอบภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่างกัน แนวโน้มโดยทั่วไปคือเมื่อเวลาอบเพิ่มขึ้น ความหนืดสูงสุดจะลดลงซึ่งแสดงว่ามีเจลาติไนเซชันเกิดขึ้นมากขึ้นระหว่างการอบที่นานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบโปรไฟล์ RVA ของคุกกี้ที่อบในเตาอบธรรมดาและเตาอบไมโครเวฟพบว่าค่า RVA ที่สูงขึ้นสำหรับคุกกี้ที่อบด้วยไมโครเวฟเมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้แบบดั้งเดิม สิ่งนี้บ่งชี้ว่าระดับเจลาติไนเซชันที่สูงขึ้นเกิดขึ้นระหว่างการอบคุกกี้ ที่อบตามปกติ เมื่อเวลาอบของคุกกี้ที่อบในเตาอบแบบผสมผสานด้วยหลอดฮาโลเจน-ไมโครเวฟเพิ่มขึ้นความหนืดสูงสุดของ RVA เข้าใกล้คุกกี้ที่อบในเตาอบทั่วไป ผลการทดสอบ RVA แสดงให้เห็นว่าระดับเจลาติไนเซชันของคุกกี้บางประเภทที่อบแบบผสมผสานกับเตาอบทั่วไปนั้นเทียบได้ คุกกี้อบเป็นเวลา 5 นาทีที่กำลังหลอดฮาโลเจน 80 เปอร์เซ็นต์ และกำลังไมโครเวฟ 30 เปอร์เซ็นต์และเป็นเวลา 6 นาทีที่กำลังหลอดฮาโลเจน 70 เปอร์เซ็นต์ และกำลังไมโครเวฟ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีความหนืดสูงสุดใกล้เคียงกับคุกกี้ที่อบในเตาอบธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการต่อยอดตัวเครื่องสลัดน้ำมันกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนโดยใช้มอเตอร์ในการขับ

3.1 การออกแบบปรับปรุงเครื่องสลัดน้ำมัน

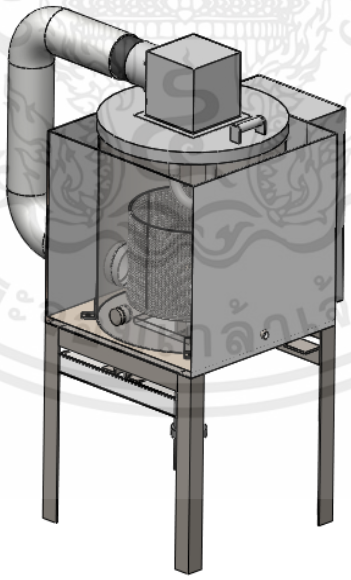
3.1 วิธีการออกแบบ

3.1.1 วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. โปรแกรมช่วยในการเขียนแบบทางกล

3.1.2 วิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาต่อยอดเครื่องสลัดน้ำมัน
2. เขียนแบบชิ้นส่วนและนำมาประกอบกัน โดยโปรแกรมช่วยในการเขียนแบบทางกล



รูปที่ 3.1 เครื่องสลัดน้ำมันที่ออกแบบด้วยโปรแกรมช่วยในการเขียนแบบทางกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การปรับปรุงเครื่องสลัดน้ำมัน

3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวถังห้องสลัด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร
2 ตัวตะแกรงสลัดน้ำมัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร
3. ฮีตเตอร์ขนาด 1,000 วัตต์
4. เพลาเหล็ก
5. ข้อต่อเพลา รุ่น NEO - FLEX 1-KR-3012
6. แบร์ริ่งเม็ดเรียวขนาด 72 มิลลิเมตร
7. ตัวประคองแบร์ริ่ง
8. มอเตอร์ขนาด ½ แรงม้า ยี่ห้อ MITSUBISHI
9. โต๊ะขนาด กว้าง 49 เซนติเมตร ยาว 49 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร
10. แผ่นซีเมนต์บอร์ด ขนาด กว้าง 51 เซนติเมตร ยาว 69 เซนติเมตร
11. แผ่นฉนวนกันความร้อน ขนาด กว้าง 47 เซนติเมตร ยาว 51 เซนติเมตร
12. ตัวครอบพัดลม ขนาด กว้าง 22 เซนติเมตร ยาว 29 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร
13. ท่อเฟล็ก ขนาด 4 นิ้ว
14. พัดลมดูด-เป่าอากาศ ขนาด 4 นิ้ว
15. โคมไฟฮาโลเจน ขนาดกว้าง 7.5 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร
16. หลอดไฟฮาโลเจน ขนาด 500 วัตต์ 1,000 วัตต์ และ 1,500 วัตต์

รูปที่ 3.2 ตัวถังห้องสลัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 ตัวตะแกรงสลัด

รูปที่ 3.4 ฮีตเตอร์ 1,000 วัตต์

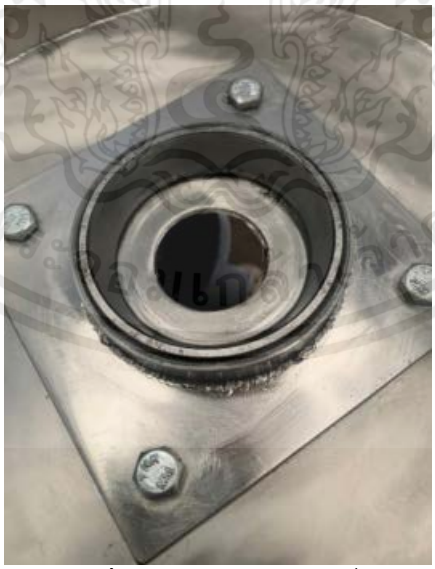
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 เพลาเหล็ก

รูปที่ 3.6 ข้อต่อเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

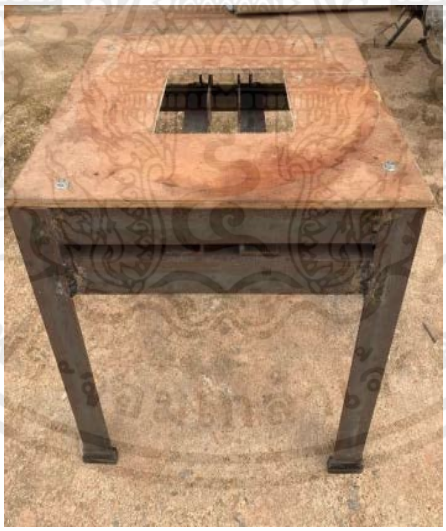
รูปที่ 3.7 เม็ดแบร์ริ่งเรียว ขนาด 72 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.8 ตัวประคองแบร์ริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

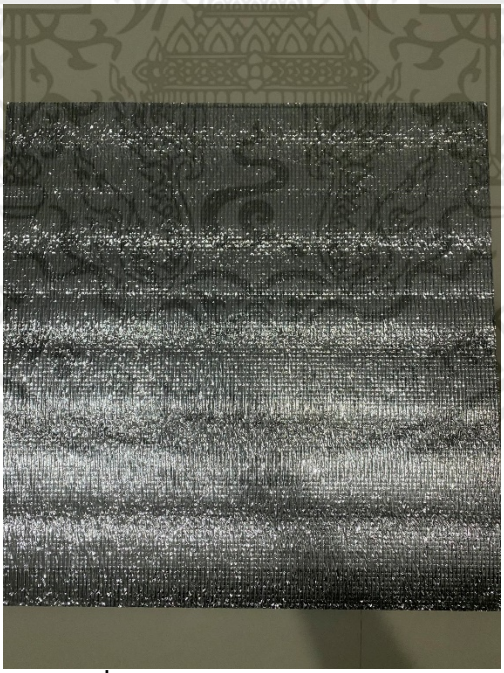
รูปที่ 3.9 มอเตอร์ ขนาด 1/2 แรง



รูปที่ 3.10 โต๊ะขนาด กว้าง 49 เซนติเมตร ยาว 49 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร

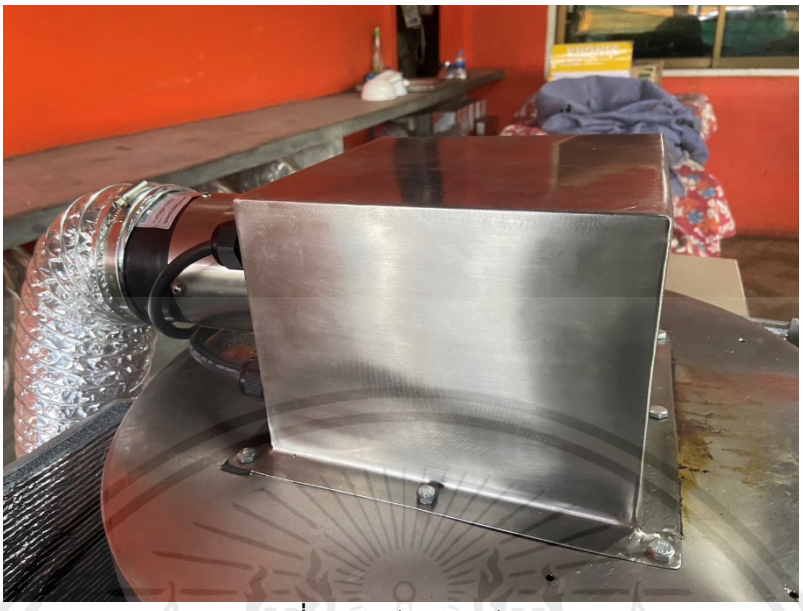
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 ซีเมนต์บอร์ด



รูปที่ 3.12 แผ่นฉนวนกันความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ตัวครอบพัดลม

รูปที่ 3.14 ท่อเฟล็ก (https://factomall.com/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.15 พัดลมดูด-เป่าอากาศ (https://shopee.co.th)

รูปที่ 3.16 โคมไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 หลอดไฟฮาโลเจน 500 1,000 และ 1,500 วัตต์

3.3 ระบบการต่อวงจรไฟฟ้า

3.3.1 วัสดุและอุปกรณ์วงจรไฟฟ้า

1. อินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ MITSUBISHI E700
2. ซีเล็คเตอร์สวิตช์ 3 จังหวะ
3. เบรกเกอร์ 20 แอมแปร์
4. แมกเนติก
5. ไทม์เมอร์
6. รีเรย์
7. เทอร์มินอล
8. สวิตช์ไฟ 3 ช่อง
9. สายไฟ
10. เทอร์โมสตัท
11. ปุ่มกดเปิด-ปิดการทำงาน
12. ปุ่มอีเมอร์เจนซี่
13. ไฟแสดงสถานะการใช้งานของเครื่อง
14. ตู้คอนโทรล
15. เบรกเกอร์ 2 โพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 อินเวอร์เตอร์ ยี่ห้อ MITSUBISHI E700 (https://inverterdrive.com/)

รูปที่ 3.19 ซีเล็คเตอร์สวิตช์ 3 จังหวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.20 เบรกเกอร์ 20 แอมแปร์ (https://images.app.goo.gl/fHGjtrHQuyYLnDHE)

รูปที่ 3.21 แมกเนติก (https://th.sogears.com/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 ไทม์เมอร์ (https://images.app.goo.gl/Rp7T7rLGduAD4YSd9)

รูปที่ 3.23 รีเรย์ (https://images.app.goo.gl/cDMJeLm8XTavCWXCA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.24 เทอร์มินอล (https://images.app.goo.gl/pktoyCsdwZaRnsoZ6)

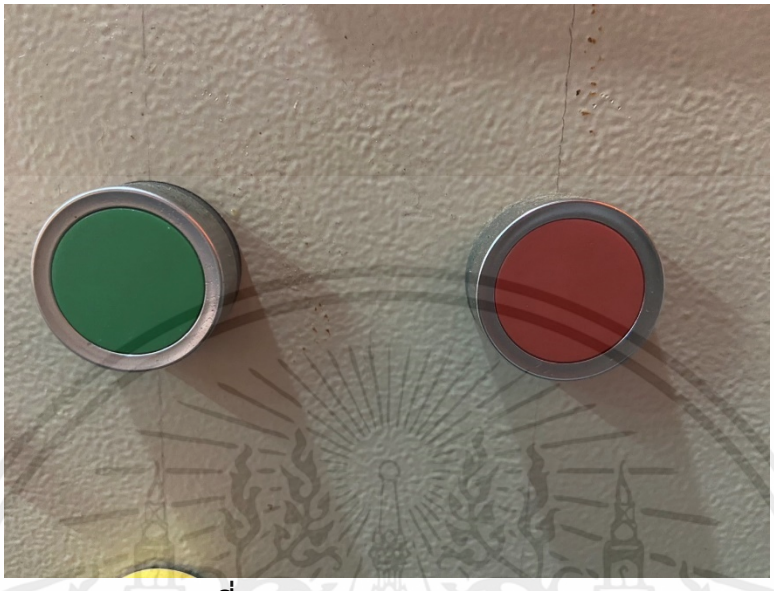
รูปที่ 3.25 สวิตช์ไฟ 3 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.26 สายไฟ (https://images.app.goo.gl/MTauPPHTkUztBUYF8)

รูปที่ 3.27 เทอร์โมสตัท (https://www.sunsky-online.com/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 ปุ่มกดเปิด-ปิดการทำงาน

รูปที่ 3.29 ปุ่มอีเมอร์เจนซี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.30 ไฟแสดงสถานะการใช้งานของเครื่อง

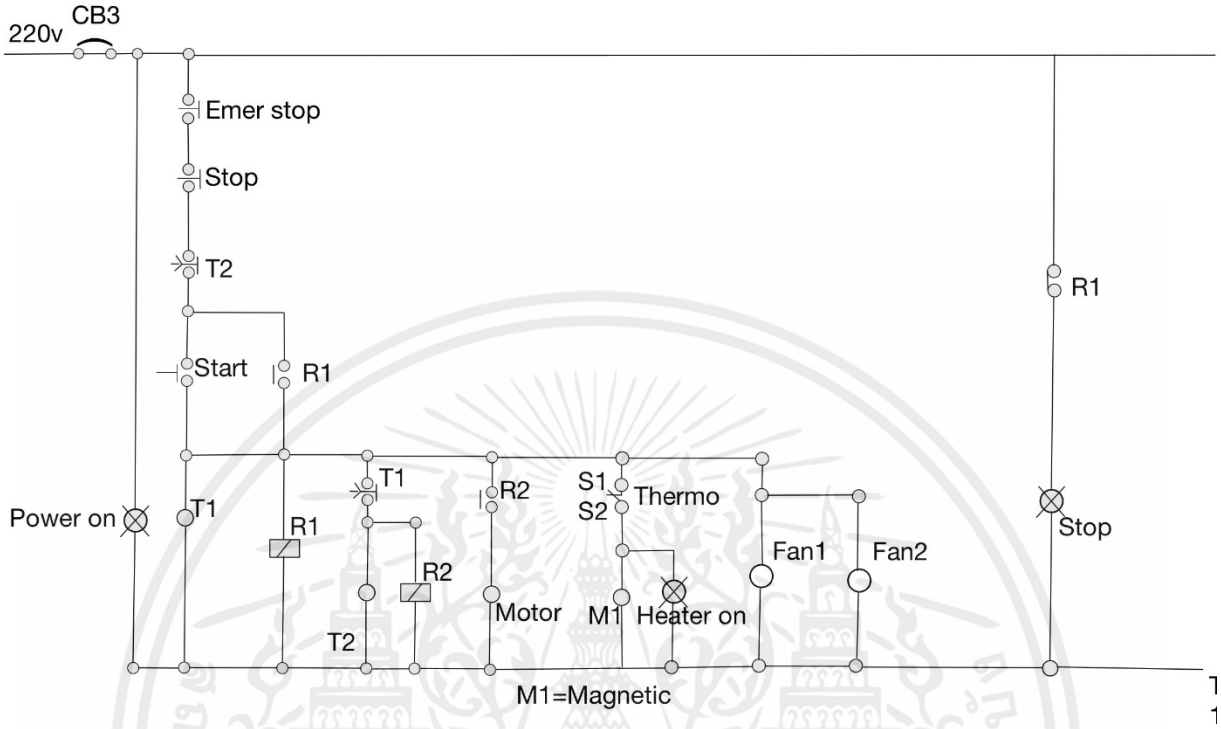
รูปที่ 3.31 ตู้คอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

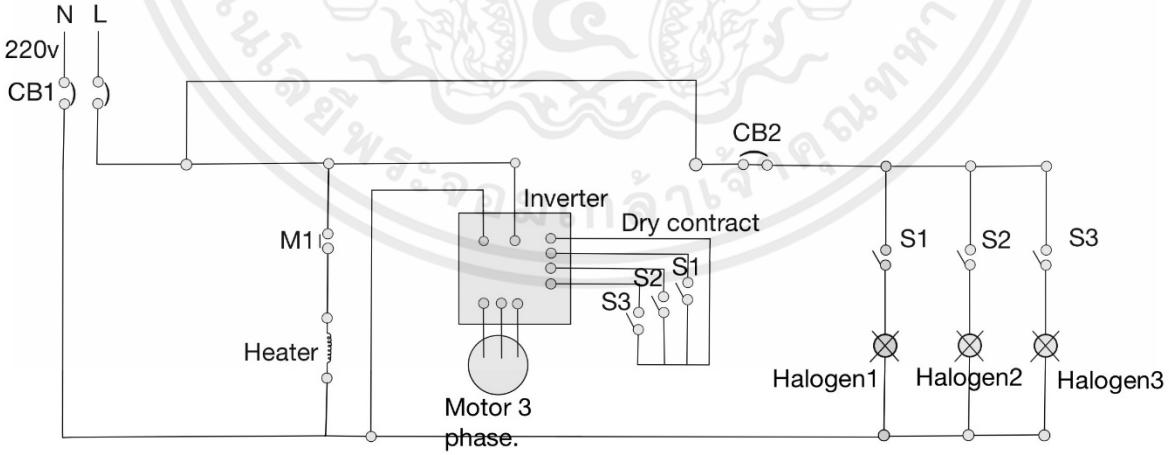
รูปที่ 3.32 เบรกเกอร์ 2 โพลเป็นเมนเบรกเกอร์ (https://images.app.goo.gl/3VGqvKcjs8f4J8xY7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วรจรไฟฟ้า



รูปที่ 3.33 แผงวงจร



รูปที่ 3.34 แผงวงจร (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 สมการที่เกี่ยวข้อง

3.4.1 สูตรหากำลังมอเตอร์

$$P = V \times I \quad (3.1)$$

P = กำลังมอเตอร์ (วัตต์)

V = แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)

I = กระแสไฟฟ้า (แอมป์)

3.4.2 สูตรหาทอร์คมอเตอร์

$$\tau_{motor} = P/N \quad (3.2)$$

τ_{motor} = แรงบิดมิเตอร์ (นิวตัน·เมตร)

P = กำลังมอเตอร์ (วัตต์)

N = ความเร็วเชิงมุม (รอบต่อนาที)

3.4.3 สูตรความเร็วเชิงเส้น

$$V = \omega R \quad (3.3)$$

V = ความเร็วเชิงเส้น (เมตรต่อวินาที)

ω = ความเร็วเชิงมุม (เรเดียนต่อวินาที)

R = รัศมีวงกลม (เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การทดสอบการสลัดของเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

การทดสอบนี้จะใช้กล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด ที่น้ำหนักรวมประมาณ 600 กรัม จะทดสอบโดยการสลัดที่ 400 รอบต่อนาที 500 รอบต่อนาที และ 600 รอบต่อนาที ลมร้อนร่วมกับหลอดฮาเจนขนาด 500 วัตต์ 1,000 วัตต์ และ 1,500 วัตต์ ที่เวลา 3 นาที 4 นาที และ 5 นาที

3.5.1 อุปกรณ์การทดสอบการสลัดของเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

1. เครื่องสลัดน้ำมันด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน
2. อินเวอร์เตอร์
3. ตู้คอนโทรล
4. ไทม์เมอร์
5. ถุงผ้า
6. ที่คีบตัวอย่าง
7. ถาดรองตัวอย่าง

3.5.2 วิธีการทดลองทดสอบการสลัดของเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

1. ชั่งน้ำหนักกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดประมาณ 600 กรัม
2. นำกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกค่าแล้ว ใส่ในถุงผ้า
3. เช็คอินเวอร์เตอร์ และระบบไฟแสดงสถานะหน้าตู้คอนโทรลเพื่อความปลอดภัย
4. เปิดฝาถังนอกแล้วนำถุงผ้าใส่ไปไว้ในถังตะแกรงด้านใน
5. ตั้งค่าเทอร์โมสตัทไว้ที่อุณภูมิ 80 องศาเซลเซียส
6. เปิดตู้คอนโทรล ทำการตั้งเวลาการวอร์มเครื่อง 5 นาที และตั้งเวลาการสลัด 3 นาที
6. ปิดฝาถังนอก หมุนปุ่มสวิทท์ที่ 400 รอบต่อนาทีเพื่อให้เครื่องสลัดทำงาน
7. เครื่องจะทำการสลัดกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดในระยะเวลา 3 นาที
8. เมื่อครบเวลาที่กำหนด เครื่องจะหยุดทำงาน
9. เปิดฝาถัง นำกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดออกมาชั่งน้ำหนักหลังสลัดและบันทึกค่า
10. นำกล้วยออก ชั่งน้ำหนักกล้วยหลังทำการสลัด และทำการเช็ดน้ำมันภายในถังสลัด
11. เก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบหาค่าต่าง ๆ
12. ทำการทดลองให้ครบ 3 ซ้ำ
13. ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบเดิมที่เวลา 4 นาที 5 นาที ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การหาค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมันในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

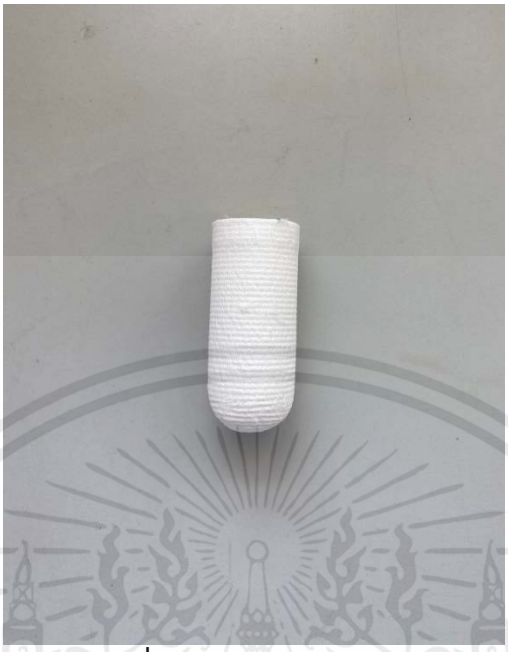
การวิเคราะห์ไขมันเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมันในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดเพื่อต้องการที่จะทราบปริมาณน้ำมันที่ได้สะสมอยู่ในเนื้อกล้วย และเนื้อแป้ง มาใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่องสลัดน้ำมันด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน และเพื่อหารอบการหมุ่นเหวี่ยงและจำนวนวัตต์ที่เหมาะสม

3.6.1 อุปกรณ์การหาค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมันในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

1. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (Extraction thimble)
3. บีกเกอร์ (Aluminum extraction beaker)
4. สารเคมี Petroleum Ether
5. ตู้อบแห้ง
6. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล
7. โถดูดความชื้น
8. สำลี
9. กระดาษกรองเบอร์ 1
10. ตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

รูปที่ 3.35 เครื่องวิเคราะห์ไขมันรุ่น Soxtex800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 หลอดใส่ตัวอย่าง

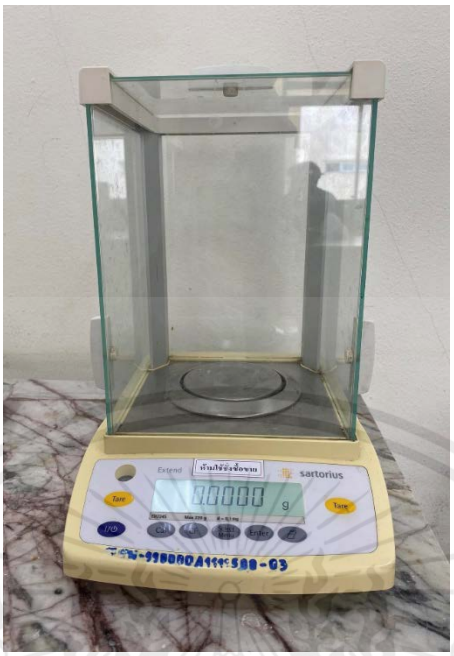
รูปที่ 3.37 บีกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.38 สารเคมี Petroleum Ether

รูปที่ 3.39 ตู้อบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ยี่ห้อ Sartorius รุ่น ED224S

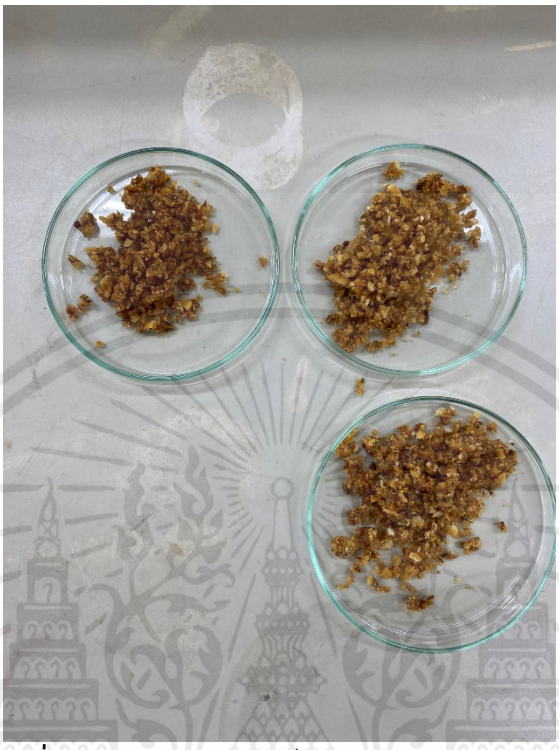
รูปที่ 3.41 โถดูดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.42 สำลี

รูปที่ 3.43 กระดาษกรองเบอร์ 1 ยี่ห้อ Whatman ขนาด 110 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 ตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

3.6.2 วิธีการทดลองการหาค่าเปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมันในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

1. บีกเกอร์สำหรับวิเคราะห์ไขมัน (Aluminum Extraction Beaker) ต้องที่ผ่านการอบแห้ง เพื่อไล่ความชื้น แล้วทิ้งให้เย็นในโถอบแห้ง แล้วนำบีกเกอร์ออกมาชั่งน้ำหนักจดบันทึกไว้
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างจดบันทึกไว้ ถ้าตัวอย่างอาหารมีไขมันสูงซึ่งประมาณ 1-2 กรัม แล้วห่อกระดากรอง Whatman No1 ให้มิดชิด
3. นำสำลีบุด้านในของ extraction thimble บางๆ แล้วนำกระดาษที่ห่อตัวอย่างที่ทราบค่าน้ำหนักแล้วใส่ thimble แล้วบุสำลีบางๆ อีกชั้นเพื่อทำให้สารละลายมีการกระจาย สม่ำเสมอกัน นำตัวอย่างใสใน thimble ในกระบวนการทำต้องใส่ถุงเพื่อป้องกันไขมันจากมือมาปนเปื้อน
4. เปิดปุ่มเปิดเครื่อง เครื่องวิเคราะห์จะทีการขยับเพื่อรองรับการประกอบชุดวิเคราะห์
5. นำ thimble ที่มีตัวอย่างพร้อมการวิเคราะห์ต่อเข้ากับชุดเครื่องวิเคราะห์
6. นำบีกเกอร์ต่อเข้าเครื่อง โดยในการใช้เครื่องวิเคราะห์ไขมันรุ่นนี้ให้ใส่ชุดบีกเกอร์ให้ครบ ทุก unit เพื่อป้องกันไม่ให้ column เกิดความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เติมสาร petroleum ether ในบีกเกอร์แต่ละ unit 80 ml. โดยการหมุนปุ่มเติมสารตามหมายเลขของ unit ที่ต้องการเติมสาร
8. ตรวจสอบความเรียบร้อยแล้วกดปุ่มสตาร์ท
9. ให้แน่ใจว่าปริมาณไขมันจะถูกสกัดออกหมด และตัวทำละลายถูกเก็บใน thimble หมด ให้ทิ้งบีกเกอร์ที่มีไขมัน และตัวทำละลายบางส่วนให้เย็น
10. extraction thimble เมื่อใช้เสร็จแล้วให้นำสำลีออกทิ้ง แล้วนำไปล้างด้วย acetone หลายๆ ครั้งจนมั่นใจว่าสารเคมี และไขมันบางส่วนที่ติดอยู่ใน extraction thimble หมดไป
11. นำบีกเกอร์ไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส overnight แล้วทิ้งให้เย็นในโถอบแห้ง
12. ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์หลังอบแห้ง จดบันทึกไว้
13. นำข้อมูลมาคำนวณเพื่อหา %Ether extract

3.6.3 สูตรหา %Ether extract

$$\%\text{Ether extract} = [(B-A)x100]/W \quad (3.4)$$

A = น้ำหนักบีกเกอร์

B = น้ำหนักบีกเกอร์ + น้ำหนักไขมันหลังการอบ

W = น้ำหนักตัวอย่างอาหารที่ใช้วิเคราะห์

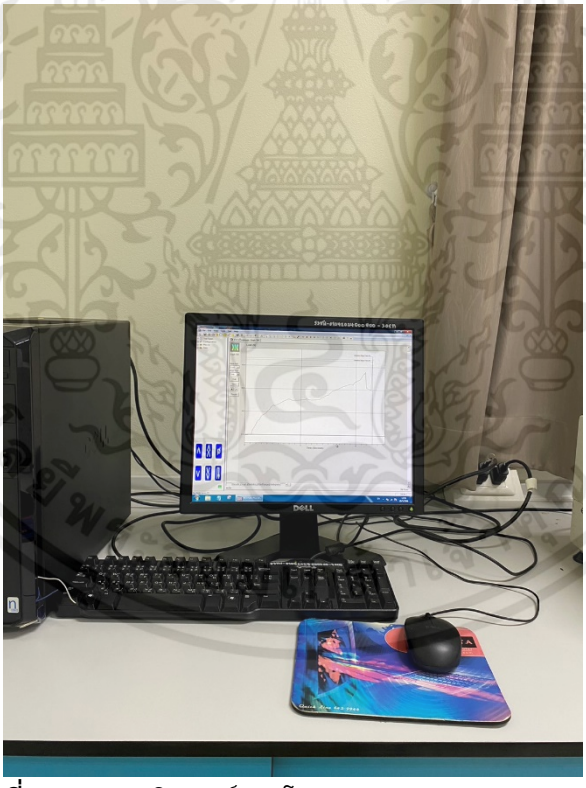
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การหาค่าแรงต่ำสุดที่กระทำต่อกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนจนเกิดความเสียหาย

ค่าของแรงสูงสุดที่กระทำให้เนื้อแป้ง และเนื้อกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนจนเกิดความเสียหายจะสามารถนำมาวิเคราะห์หาช่วงรอบในการสลัด และจำนวนวัตต์ที่เหมาะสมกับเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

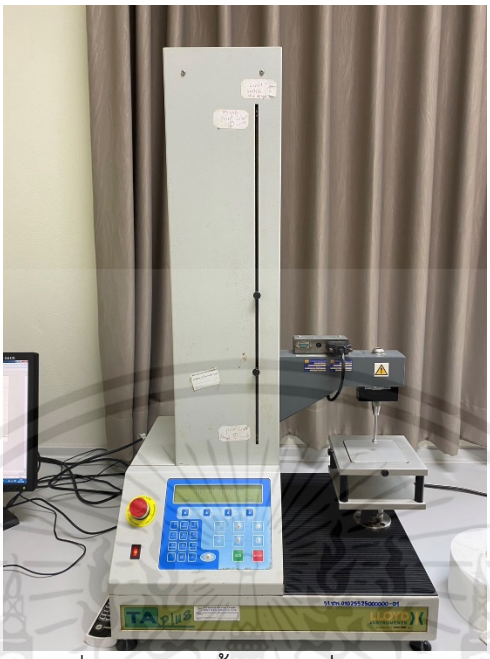
3.7.1 อุปกรณ์การหาค่าแรงต่ำสุดที่กระทำต่อกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจนเกิดความเสียหาย

1. โปรแกรม NEXYGEN PLUS 3.0
2. คอมพิวเตอร์
3. เครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ LLODY Instrument รุ่น TAPLUS
4. หัวกดแบบกลม
5. ตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด



รูปที่ 3.45 คอมพิวเตอร์และโปรแกรม NEXYGEN PLUS 3.0

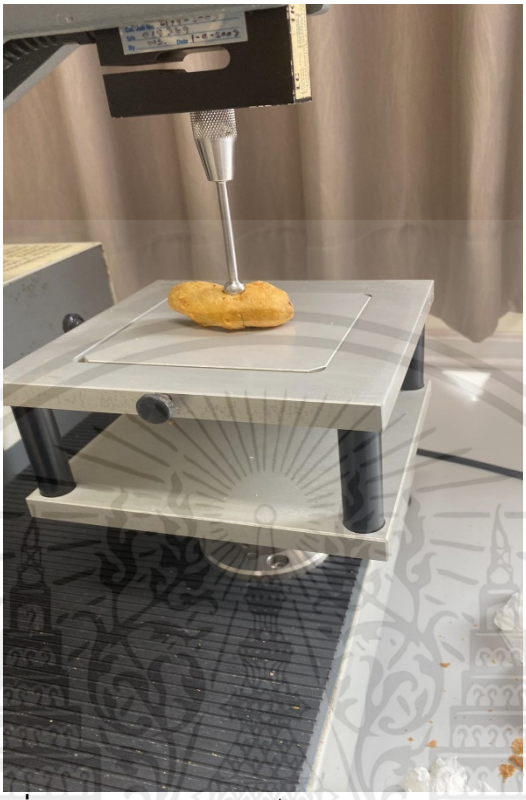
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.46 เครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ LLODY Instrument รุ่น TAPLUS

รูปที่ 3.47 หัวกดแบบกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.48 ตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

3.7.2 วิธีการทดลองการหาค่าแรงต่ำสุดที่กระทำต่อกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจนเกิดความเสียหาย

1. ติดตั้งหัวกดแบบกลมเข้ากับเครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส (รูปที่ 3.46)
2. นำตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดที่ผ่านการสลัดมาวางไว้ที่บนฐานของเครื่อง
3. เลื่อนหัวกดให้เข้าใกล้กับชิ้นส่วนของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดที่ผ่านการสลัดที่สุดเพื่อลดระยะเวลาในการทดสอบ
4. ทำการกำหนดค่า Sample Area ของตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด 20 มิลลิเมตร
5. ทำการกำหนดค่า Preload/Stress ที่ 13.72 นิวตัน และ Preload/Stress ที่ 25 มิลลิเมตรต่อนาที
6. ทำการกำหนดค่า Test Speed 100 มิลลิเมตรต่อนาที
7. เก็บบันทึกผลข้อมูล
8. ทำการทดสอบแรงกดซ้ำจนครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การหาปริมาณน้ำมันภายในถังสลัดน้ำมัน

การวิเคราะห์หาค่าของปริมาณน้ำมันภายในถังสลัดนั้นเพื่อที่จะศึกษาปริมาณน้ำมันที่ได้ออกจากการสลัดและศึกษาผลกระทบของลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนจากเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

3.8.1 อุปกรณ์การหาปริมาณน้ำมันภายในถังสลัดน้ำมัน

1. เครื่องชั่งดิจิตอล
2. กระดาษทิชชู่
3. ถุงผ้า
4. ถ้วยพลาสติก ขนาด 2 ออนซ์
5. ถุงซิปล็อค

รูปที่ 3.49 เครื่องชั่งดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.50 กระดาษทิชชู่และถุงซิปล็อค

รูปที่ 3.51 ถุงผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.52 ถ้วยพลาสติก ขนาด 2 ออนซ์

3.8.2 วิธีการทดลองการหาปริมาณน้ำมันภายในถังสลัดน้ำมัน

1. ทำการเตรียมกระดาษทิชชู่ประมาณ 13 แผ่นผับแล้วนำใส่ถุงซิปล็อคแล้วชั่งน้ำหนักจดบันทึก
2. ทำการชั่งน้ำหนักถ้วยพลาสติกขนาด 2 ออนซ์แล้วจดบันทึก
3. ทำการชั่งถุงผ้าก่อนสลัดแล้วจดบันทึก
4. เมื่อทำการสลัดเสร็จนำกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดออก แล้วนำถุงผ้ามาชั่งน้ำหนักและจดบันทึก
5. นำกระดาษทิชชู่ที่เตรียมไว้มาทำการเช็ดน้ำมันภายในถังทั้งหมด แล้วนำใส่ถุงซิปล็อคมาชั่งน้ำหนัก และทำการจดบันทึก
6. นำถ้วยพลาสติกที่รอน้ำมันไว้ ในเวลา 5 นาที มาชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึก
7. ทำการทดสอบแบบเดิมจนครบทุกตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

การวิเคราะห์หาค่าของการวัดสีนั้นเพื่อที่จะศึกษาผลกระทบของลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนจากเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน และหาความเหมาะสมกับขนาดกำลังวัตต์ของหลอดฮาโลเจน

3.9.1 อุปกรณ์การวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

1. เครื่องวัดสีโครมามิเตอร์ CR-400
2. ตัวประเมินผล
3. CALIBRATION PLAT
4. ตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

รูปที่ 3.53 เครื่องวัดสีโครมามิเตอร์ CR-400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.54 ตัวประเมินผล

รูปที่ 3.55 CALIBRATION PLAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.56 ตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดที่ผ่านการสลัดแล้ว

3.9.2 วิธีการทดลองการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

1. เปิดเครื่องวัดสีโครมามิเตอร์ CR-400 (ในกรณีที่เครื่องมีปัญหาหรือต้องการปริ้นท์ค่าออกมาให้ต่อกับตัวประเมินผล)
2. นำเครื่องวัดสีโครมามิเตอร์ CR-400 มาคาริเบทกับ CALIBRATION PLAT ก่อนเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและปรับค่าสีให้ตรงตามค่ามาตรฐาน คือ Y=88.00 x=0.3145 y=0.3212
3. ปรับค่าจากเดิมที่เป็น X Y Z ให้เป็นค่าที่ต้องการ คือ L* a* b* โดยการกดที่ปุ่ม COLOR ที่ตัวเครื่องวัดสี
4. นำตัวตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดออกจากถุงที่เตรียมมา
5. จัดวางชิ้นกล้วยลงบนพื้นที่สีขาว เช่น กระดาษ
6. ทำการวัดสีจากตัวอย่างกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งแล้วจดบันทึกผลค่าที่ได้
7. ทำการทดสอบแบบเดิมจนครบทุกตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาอิทธิพลของความเร็วรอบ เวลา และจำนวนวัตต์ของหลอดฮาโลเจนในการสลัดน้ำมันที่ส่งผลต่อกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด โดยการทดสอบการวัดสี ทดสอบหาค่าปริมาณน้ำมันในกระบวนการทางเคมี และทดสอบหาค่าความกรอบของเนื้อแป้งในกระบวนการทางฟิสิกส์ ซึ่งผลิตภัณฑ์จากการทดสอบแต่ละกระบวนการจะแทนด้วยตัวอักษรดังตารางที่แสดง

ตารางที่ 4.1 เงื่อนไขในความเร็วรอบและกำลังวัตต์ในการทดสอบ

Condition	Round to spin and wattage of halogen lamp
BF	Banana Fritters
(OEHH500W)	Oil expelling round to spin 400, 500 and600 rpm with hot air conjunction with a 500W halogen lamp
(OEHH1,000W)	Oil expelling round to spin 400, 500 and600 rpm with hot air conjunction with a 1,000W halogen lamp
(OEHH1,500W)	Oil expelling round to spin 400, 500 and600 rpm with hot air conjunction with a 1,500W halogen lamp

4.1 การทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันที่คงเหลือในตัวผลิตภัณฑ์

ปริมาณน้ำมันในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (BF) เป็นปริมาณน้ำมันปาล์มจากการทอดที่แทรก ตัวเข้าไปในรูพรุนของเนื้อกล้วยซึ่งเมื่อความพรุนของกล้วยมีมากปริมาณน้ำมันจะสามารถแทรกตัวเข้าไปในเนื้อกล้วยได้มาก ทั้งนี้ปริมาณการอมน้ำมันในเนื้อแป้งละเนื้อกล้วยของกล้วยเล็บมือนางชุบแป้งทอด (BF) เป็นปัจจัยหลักที่แสดงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะฉะนั้นในการประเมินประสิทธิภาพของเครื่อง สลัดน้ำมันสำหรับ กล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดร่วมกับลมร้อน (OEH) ต้องพิจารณาที่มีผลต่อคุณภาพ

ของผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณน้ำมันที่เกิดขึ้นสามารถทดสอบหาปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์สามารถทำได้โดยการใช้สารละลายอีเธอร์ ซึ่งเป็นสารละลายอินทรีย์ เป็นตัวสกัดชื่อ ปิโตรเลียมอีเธอร์ (Petroleum ether) โดยใช้เครื่องมือสกัดไขมัน ซึ่งไขมันและสารละลายที่ได้ในตัวทำละลายอีเธอร์ถูกชะล้างออกมาในขวดรองรับ เมื่อกลั่นแยกสารละลายนี้ออกจะได้ไขมันรวม ซึ่งประกอบด้วย ไขมัน waxes วิตามินที่ละลายได้ ในไขมัน ฮอร์โมนจำพวกสเตียรอยด์ และสารต่างๆ จะเห็นได้ว่าสารที่ได้จากการกลั่นจะประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันที่คงเหลือในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

จากตารางที่ 4.2 แสดงถึงเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจากการสลัดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำมันในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสลัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในเชิงสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความเร็วในการหมุนเหวี่ยง ระยะเวลาที่ใช้ในการหมุนเหวี่ยง และการกำลังวัตต์ มีอิทธิพลร่วมต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของไขมันที่คงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยค่าที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันหลงเหลืออยู่น้อยที่สุด หรือ ดีที่สุดของ กำลังวัตต์ 500 วัตต์ คือ 13.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเงื่อนไขที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที ค่าที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันหลงเหลืออยู่น้อยที่สุด หรือดีที่สุดของกำลังวัตต์ 1,000 วัตต์ คือ 11.79 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเงื่อนไขที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที และค่าที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันหลงเหลืออยู่น้อยที่สุด หรือดีที่สุดของ กำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ คือ 9.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเงื่อนไขที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที เช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกันที่ 3 ระดับของกำลังวัตต์ค่าที่ดีที่สุด หรือเปอร์เซ็นต์ไขมันหลงเหลืออยู่น้อยที่สุดจะอยู่ที่ กำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ ที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที ซึ่งมีเปอร์เซนต์ไขมัน คือ 9.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และมีปริมาณไขมันคงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยที่สุดเนื่องจากความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการสลัดที่เพิ่มขึ้น และกำลังวัตต์ที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ค่าเปอร์เซ็นไขมันที่คงเหลืออยู่ในตัวผลิตภัณฑ์มีค่าน้อยลงไปตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันที่คงเหลือในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

กำลังวัตต์ (วัตต์)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	ปริมาณไขมัน (%)
กล้วยอบชุบแป้งทอด	-	-	25.92^{a}±1.16
500	400	3	14.63^{b}± 0.28
		4	14.00^{c}± 0.01
		5	13.80^{cd}± 0.05
	500	3	13.70^{cde}± 0.03
		4	13.64^{cde}± 0.08
		5	13.49^{def}± 0.1
	600	3	13.36^{defg}± 0.02
		4	13.27^{efgh}± 0.02
		5	13.13^{fghi}±0.08
1,000	400	3	12.95^{ghij}±0.23
		4	12.85^{hijk}±0.04
		5	12.75^{ijk}±0.03
	500	3	12.63^{jkl}±0.05
		4	12.38^{klm}±0.06
		5	12.19^{lmn}±0.06
	600	3	12.05^{mn}±0.06
		4	11.89^{no}±0.07
		5	11.79^{nop}±0.13
1,500	400	3	11.49^{opq}±0.02
		4	11.34^{pq}±0.06
		5	11.26^{q}±0.04
	500	3	11.15^{qr}±0.02
		4	11.06^{qr}±0.01
		5	10.78^{rs}±0.02
	600	3	10.60^{rs}±0.03
		4	10.31^{t}±0.06
		5	9.75^{u}±0.63

หมายเหตุ: $^{a-u}$ คือค่าแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบความกรอบของกล้วยเล็บมือนางชุบแป้งทอด

การวัดค่าเนื้อสัมผัสของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดเป็นการทดสอบค่าความแข็ง (Hardness) ของผลิตภัณฑ์โดยการใช้แรงกดกระทำต่อผลิตภัณฑ์จนทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปถาวร (Deformation) การวัดค่าเนื้อสัมผัสของกล้วยเล็บมือนางอบ และกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดเป็นการทดสอบค่าความแข็ง (Hardness) ของผลิตภัณฑ์โดยการใช้แรงกดกระทำต่อผลิตภัณฑ์จนเกิดการเปลี่ยนรูปถาวร (Plastic Deformation) หรือการใช้แรงกระทำต่อผลิตภัณฑ์จนผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหาย จากการทดสอบซึ่งจะพิจารณาความกรอบจากความเปราะ (Fracturability) ของผลิตภัณฑ์โดยวิเคราะห์จากค่าแรง และระยะทางที่น้อยที่สุดที่กระทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายการวิเคราะห์กราฟจากการทดลอง โดยความชันของกราฟในช่วงเริ่มต้นมีค่าน้อยคือจุดแรกที่ทำให้แป้งเกิดความเสียหาย และมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงกลางคือจุดชีวคราฟที่เนื้อในกล้วยเกิดความเสียหาย

4.2.1 ผลการทดสอบความกรอบของเนื้อแป้งจากกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาเจน

จากการทดสอบหาค่าความกรอบ ดังตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าแรงที่ใช้ในการกดผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสลัดส่งผลต่อความกรอบของเนื้อแป้งอย่างมีนัยสำคัญในเชิงสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าค่าแรงกดต่อตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการสลัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในเชิงสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความเร็วในการหมุนเหวี่ยง และระยะเวลากล่าวคือเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการสลัดเพิ่มขึ้นค่าแรงต่ำสุดที่กระทำต่อเนื้อแป้งจนแตกมีค่าน้อยลงตามเวลาที่ทำการสลัดอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าที่มีการใช้แรงต่ำสุดที่ใช้ในการทดสอบความกรอบ หรือ ดีที่สุด ของกำลังวัตต์ 500 วัตต์ คือ 11.73 นิวตัน ซึ่งอยู่ใน เงื่อนไขที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที ค่าที่มีการใช้แรงต่ำสุดที่ใช้ในการทดสอบความกรอบ หรือดีที่สุดของ กำลังวัตต์ 1,000 วัตต์ คือ 6.96 นิวตัน ซึ่งอยู่ในเงื่อนไขที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที และค่าที่มีการใช้แรงต่ำสุดที่ใช้ในการทดสอบความกรอบ หรือดีที่สุดของ กำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ คือ 2.29 นิวตัน ซึ่งอยู่ในเงื่อนไขที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที เช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกันที่ 3 ระดับของกำลังวัตต์ค่าที่ดีที่สุด หรือ การใช้แรงต่ำสุดที่ใช้ในการทดสอบความกรอบจะอยู่ที่ กำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ ที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที ซึ่งมีค่าแรงกด คือ 2.29 นิวตัน ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และมีค่าแรงกดที่กระทำต่อผลิตภัณฑ์น้อยที่สุดเนื่องจากความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้น ระยะเวลาในการสลัดที่เพิ่มขึ้น และกำลังวัตต์ที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้เนื้อแป้งมีความกรอบเพิ่มมากขึ้น และค่าแรงกดที่กระทำต่อตัวผลิตภัณฑ์มีค่าน้อยลงไปตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าความกรอบของกล้วยเล็บมือนางชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

กำลังวัตต์ (วัตต์)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ระยะเวลา (นาที)	เนื้อแป้ง	
			แรง (นิวตัน)	ระยะทาง (มิลลิเมตร)
กล้วยอบชุบแป้งทอด	-	-	14.87^{a}±0.12	14.17^{a}±2.74
500	400	3	14.71^{ab}±0.06	9.83^{b}±0.88
		4	14.15^{abc}±013	8.17^{c} ±0.32
		5	14.34^{bc}±0.04	7.56^{cd}±0.39
	500	3	14.25^{bc}±0.03	7.07^{de}±0.03
		4	14.13^{cd}±0.07	6.55^{fg}±0.30
		5	13.77^{d}±0.33	6.06^{gh}±0.20
	600	3	13.05^{e}±0.33	5.57^{h}±0.15
		4	12.33^{f}±0.17	5.30^{hi}±0.11
		5	11.75^{g}±0.38	5.06^{hij}±0.07
1,000	400	3	11.06^{h}±0.15	4.51^{jkl}±0.06
		4	10.15^{i}±0.46	4.23^{jkl}±0.04
		5	9.56^{j}±0.07	4.07^{kl}±0.08
	500	3	8.55^{k}±0.14	3.98^{klm}±0.02
		4	8.25^{kl}±0.10	3.83^{klmn}±0.06
		5	7.88^{lm}±0.18	3.71^{klmno}±0.05
	600	3	7.49^{mn}±0.12	3.52^{lmno}±0.01
		4	7.34^{no}±0.05	3.32^{lmnop}±0.10
		5	6.96^{op}±0.23	2.88^{mnopq}±0.02
1,500	400	3	6.57^{pq}±0.17	2.70^{nopqr}±0.17
		4	6.28^{q}±0.05	2.50^{opqr}±0
		5	5.74^{r}±0.47	2.34^{pqrs}±0.11
	500	3	4.97^{s}±0.08	2.20^{qrs}±0.05
		4	4.76^{st}±0.09	2.09^{qrs}±0.50
		5	4.40^{t}±0.05	2.00^{qrs}±0.05
	600	3	4.34^{t}±0.03	1.72^{rst}±0.11
		4	3.89^{u}±0.48	1.41^{st}±0.13
		5	2.29^{v}±0.73	0.98^{t}±0.22

หมายเหตุ: $^{a-v}$ คือค่าแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบปริมาณน้ำมันในภายถังสลัดน้ำมัน

ค่าน้ำมันที่ออกมาการจากสลัดที่อยู่ถายในถังห้องสลัด เพื่อต้องการทราบค่าน้ำหนักของน้ำมันที่ออกมาจากการสลัดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจนตามด้วยความเร็วรอบ กำลังวัตต์ และระยะเวลาในการสลัดที่ต่างกันว่ามีปริมาณน้ำมันที่อยู่ภายในถังสลัดเท่าใด

4.3.1 ค่าปริมาณน้ำมันที่ได้จากถังสลัดน้ำมันด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน (OEHH500W)

จากตารางที่ 4.4 แสดงถึงค่าปริมาณน้ำมันจากการสลัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) พบว่าค่าของปริมาณน้ำมันในตัวถังสลัดที่ผ่านการสลัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในเชิงสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความเร็วในการหมุนเหวี่ยง ระยะเวลาที่ใช้ในการหมุนเหวี่ยง และการกำลังวัตต์มีอิทธิพลร่วมต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของน้ำมันที่คงเหลืออยู่ในถังสลัด โดยปริมาณน้ำมันที่สลัดออกได้เยอะที่สุด หรือ ดีที่สุด ของกำลังวัตต์ 500 วัตต์ คือ 42.94 กรัม ซึ่งอยู่ใน เงื่อนไขที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที ปริมาณน้ำมันที่สลัดออกได้เยอะที่สุดหรือ ดีที่สุดของ กำลังวัตต์ 1,000 วัตต์ คือ 47.12 กรัม ซึ่งอยู่ในเงื่อนไขที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที และ ปริมาณน้ำมันที่สลัดออกได้เยอะที่สุด หรือ ดีที่สุดของ กำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ คือ 57.25 กรัม ซึ่งอยู่ในเงื่อนไขที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที เช่นกันเมื่อเปรียบเทียบกันที่ 3 ระดับของกำลังวัตต์ค่าที่ดีที่สุด หรือปริมาณน้ำมันที่สลัดออกได้เยอะที่สุดจะอยู่ที่ กำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ ที่ความเร็วรอบที่ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที ซึ่งมีค่าปริมาณน้ำมัน คือ 57.25 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และมีปริมาณน้ำมันคงเหลืออยู่ในตัวถังมากที่สุดเนื่องจากมีการเพิ่มความเร็วรอบในการหมุนเหวี่ยง ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น และกำลังวัตต์ของหลอดฮาโลเจนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ปริมาณน้ำมันภายในถังสลัดเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่าน้ำมันหลังจากสลัดกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

กำลังวัตต์ (วัตต์)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำมัน (กรัม)
500	400	3	36.35^{s}±0.21
		4	37.43^{t}±0.49
		5	39.05^{r}±0.30
	500	3	39.50^{r}±0.20
		4	40.40^{q}±0.30
		5	40.82^{pq}±0.26
	600	3	41.30^{p}±0.16
		4	42.48^{o}±0.25
		5	42.94^{no}±0.09
1,000	400	3	43.19^{n}±0.09
		4	43.93^{m}±0.42
		5	44.56^{l}±0.17
	500	3	45.13^{l}±0.23
		4	45.81^{k}±0.19
		5	46.08^{jk}±0.05
	600	3	46.46^{j}±0.02
		4	46.69^{ij}±0.13
		5	47.12^{hi}±0.08
1,500	400	3	47.33^{h}±0.05
		4	47.68^{h}±0.43
		5	48.82^{g}±0.56
	500	3	49.72^{f}±0.37
		4	50.92^{e}±0.72
		5	52.78^{d}±0.93
	600	3	53.91^{c}±0.35
		4	55.23^{b}±0.45
		5	57.25^{a}±0.04

หมายเหตุ: $^{a\text{-}t}$ คือค่าแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดสอบการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

สีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (BF) เป็นสีของกล้วยที่ผ่านความร้อนในการทอดจะทำให้สีของเนื้อแป้งเปลี่ยนสี การวิเคราะห์ค่าสีเพื่อที่จะศึกษาสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดที่เปลี่ยนไปจากการสลัดน้ำมันด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน (OEHH) การวัดสีของอาหารเป็นการวัดสีที่สายตามนุษย์สามารถมองได้เท่ากันจึงต้องมีการนำค่าที่ได้จากการวัดมาเทียบกับเฉดสี

การวัดสีใช้หน่วยสี CIE L*a*b* โดยที่ค่า L*เป็น ค่าความสว่าง ซึ่งค่า L*สามารถมีค่ามากกว่า 100
a* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี + a*: ค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีแดง – a*: ค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเขียว
b* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี +b*: ค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเหลือง – b*: ค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีน้ำเงิน

4.4.1 ค่าการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

จากการทดสอบค่าจากการวัดสี ดังตารางที่ 4.5 พบว่าจากการวัดสีจากตัวของผลิตภัณฑ์ที่ได้ผ่านการสลัดไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)) โดยค่าความเร็วรอบในการหมุนเหวี่ยง ระยะเวลาที่ใช้ในการสลัด และขนาดกำลังวัตต์ของหลอดฮาโลเจน ไม่มีอิทธิพลร่วมในเชิงสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งพิจารณาจากที่ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที กำลังวัตต์ 500 วัตต์ มีค่าสี L*= 45.11 a*= 11.60 b*= 30.58 ที่ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที กำลังวัตต์ 1,000 วัตต์ มีค่าสี L*= 49.90 a*= 10.27 b*= 35.20 และที่ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาที ระยะเวลา 5 นาที กำลังวัตต์ 1,500 วัตต์ มีค่าสี L*= 47.78 a*= 10.55 b*= 33.91 ซึ่งพิจารณาจากตัวอย่าง พบว่าความเร็วรอบในการหมุนเหวี่ยง ระยะเวลาที่ทำการสลัด และกำลังวัตต์ของหลอดฮาโลเจน ส่งผลกระทบต่อสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจากแบบเดิมเพียงเล็กน้อยไม่ส่งผลให้เกิดสีที่ไม่น่าพึงประสงค์ต่อตัวผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าการวัดสีกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

กำลังวัตต์ (วัตต์)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	เวลา (นาที)	L*	a*	b*
	กล้วยอบชุบแป้งทอด	-	$52.23^{a} \pm 1.16$	$3.88^{c} \pm 2.69$	$28.37^{b} \pm 3.99$
500	400	3	$45.46^{a} \pm 4.53$	$11.20^{ab} \pm 2.79$	$31.02^{ab} \pm 5.63$
		4	$49.52^{a} \pm 1.70$	$8.79^{b} \pm 3.26$	$29.92^{ab} \pm 3.86$
		5	$49.52^{a} \pm 2.66$	$13.47^{a} \pm 2.92$	$33.72^{ab} \pm 2.56$
	500	3	$51.30^{a} \pm 5.62$	$13.76^{a} \pm 1.44$	$35.22^{ab} \pm 2.71$
		4	$50.90^{a} \pm 4.61$	$12.51^{ab} \pm 0.88$	$35.03^{ab} \pm 2.73$
		5	$43.53^{a} \pm 9.12$	$12.54^{ab} \pm 3.17$	$32.22^{ab} \pm 4.99$
	600	3	$39.55^{a} \pm 12.52$	$12.38^{ab} \pm 1.05$	$29.85^{ab} \pm 4.36$
		4	$51.29^{a} \pm 3.99$	$14.17^{a} \pm 2.22$	$35.92^{a} \pm 4.35$
		5	$45.11^{a} \pm 7.15$	$11.60^{ab} \pm 1.17$	$30.58^{ab} \pm 0.52$
1,000	400	3	$51.63^{a} \pm 2.59$	$10.59^{a} \pm 1.89$	$29.86^{a} \pm 10.77$
		4	$49.15^{a} \pm 3.18$	$11.55^{a} \pm 1.85$	$35.31^{a} \pm 3.00$
		5	$49.26^{a} \pm 4.83$	$10.36^{a} \pm 2.01$	$34.86^{a} \pm 2.14$
	500	3	$46.63^{a} \pm 2.89$	$9.55^{a} \pm 1.37$	$33.48^{a} \pm 1.17$
		4	$46.05^{a} \pm 4.17$	$10.77^{a} \pm 1.14$	$35.17^{a} \pm 2.69$
		5	$49.81^{a} \pm 2.75$	$9.89^{a} \pm 5.29$	$34.95^{a} \pm 6.42$
	600	3	$51.31^{a} \pm 3.77$	$8.28^{a} \pm 1.01$	$32.43^{a} \pm 4.03$
		4	$48.80^{a} \pm 2.34$	$7.50^{a} \pm 3.01$	$33.25^{a} \pm 2.98$
		5	$49.90^{a} \pm 6.90$	$10.27^{a} \pm 1.68$	$35.20^{a} \pm 4.54$
1,500	400	3	$52.93^{ab} \pm 5.35$	$9.06^{b} \pm 1.00$	$30.55^{a} \pm 2.87$
		4	$46.97^{b} \pm 5.42$	$10.73^{ab} \pm 0.72$	$32.15^{a} \pm 2.13$
		5	$51.88^{ab} \pm 5.84$	$11.62^{ab} \pm 0.90$	$34.02^{a} \pm 1.95$
	500	3	$52.86^{ab} \pm 2.51$	$13.56^{a} \pm 3.86$	$35.34^{a} \pm 3.73$
		4	$52.90^{ab} \pm 3.93$	$11.28^{ab} \pm 2.07$	$32.55^{a} \pm 2.47$
		3	$52.93^{ab} \pm 5.35$	$9.06^{b} \pm 1.00$	$30.55^{a} \pm 2.87$
	600	3	$58.22^{a} \pm 4.46$	$11.13^{ab} \pm 2.12$	$34.68^{a} \pm 3.57$
		4	$44.89^{b} \pm 4.32$	$11.04^{ab} \pm 0.38$	$34.10^{a} \pm 1.30$
		5	$47.78^{b} \pm 3.32$	$10.55^{ab} \pm 2.46$	$33.91^{a} \pm 4.32$

หมายเหตุ: ^{a,b,c} คือค่าแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการออกแบบ และต่อยอดเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยอบเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน และพร้อมทั้งทำการทดลองโดยใช้รอบการสลัดที่ 400 500 และ 600 รอบต่อนาทีด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน 3 ระดับได้แก่ 500 1,000 และ 1,500 วัตต์ ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 3 4 และ 5 นาทีมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำมันในกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด ความกรอบของเนื้อแป้ง ความแข็งของเนื้อกล้วย และน้ำหนักที่หายไปจากการสลัด และสีของกล้วยหลังการสลัด จึงสรุปได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 ปริมาณไขมันขึ้นอยู่กับรอบการสลัดร่วมกับลมร้อน เวลา และขนาดกำลังวัตต์ โดยรอบและเวลาที่มีปริมาณน้ำมันน้อยที่สุดคือ รอบการสลัดที่ 400 และ 500 รอบต่อนาทีที่เวลา 3 และ 4 นาที ซึ่งมีปริมาณน้ำมันที่ไม่แตกต่างกัน แต่รอบการสลัดที่ 600 รอบต่อนาทีที่เวลา 5 นาทีมีปริมาณน้ำมันน้อยที่สุด

5.1.2 ความกรอบของเนื้อแป้งขึ้นอยู่กับแรงกดลงบนเนื้อแป้ง โดยแรงที่มีค่าน้อยที่สุดคือ รอบการ สลัดที่ 500 รอบต่อนาทีที่เวลา 3 และ 4 นาที 1,000 วัตต์ และรอบการสลัดที่ 500 และ 600 รอบต่อนาทีที่เวลา 3 4 และ 5 นาที 1,000 วัตต์ ซึ่งมีค่าแรงกดที่ไม่แตกต่างกัน แต่รอบการสลัดที่ 600 รอบต่อนาทีที่เวลา 5 นาที มีค่าแรงกด ที่น้อยที่สุด

5.1.3 ปริมาณน้ำมันที่ผ่านการสลัดมีความแตกต่างตั้งแต่ 500 1000 1500 วัตต์ ตามลำดับ โดยแต่ละกำลังวัตต์ที่สูงขึ้นก็จะมีค่าน้ำมันที่สลัดออกมาแล้วหลงเหลืออยู่ในตัวถังมากขึ้นเช่นกัน จึงสรุปได้ว่า ความร้อนที่มาจากการเพิ่มกำลังวัตต์มีผลในการสลัดน้ำมัน ของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด ให้มีการสลัดน้ำมันออกมาได้มากกว่าเดิม

5.1.4 สีของกล้วยที่ผ่านการสลัดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การเพิ่มกำลังวัตต์ของหลอดฮาโลเจนไม่ส่งผลต่อการเกิดการไหม้ของเนื้อแป้งกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด ซึ่งกำลังวัตต์ทั้งสามระดับให้ผลที่ใกล้เคียงกัน จึงสรุปได้ว่า ความร้อนจากหลอดฮาโลเจนไม่ส่งผลให้กล้วยและตัวแป้งมีความกรอบเพิ่มขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะจากผู้ออกแบบและพัฒนาเครื่อง

5.2.1 การจะใช้เครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดร่วมกับลมร้อนจำเป็นต้อง วางบนพื้นเรียบเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ในขณะที่เครื่องทำงาน บริเวณตัวถังจะมีความร้อนสูงมาก อย่าสัมผัสบริเวณตัวถังโดยตรง ขณะที่ไม่ได้สวมเครื่องป้องกัน

5.3 ข้อเสนอแนะจากผู้ผลิตผลิตภัณฑ์

5.3.1 ต้องการให้เครื่องสลัดสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดร่วมกับลมร้อนความสูงที่พอดีสำหรับคนทอดกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด

5.3.2 การเคลื่อนย้ายเครื่องเป็นไปได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] สสส. 2562. น้ำมันทอดซ้ำ มันอันตราย. แหล่งข้อมูล : https://resourcecenter.thaihealth.or.th/. เข้าถึงเมื่อ มีนาคม 2566

[2] โรงพยาบาลราชวิถี. 2560. ภัยจากน้ำมันทอดซ้ำ. แหล่งข้อมูล : https://www.rajavithi.go.th/. เข้าถึงเมื่อ มีนาคม 2565

[3] ชุติมา ลิ้มมัทวาภิรัติ์, และสนทยา ลิ้มมัทวาภิรัติ์. 2555. การเพิ่มความคงตัวทางเคมีของน้ำมันพืชด้วยการเติมสารออกซิเดชัน. วารสารไทยไภษัชยนิพนธ์(ฉบับการศึกษาต่อเนื่องทางเภสัชศาสตร์) มศก. ปีที่7 ฉบับเดือนมกราคม – เดือนธันวาคม 2555

[4] วาร ว่องโชติกุล, และมณีนุช ให้ศิริกุล. 2558. พฤติกรรม ความรู้ และความเสี่ยงในการใช้น้ำมันทอดซ้ำของผู้ประกอบอาหารและผู้จำหน่ายอาหารในโรงเรียนเขตเทศบาลเมืองบุรีรัมย์. แหล่งข้อมูล : https://dspace.bru.ac.th/. เข้าถึงเมื่อ ธันวาคม 2565

[5] กองบรรณาธิการHD. 2562. เข้าใจ"ไตรกลีเซอไรด์"แบบครบถ้วน. แหล่งข้อมูล : https://hd.co.th/what-is-triglycerides/. เข้าถึงเมื่อ ธันวาคม 2565

[6] Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Sci & Technol. Trends in Food Science & Technology
Vol.14 : 364-373

[7] Puechkaset. 2559. กล้วยเล็บมือนาง ประโยชน์ และการปลูกกล้วยเล็บมือนาง. แหล่งข้อมูล : https://puechkaset.com/. เข้าถึงเมื่อ ธันวาคม 2565

[8] พรรษพล แจงเล็ก, พรจิตต์ อินทร์โต, และชุติมา เย็นแดง. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากพันธุ์บัวสายโดยกระบวนการอบแห้งแบบลมร้อน. แหล่งข้อมูล: https://repository.rmu.ac.th เข้าถึงเมื่อ มกราคม 2566

[9] Dunford, N. 2003. Deep-Fat Frying Basics for Food Services. Food Technology Fact Sheet. Oklahoma State University. แหล่งข้อมูล : http://www.fapc.okstate. Edu เข้าถึงเมื่อ เมษายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] องอาจ ทับบุรี, และกันยารัตน์ เอกเอี่ยม. 2564. การออกแบบควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำด้วยวิธีการควบคุมแรงดันต่อความถี่ของเครื่องสีฝัดข้าวแบบดั้งเดิม. วารสารวิจัย Lecture, Department of Rajabhat University under the Royal Patronage, Tambon Klong Neung, Pathumthani 13180 Thailand หน้าที่ 384-395

[11] อีลีหย๊ะ สนิโซ, และลุตฟี สือนิ. 2563. การพัฒนาระบบผลิตข้าวนึ่งโดยเทคนิคฟูลอิไดซ์เบดร่วมกับรังสีอินฟราเรด. รายงานวิจัยการพัฒนาระบบผลิตข้าวนึ่งโดยเทคนิคฟูลอิไดซ์เบดร่วมกับรังสีอินฟราเรด. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

[12] นายพีรยุทธ นึกอนันต์, และนายทะนงศักดิ์ มะลิพรม. 2557. การออกแบบและพัฒนาเครื่องทอดสุญญากาศกล้วยเล็บมือนาง. สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร.

[13] กิจกรรมจัดทำองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบธุรกิจ. 2561. แปรรูปผลิตผลเกษตรอย่างไรให้เพิ่มค่าในยุค4.0. กิจกรรมจัดทำองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบธุรกิจ งานพัฒนาองค์ความรู้สำหรับ SME (Knowledge Center) ปีงบประมาณ 2561

[14] ปานมนัส สิริสมบูรณ์. 2562. การวัดเนื้อสัมผัสทางผลิตผลทางการเกษตรและอาหาร. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด มีน เซอร์วิส ซัพพลาย.

[15] Kumah, C., Zhang, N., Raji, R.K., and Pan R. 2019. Color Measurement of Segmented Printed Fabric Patterns in Lab Color Space from RGB Digital Images. Journal of Textile Science and Technology 05(01) : 1-18

[16] นางสาววรุณ แก้วพิลา และนางสาวสีนวล คณานิตย์. 2564. ศึกษาการใช้ซ้ำของปิโตเลี่ยมอีเธอร์ในการวิเคราะห์ไขมันหยาบ. แหล่งข้อมูล : https://rad.kku.ac.th/research_databases/. เข้าถึงเมื่อ เมษายน 2566

[17] อุทัย ผ่องรัศมี, และเสนีย์ ศิริไชย. 2556. การพัฒนาเครื่องสลัดน้ำมันของอาหารสำหรับประเภทครัวเรือน. แหล่งข้อมูล : https://scijournal.kku.ac.th/. เข้าถึงเมื่อ เมษายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[18] รศ.ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. 2555. ตู้อบลมร้อน. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ หน้าที่ 160-175

[19] Ojediran, J.O., Okonkwo, C.E., Olaniran, A.F., Iranloye, Y.M., Adewumi, A.D., Erinle, O., Afolabi, Y., Adeyi, O., and Adeyi, A. 2021. Hot air convective drying of hog plum fruit (Spondias mombin): effects of physical and edible-oil-aided chemical pretreatments on drying andquality characteristics. Heliyonm, Vol.7 : 1-14

[20] Logerais, P.O., and Bouteville, A. 2010. Modelling of an infrared halogen lamp in a rapid thermal system. International Journal of Thermal Sciences, Vol.49 : 1437-1445

[21] Keskin, S.O., Oztürk, S., Sahin, S., Koksel, H., and Sumnu, G. 2005. Halogen lamp–microwave combination baking of cookies. European Food Research and Technology vol.220 : 546–551

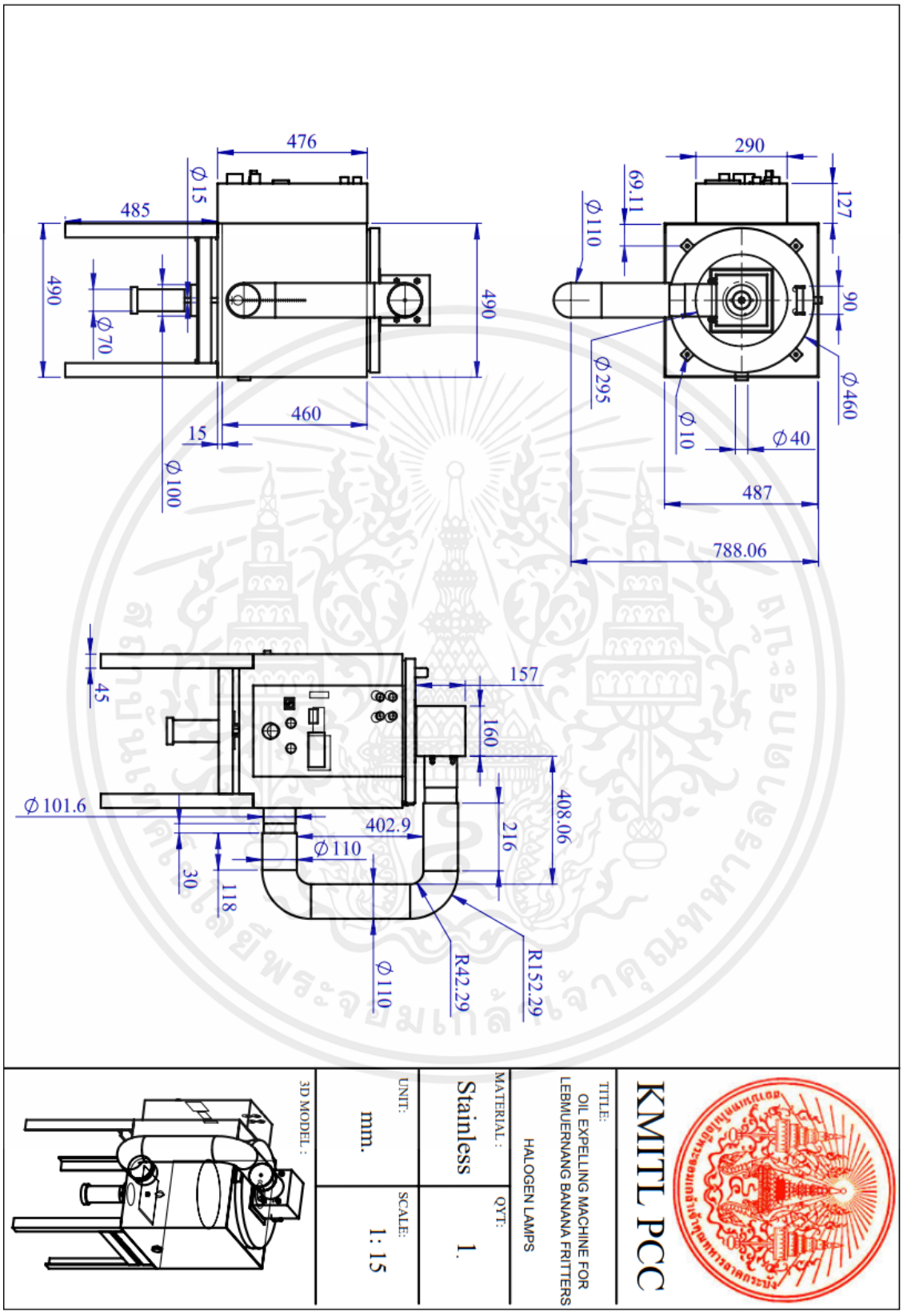
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

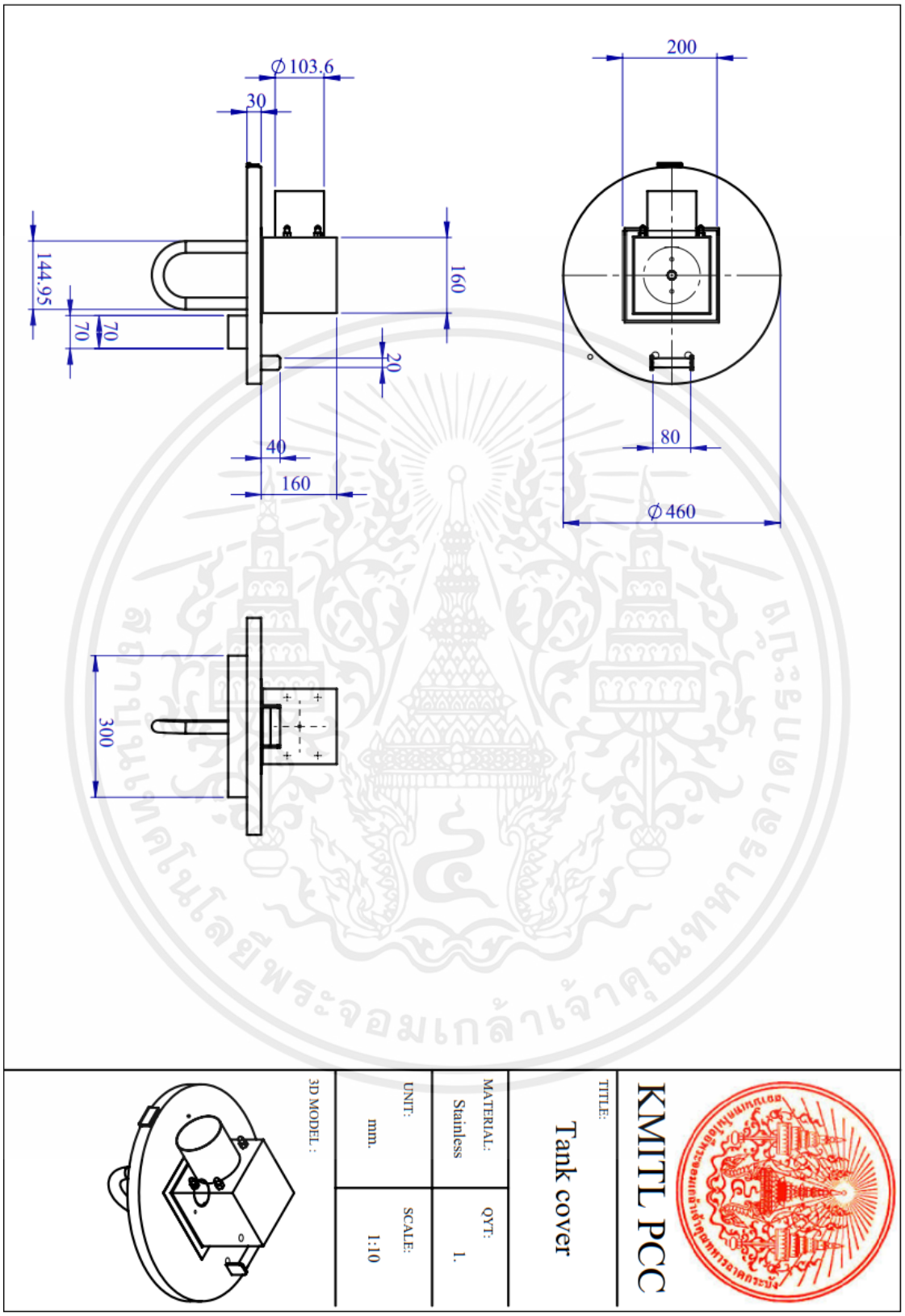
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเขียนแบบทางวิศวกรรม

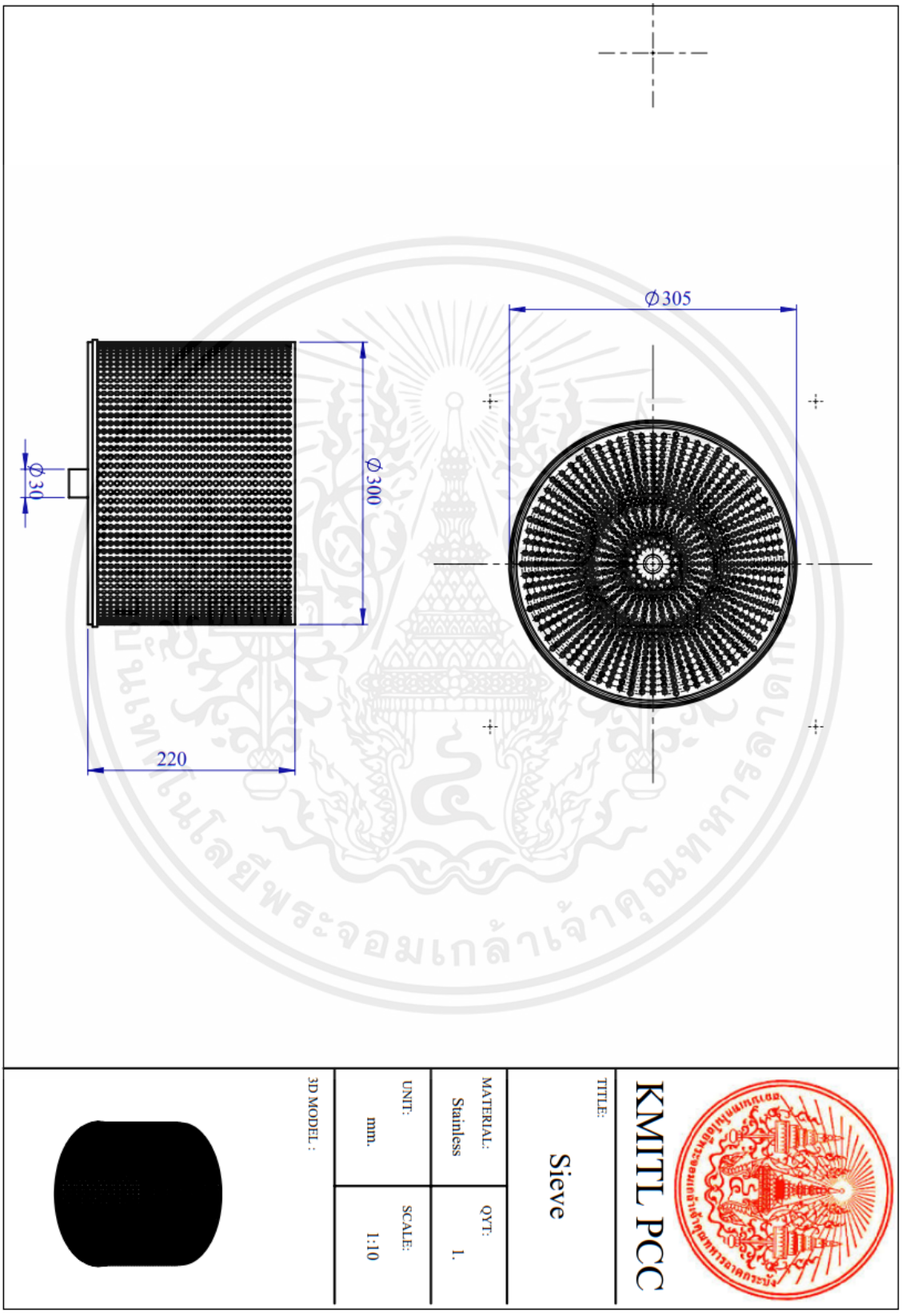
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



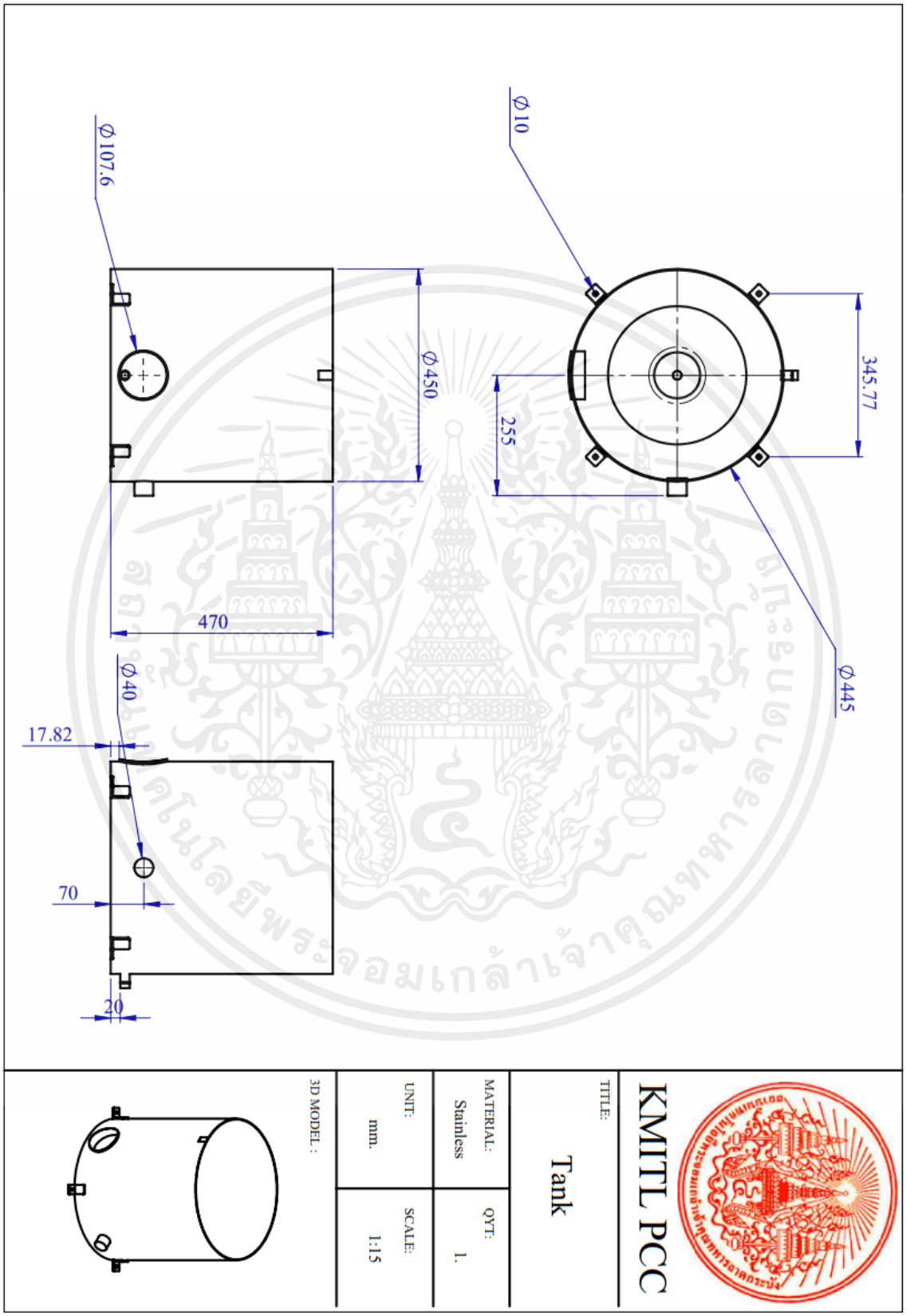
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



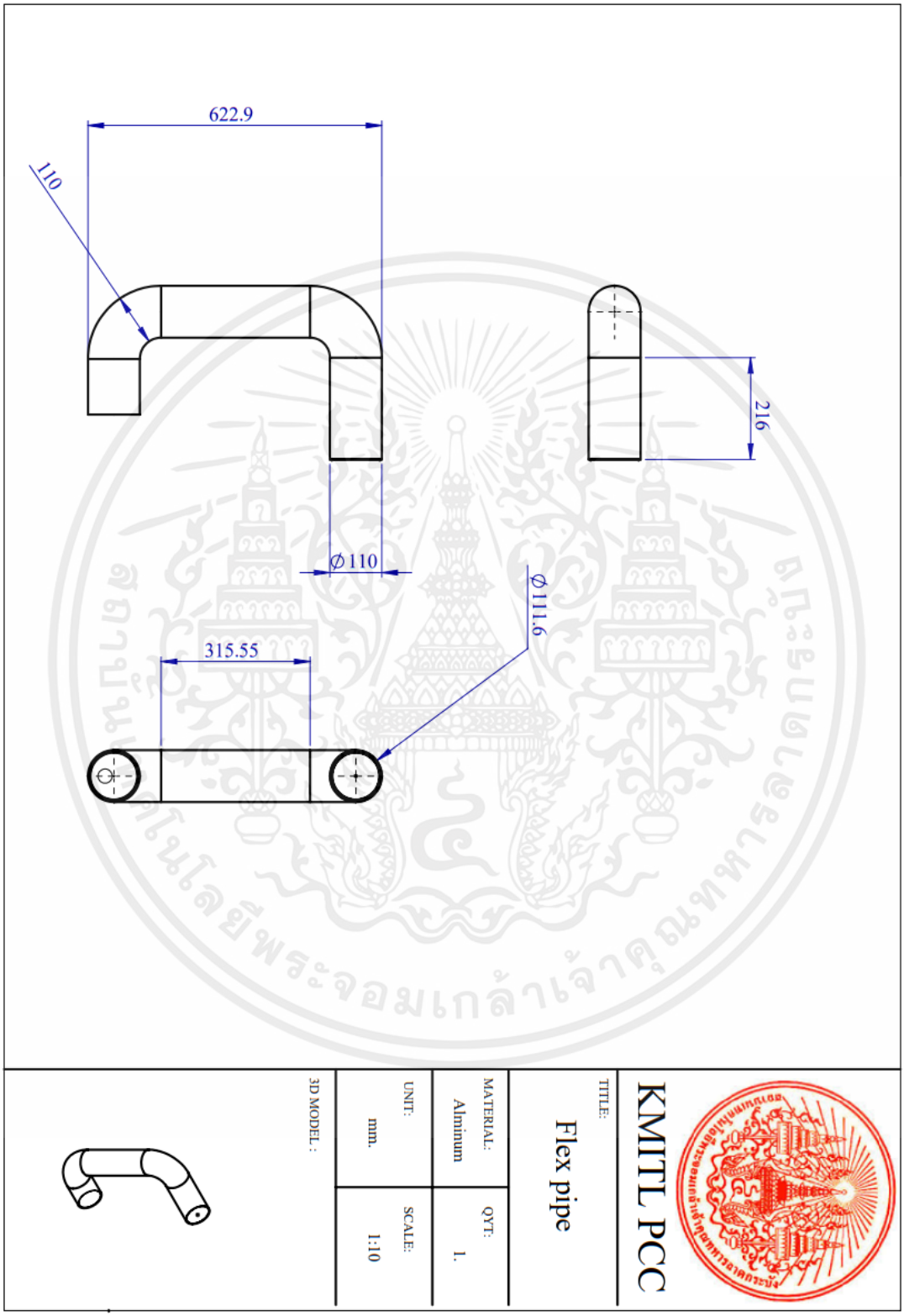
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ตารางผลการสลัดกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดด้วยลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ค่าการวิเคราะห์ไขมันที่ได้จากการทดลอง

conditions.	1	2	3	Avg.
400RPM-500W-3min	14.9597	14.5169	14.4386	14.6384
400RPM-1000W -3min	12.9985	12.9385	12.9283	12.9551
400RPM-1,500W-3min	11.5241	11.4985	11.4673	11.4966
400RPM-500W-4min	14.2755	13.907	13.8401	14.0075
400RPM-1000W -4min	12.8975	12.8727	12.7941	12.8548
400RPM-1,500W -4min	11.4201	11.3302	11.2941	11.3481
400RPM-500W-5min	13.8324	13.8013	13.7885	13.8074
400RPM-1000W -5min	12.7743	12.7682	12.731	12.7578
400RPM-1,500W -5min	11.2858	11.2772	11.2189	11.2606
500RPM-500W-3min	13.7173	13.6935	13.6901	13.7003
500RPM-1000W -3min	12.7206	12.6379	12.5417	12.6334
500RPM-1,500W -3min	11.1687	11.164	11.1253	11.1527
500RPM-500W 4min-	13.6868	13.6466	13.6056	13.6463
500RPM-1000W -4min	12.4589	12.3828	12.3213	12.3877
500RPM-1,500W -4min	11.1133	11.0952	10.9775	11.0620
500RPM-500W -5min	13.5684	13.4919	13.4288	13.4964
500RPM-1000W -5min	12.2024	12.1901	12.1845	12.1923
500RPM-1,500W -5min	10.8509	10.7806	10.7268	10.7861

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ค่าการวิเคราะห์ไขมันที่ได้จากการทดลอง (ต่อ)

conditions.	1	2	3	Avg.
600RPM-500W -3min	13.4243	13.3351	13.329	13.3628
600RPM-1000W -3min	12.18	12.0133	11.9851	12.0595
600RPM-1,500W -3min	10.6959	10.5755	10.5443	10.6052
600RPM-500W -4min	13.3147	13.278	13.2449	13.2792
600RPM-1000W -4min	11.9584	11.8964	11.8268	11.8939
600RPM-1,500W -4min	10.4265	10.3588	10.1622	10.3158
600RPM-500W-5min	13.1733	13.1351	13.0879	13.1321
600RPM-1000W -5min	11.8193	11.7894	11.7647	11.7911
600RPM-1,500W -5min	10.1522	10.0943	9.0167	9.7544
Fritters	24.8666	25.7380	27.1589	25.9212

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แรงต่ำสุดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปถาวรของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจากการสลัด

conditions.	1	2	3	Avg.
400RPM-500W-3min	14.77	14.71	14.65	14.7100
400RPM-1000W -3min	11.2	11.08	10.91	11.0633
400RPM-1,500W-3min	6.77	6.51	6.45	6.5767
400RPM-500W-4min	14.62	14.55	14.37	14.5133
400RPM-1000W -4min	10.67	10.002	9.8	10.1573
400RPM-1,500W -4min	6.32	6.3	6.23	6.2833
400RPM-500W-5min	14.37	14.35	14.3	14.3400
400RPM-1000W -5min	9.6	9.6	9.48	9.5600
400RPM-1,500W -5min	6.2	5.77	5.26	5.7433
500RPM-500W-3min	14.28	14.27	14.22	14.2567
500RPM-1000W -3min	8.68	8.57	8.4	8.5500
500RPM-1,500W -3min	5.04	5	4.89	4.9767
500RPM-500W 4min	14.21	14.1	14.09	14.1333
500RPM-1000W -4min	8.36	8.23	8.17	8.2533
500RPM-1,500W -4min	4.83	4.75	4.66	4.7467
500RPM-500W -5min	14.08	13.81	13.42	13.7700
500RPM-1000W -5min	8.09	7.8	7.77	7.8867
500RPM-1,500W -5min	4.5	4.42	4.4	4.4400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แรงต่ำสุดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปถาวรของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจากการสลัด (ต่อ)

conditions.	1	2	3	Avg.
600RPM-500W -3min	13.25	13.24	12.67	13.0533
600RPM-1000W -3min	7.63	7.42	7.42	7.4900
600RPM-1,500W -3min	4.36	4.35	4.31	4.3400
600RPM-500W -4min	12.5	12.32	12.17	12.3300
600RPM-1000W -4min	7.4	7.33	7.3	7.3433
600RPM-1,500W -4min	4.3	4.02	3.36	3.8933
600RPM-500W-5min	11.998	11.91	11.3	11.7360
600RPM-1000W -5min	7.23	6.88	6.79	6.9667
600RPM-1,500W -5min	3.11	2.04	1.72	2.2900
Fritters	15.01	14.84	14.78	14.8767

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ระยะทางของหัวกดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปถาวรของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจากการสลัด

conditions.	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Avg.
400RPM-500W-3min	10.83	9.5	9.16	9.8300
400RPM-1000W -3min	4.58	4.5	4.46	4.5133
400RPM-1,500W-3min	2.83	2.78	2.5	2.7033
400RPM-500W-4min	8.55	8.03	7.93	8.1700
400RPM-1000W -4min	4.28	4.21	4.2	4.2300
400RPM-1,500W -4min	2.5	2.5	2.5	2.5000
400RPM-500W-5min	7.91	7.66	7.13	7.5667
400RPM-1000W -5min	4.16	4.05	4	4.0700
400RPM-1,500W -5min	2.48	2.31	2.25	2.3467
500RPM-500W-3min	7.1	7.08	7.03	7.0700
500RPM-1000W -3min	4	3.98	3.96	3.9800
500RPM-1,500W -3min	2.21	2.2	2.2	2.2033
500RPM-500W 4min	6.9	6.4	6.35	6.5500
500RPM-1000W -4min	3.9	3.83	3.78	3.8367
500RPM-1,500W -4min	2.11	2.1	2.08	2.0967
500RPM-500W -5min	6.18	6.18	5.83	6.0633
500RPM-1000W -5min	3.75	3.75	3.65	3.7167
500RPM-1,500W -5min	2.01	2	2	2.0033

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ระยะทางของหัวกดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปถาวรของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดจากการสลัด (ต่อ)

conditions.	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	Avg.
600RPM-500W -3min	5.75	5.5	5.46	5.5700
600RPM-1000W -3min	3.53	3.53	3.51	3.5233
600RPM-1,500W -3min	1.86	1.66	1.66	1.7267
600RPM-500W -4min	5.41	5.33	5.18	5.3067
600RPM-1000W -4min	3.41	3.35	3.2	3.3200
600RPM-1,500W -4min	1.5	1.48	1.25	1.4100
600RPM-500W-5min	5.15	5.03	5.01	5.0633
600RPM-1000W -5min	2.91	2.88	2.86	2.8833
600RPM-1,500W -5min	1.2	1	0.75	0.9833
Fritters	17.08	13.81	11.63	14.1733

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ค่าน้ำหนักน้ำมันที่ได้จากการทดลอง

conditions.	1	2	3	Avg.
400RPM-500W-3min	36.14	36.38	36.55	36.3567
400RPM-1000W -3min	43.1	43.22	43.27	43.1967
400RPM-1,500W-3min	47.27	47.35	47.37	47.3300
400RPM-500W-4min	36.68	36.85	37.6	37.0433
400RPM-1000W -4min	43.46	44.08	44.26	43.9333
400RPM-1,500W -4min	47.38	47.5	48.17	47.6833
400RPM-500W-5min	38.75	39.07	39.34	39.0533
400RPM-1000W -5min	44.39	44.58	44.72	44.5633
400RPM-1,500W -5min	48.19	49.06	49.23	48.8267
500RPM-500W-3min	39.37	39.4	39.73	39.5000
500RPM-1000W -3min	44.89	45.18	45.34	45.1367
500RPM-1,500W -3min	49.34	49.75	50.07	49.7200
500RPM-500W 4min	40.06	40.55	40.59	40.4000
500RPM-1000W -4min	45.64	45.78	46.02	45.8133
500RPM-1,500W -4min	50.09	51.3	51.38	50.9233
500RPM-500W -5min	40.64	40.72	41.12	40.8267
500RPM-1000W -5min	46.03	46.1	46.12	46.0833
500RPM-1,500W -5min	51.74	53.1	53.52	52.7867

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ค่าน้ำหนักน้ำมันที่ได้จากการทดลอง (ต่อ)

conditions.	1	2	3	Avg.
600RPM-500W -3min	41.12	41.39	41.41	41.3067
600RPM-1000W -3min	46.45	46.45	46.49	46.4633
600RPM-1,500W -3min	53.6	53.85	54.29	53.9133
600RPM-500W -4min	42.2	42.56	42.69	42.4833
600RPM-1000W -4min	46.55	46.73	46.81	46.6967
600RPM-1,500W -4min	54.97	54.98	55.75	55.2333
600RPM-500W-5min	42.85	42.96	43.02	42.9433
600RPM-1000W -5min	47.04	47.12	47.2	47.1200
600RPM-1,500W -5min	56.84	57.29	57.63	57.2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ค่าการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (L*)

conditions.	1	2	3	Avg.
400RPM-500W-3min	36.39	50.22	49.78	45.4633
400RPM-1000W -3min	53.62	52.59	48.7	51.6367
400RPM-1,500W-3min	56.96	54.98	46.86	52.9333
400RPM-500W-4min	52.87	48.38	47.32	49.5233
400RPM-1000W -4min	52.78	47.82	46.85	49.1500
400RPM-1,500W -4min	52	47.68	41.23	46.9700
400RPM-500W-5min	48.49	54.2	45.06	49.2500
400RPM-1000W -5min	46.02	54.82	46.94	49.2600
400RPM-1,500W -5min	53.72	45.34	56.59	51.8833
500RPM-500W-3min	56.79	45.54	51.57	51.3000
500RPM-1000W -3min	48.94	43.39	47.57	46.6333
500RPM-1,500W -3min	53.73	50.04	54.83	52.8667
500RPM-500W 4min	53.97	40.68	36.18	43.6100
500RPM-1000W -4min	49.87	41.59	46.69	46.0500
500RPM-1,500W -4min	57.38	51.28	50.04	52.9000
500RPM-500W -5min	53.75	40.68	36.18	43.5367
500RPM-1000W -5min	46.78	50.51	52.15	49.8133
500RPM-1,500W -5min	57.07	46.87	51.81	51.9167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ค่าการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (L*) (ต่อ)

conditions.	1	2	3	Avg.
600RPM-500W -3min	42.25	50.51	25.9	39.5533
600RPM-1000W -3min	53.93	53.03	46.98	51.3133
600RPM-1,500W -3min	62.56	53.64	53.64	56.6133
600RPM-500W -4min	53.61	53.6	46.68	51.2967
600RPM-1000W -4min	51.2	48.71	46.51	48.8067
600RPM-1,500W -4min	49.77	43.35	41.55	44.8900
600RPM-500W-5min	46.74	37.29	51.31	45.1133
600RPM-1000W -5min	53.09	54.63	41.98	49.9000
600RPM-1,500W -5min	50.45	44.06	48.85	47.7867
Fritters	49.18	50.02	48.49	49.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ค่าการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (a*)

conditions.	1	2	3	Avg.
400RPM-500W-3min	8.93	14.32	10.35	11.2000
400RPM-1000W -3min	8.78	10.45	12.56	10.5967
400RPM-1,500W-3min	9.67	7.9	9.62	9.0633
400RPM-500W-4min	10.84	10.5	5.03	8.7900
400RPM-1000W -4min	12.29	9.44	12.93	11.5533
400RPM-1,500W -4min	11.54	10.52	10.13	10.7300
400RPM-500W-5min	10.51	13.54	16.36	13.4700
400RPM-1000W -5min	12.39	8.36	10.33	10.3600
400RPM-1,500W -5min	10.71	12.51	11.65	11.6233
500RPM-500W-3min	12.59	15.38	13.32	13.7633
500RPM-1000W -3min	8.47	11.1	9.1	9.5567
500RPM-1,500W -3min	9.12	15.39	16.17	13.5600
500RPM-500W 4min	12.82	13.21	11.52	12.5167
500RPM-1000W -4min	10.75	9.65	11.93	10.7767
500RPM-1,500W -4min	10.66	9.6	13.6	11.2867
500RPM-500W -5min	15.35	13.17	9.1	12.5400
500RPM-1000W -5min	4.21	10.8	14.68	9.8967
500RPM-1,500W -5min	13.11	9.95	12.52	11.8600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ค่าการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (a*) (ต่อ)

conditions.	1	2	3	Avg.
600RPM-500W -3min	13.21	11.2	12.74	12.3833
600RPM-1000W -3min	9.41	7.43	8	8.2800
600RPM-1,500W -3min	9.66	10.16	13.57	11.1300
600RPM-500W -4min	14.45	16.24	11.82	14.1700
600RPM-1000W -4min	8.99	9.49	4.03	7.5033
600RPM-1,500W -4min	11.49	10.78	10.86	11.0433
600RPM-500W-5min	11.19	12.92	10.69	11.6000
600RPM-1000W -5min	9.07	12.2	9.54	10.2700
600RPM-1,500W -5min	12.23	7.72	11.71	10.5533
Fritters	12.21	12.45	16.49	13.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 ค่าการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (b*)

conditions.	1	2	3	Avg.
400RPM-500W-3min	24.78	35.74	32.55	31.0233
400RPM-1000W -3min	17.45	36.79	35.34	29.8600
400RPM-1,500W-3min	32.54	27.25	31.86	30.5500
400RPM-500W-4min	32.32	31.98	25.47	29.9233
400RPM-1000W -4min	38.52	32.57	34.85	35.3133
400RPM-1,500W -4min	33.45	33.33	29.69	32.1567
400RPM-500W-5min	31.76	36.62	32.79	33.7233
400RPM-1000W -5min	32.44	36.51	35.64	34.8633
400RPM-1,500W -5min	33.78	32.2	36.09	34.0233
500RPM-500W-3min	36	32.2	37.47	35.2233
500RPM-1000W -3min	33.33	32.39	34.73	33.4833
500RPM-1,500W -3min	31.28	36.14	38.62	35.3467
500RPM-500W 4min	36.88	36.32	31.89	35.0300
500RPM-1000W -4min	36.89	32.07	36.55	35.1700
500RPM-1,500W -4min	34.28	29.72	33.67	32.5567
500RPM-500W -5min	37.22	32.21	27.24	32.2233
500RPM-1000W -5min	27.91	36.45	40.49	34.9500
500RPM-1,500W -5min	36.77	30.02	33.44	33.4100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 ค่าการวัดสีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอด (b*) (ต่อ)

conditions.	1	2	3	Avg.
600RPM-500W -3min	32.57	32.18	24.82	29.8567
600RPM-1000W -3min	36.21	32.9	28.18	32.4300
600RPM-1,500W -3min	34.8	31.06	38.2	34.6867
600RPM-500W -4min	39	37.84	30.94	35.9267
600RPM-1000W -4min	35.84	33.93	29.98	33.2500
600RPM-1,500W -4min	33.02	33.74	35.56	34.1067
600RPM-500W-5min	31.14	30.09	30.52	30.5833
600RPM-1000W -5min	34.89	39.9	30.82	35.2033
600RPM-1,500W -5min	36.93	28.96	35.84	33.9100
Fritters	26.42	25.73	32.96	28.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้ใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งโดยใช้ลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน

(Developed of oil expelling machine for lebmuernang banana fritters with hot air conjunction halogen lamps)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตอุดมศักดิ์

คำชี้แจง ให้บุคคลากรทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงความคิดเห็นของบุคลากร

ลำดับที่	รายการ	เกณฑ์ประมิน				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	ความสวยงามของเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดโดยใช้ลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน	✓				
2	ความสะดวกสบายของเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดโดยใช้ลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน	✓				
3	ความปลอดภัยของเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมืออบชุบแป้งทอดโดยใช้ลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน	✓				
4	ความรวดเร็วของเวลาการทำความร้อนของเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดโดยใช้ลมร้อนร่วมกับหลอดฮาโลเจน		✓			
5	สีของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดมีการเปลี่ยนแปลง					✓
6	ยอดขายของกล้วยเล็บมือนางอบชุบแป้งทอดหลังจากใช้เครื่องที่ผ่านการพัฒนา	✓				

ข้อเสนอแนะ

.....

มงคล

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต (Cost Analysis)

Total cost = Fixed Cost + Variable Cost

ตารางที่ ง.1 ต้นทุนการผลิต (Fixed Cost)

ต้นทุนการผลิต	ราคา(บาท)
ถังนอก ขนาด 45 x 60 ซม.	6,000
ถังใน ขนาด 30 x 20 ซม.	3,300
เพลา	500
ข้อต่อเพลา	550
แบร์ริ่งเม็ดเรียว รุ่น 30306A	250
ตัวประคองแบร์ริ่ง	600
มอเตอร์ ขนาด ½ แรง	3,300
ฮีทเตอร์ ขนาด 1000 วัตต์	1,000
แผ่นซีเมนต์บอร์ด	1,090
แผ่นฉนวนกันความร้อน	610
ตัวครอบพัดลม	2,000
ท่อเฟล็ก	219
พัดลมดูด-เป่าอากาศ	602
โคมไฟฮาโลเจน	1,500
หลอดไฟฮาโลเจน	1,025
ซีเล็คเตอร์สวิตช์ 3 จังหวะ	1200
เบรกเกอร์20แอมแปร์	93
เซอกิจเบรกเกอร์	350
แมกเนติก	556
ไทม์เมอร์	2005
รีเรย์	360
เทอร์มินอล	55
สวิตช์ไฟ3ช่อง	135
สายไฟ	500
เทอร์โมสตัท	235
ปุ่มกดเปิด-ปิดการทำงาน	280
ปุ่มอีเมอร์เจนซี่	590
ไฟแสดงสถานะการใช้งานของเครื่อง	60
ตู้คอนโทรล	700

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 ต้นทุนการผลิต (Fixed Cost) (ต่อ)

ต้นทุนการผลิต	ราคา (บาท)
จิปาถะ	5,000
ค่าแรง	3,000
รวม	37,665

ตาราง ง.2 ต้นทุนขายทางการตลาด (Variable Cost)

ต้นทุนตัวแปร	ราคา (บาท)
การขนส่งและการเดินทาง	2,500
รับประกันความเสียหายเครื่องมือ	9,000
รวม	11,500

ดังนั้นต้นทุนการผลิตทั้งหมด (Total Cost) = 37,665 + 11,500 = 38,815 บาท
การตั้งราคาขาย = ต้นทุนการผลิตทั้งหมด + กำไรที่ต้องการ + ค่าจดสิทธิบัตร
ราคาขาย = 38,815 + 5,000 + 1,500 = 45,315 บาท
ดังนั้น ราคาขายที่ตั้งไว้คือ 50,000 บาท

การใช้พลังงาน

การสิ้นเปลืองไฟฟ้าจากการใช้เครื่อง อัตราค่าไฟฟ้าจะขึ้นอยู่ปริมาณการใช้ ถ้าหากใช้ปริมาณไฟฟ้าในแต่ ละเดือนไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.7171 บาท

ซึ่งเครื่องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนี้ ฮีตเตอร์ มีขนาด 1000 วัตต์ ซึ่งใช้ไฟ 1.00 หน่วยต่อชั่วโมง ดังนั้น การสิ้นเปลืองไฟฟ้า = 1.00 x 3.2484 = 3.7171 บาทต่อชั่วโมง
พัดลม มีขนาด 25 วัตต์ ซึ่งใช้ไฟฟ้า 1.00 หน่วยต่อชั่วโมง ดังนั้น การสิ้นเปลืองไฟฟ้า = 0.25 x 3.71171 = 0.9292 บาทต่อชั่งโมง
หลอดฮาโลเจน มีขนาด 1,500 วัตต์ ซึ่งใช้ไฟฟ้า 1.00 หน่วยต่อชั่วโมง ดังนั้น การสิ้นเปลืองไฟฟ้า = 1.50 x 3.7171 = 5.5756 บาทต่อชั่งโมง
มอเตอร์ไฟฟ้า มีขนาด ½ แรงม้า หรือ 373 วัตต์ ซึ่งใช้ไฟฟ้า 0.373 หน่วยต่อชั่วโมง ดังนั้น การสิ้นเปลืองไฟฟ้า = 0.373 x 3.7171 = 1.4087 บาทต่อชั่งโมง การสิ้นเปลืองไฟฟ้าทั้งหมด = 3.7171 + 0.9292 + 5.5756 + 1.4087 = 11.63 บาทต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายคุณายุทธ นึกได้
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 15 มิถุนายน 2543
ภูมิลำเนา	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ที่อยู่	76 หมู่ 10 ตำบลทุ่งสง อำเภอนาบอน จังหวัดนครศรีธรรมราช 80220

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) โรงเรียนนาบอน
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ในส่วนงานฝ่ายเครื่องกล แขวงโรงงานรถไฟทุ่งสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นาพุฒิเมธ คำนวน
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 22 ธันวาคม 2543
ภูมิลำเนา	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	111/684 ถนน ช่างประชาอุทิศ27 แยก4-7แขวงดอนเมืองเขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร 10210

ประวิติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) โรงเรียนทหารอากาศบำรุง
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ในส่วนงานวิศวกรรมแผนกวิศวโครงการ บริษัทชุมพรอุตสาหกรรรมน้ำมันปาล์มจำกัด(มหาชน) ปี 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นาย อมฤต คงจันทร์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 22 มกราคม 2544
ภูมิลำเนา	จังหวัด สงขลา
ที่อยู่	88 / 1 ม.2 ต.ปากแตระ อ.ระโนด จ.สงขลา 90140

ประวิติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ในส่วนงานเครื่องกลในส่วนการควบคุมและดูแลเครื่องจักร บริษัท โอกาโมโต้ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้