

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

##### 3.1.1 เครื่องมือติดตั้ง และเครื่องมือวัดชุดรังสีอินฟราเรด

- 3.1.1.1 ตลับเมตร (Measuring Tape)
- 3.1.1.2 สว่านไฟฟ้า (Electric Drill)
- 3.1.1.3 ดอกสว่าน (Drill bit)
- 3.1.1.4 ไขควง (Screwdriver)
- 3.1.1.5 คีมย้ำรีเวท (Hand Riveter)
- 3.1.1.6 ลูกยิงรีเวท (The Riveting)
- 3.1.1.7 คีมตัดสายไฟ (Hand Cable Cutter)
- 3.1.1.8 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
- 3.1.1.9 วัดตัมมิเตอร์ Chauvin arnoux รุ่น F09 ประเทศฝรั่งเศส

##### 3.1.2 อุปกรณ์ติดตั้งชุดรังสีอินฟราเรด

- 3.1.2.1 เครื่องอบแห้งแบบลมร้อนแก๊สอัตโนมัติขนาด 12 ถาด (ภาคผนวก ก.)
- 3.1.2.2 ฮีตเตอร์อินฟราเรด รุ่น HRA 17X600/220 V 1,000 W
- 3.1.2.3 สายไฟทนความร้อน ขนาด 8 sq.mm
- 3.1.2.4 สายไฟ VCT ขนาด 4\*6 sq.mm
- 3.1.2.5 ปลอกสายทนความร้อน
- 3.1.2.6 เบรกเกอร์ 3 เฟส ขนาด 32 A
- 3.1.2.7 แมกเนติก 3 เฟส ขนาด 40 A
- 3.1.2.8 แผ่นอะลูมิเนียมรัดท่อ

##### 3.1.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

- 3.1.3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ดำเนินการเก็บข้อมูลแล้วนำค่าที่ได้ไปหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติ โดยวิธี Duncan' New Multiple Range Test (DMRT)

##### 3.1.4 ความพร้อมของพื้นที่การทำวิจัย

3.1.4.1 มีการรวมกลุ่มการจัดตั้งกลุ่มหอยนางรมครบวงจรคุ้มกระเบน ตำบล คลองขุด อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรีที่เข้มแข็ง และมีความพร้อมต่อการดำเนินงาน

3.1.4.2 มีเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนชนิดถาด จำนวน 12 ถาด พร้อมต่อการติดตั้งระบบกำเนิดความร้อนด้วยอินฟราเรด

### 3.2 วิธีดำเนินการจัดทำวิจัย

งานวิจัยการศึกษาและพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนด้วยรังสีอินฟราเรด มีวิธีการดำเนินการวิจัย 5 ส่วน ดังนี้

#### ส่วนที่ 1 ศึกษาความรู้ความเข้าใจระบบการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน

ทำการศึกษาลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ชนิด 12 ถาด โดยมีขนาดกว้าง 80 เซนติเมตร ยาว 85 เซนติเมตร และสูง 190 เซนติเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้านำพากระแสลมจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน และใช้แหล่งกำเนิดความร้อนจากพลังแก๊ส หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ชนิดแก๊สอัตโนมัติ 12 ถาด เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน โครงสร้างทำด้วยสแตนเลสเกรด AISI304 หนา 1.2 มิลลิเมตร ขนาดภายในกว้าง 55 เซนติเมตร ลึก 73 เซนติเมตร สูง 130 เซนติเมตร ภาพประกอบ 16 เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ใช้มอเตอร์ 329 วัตต์ นำพาความร้อนที่มาจากหัวเตาแก๊สแบบอินฟราเรด (Infrared Gas Burner) ขนาดรวม 16,000 บีทียู/ชั่วโมง (1) เป็นแหล่งให้ความร้อน หมุนเวียนอากาศด้วยพัดลมดูดลมให้ไหลเวียนจากด้านล่างแล้วกระจายลมร้อนออกทางด้านข้าง โดยผ่านรูที่ผนังเครื่อง ผนังและประตูเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนมีฉนวนกันความร้อนใยหิน (Rock Wool) บุด้วยความหนาขนาด 2 นิ้ว (2) และสามารถเคลื่อนที่โดยล้อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว เพื่อใช้สำหรับเคลื่อนย้ายเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน



ภาพประกอบ 16 รายละเอียดเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน

ภายในห้องอบมีชั้นสำหรับวางภาชนะอบได้ 12 ชั้น (3) โดยแต่ละชั้นสูงห่างกัน 10 เซนติเมตร สำหรับวางภาชนะอบขนาดกว้าง 53 เซนติเมตร ยาว 72 เซนติเมตร และสูง 3 เซนติเมตร ความชื้นภายในห้องอบจะระบายออกสู่ภายนอกที่ช่องระบายความชื้นที่ด้านบน (4) ด้วยความเร็วลมที่อ่านได้จากเครื่องวัดความเร็วลม Kimco รุ่น VT100 โดยเฉลี่ย 6.52 เมตรต่อวินาที ส่วนความเร็วลมที่ใช้อบโดยเฉลี่ยมีความค่าเท่ากับ 0.28 เมตรต่อวินาที (ศรายุทธ์ และคณะ, 2556) ควบคุมอุณหภูมิภายในเครื่องอบด้วยตู้ควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ ที่สามารถควบคุมได้ทั้งอุณหภูมิภายในเครื่องอบ และปริมาณแก๊สที่ใช้ด้วยโซลินอยด์วาล์ว (5) โดยสามารถตั้งเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบตั้งแต่ 0 ถึง 250 องศาเซลเซียส ทำให้อุณหภูมิคงที่ และสม่ำเสมอ บอกระดับอุณหภูมิด้วยมาตรวัดอุณหภูมิตั้งแต่ 0 ถึง 300 องศาเซลเซียส (6) รายละเอียดดังภาคผนวก ก.

การใช้งานเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

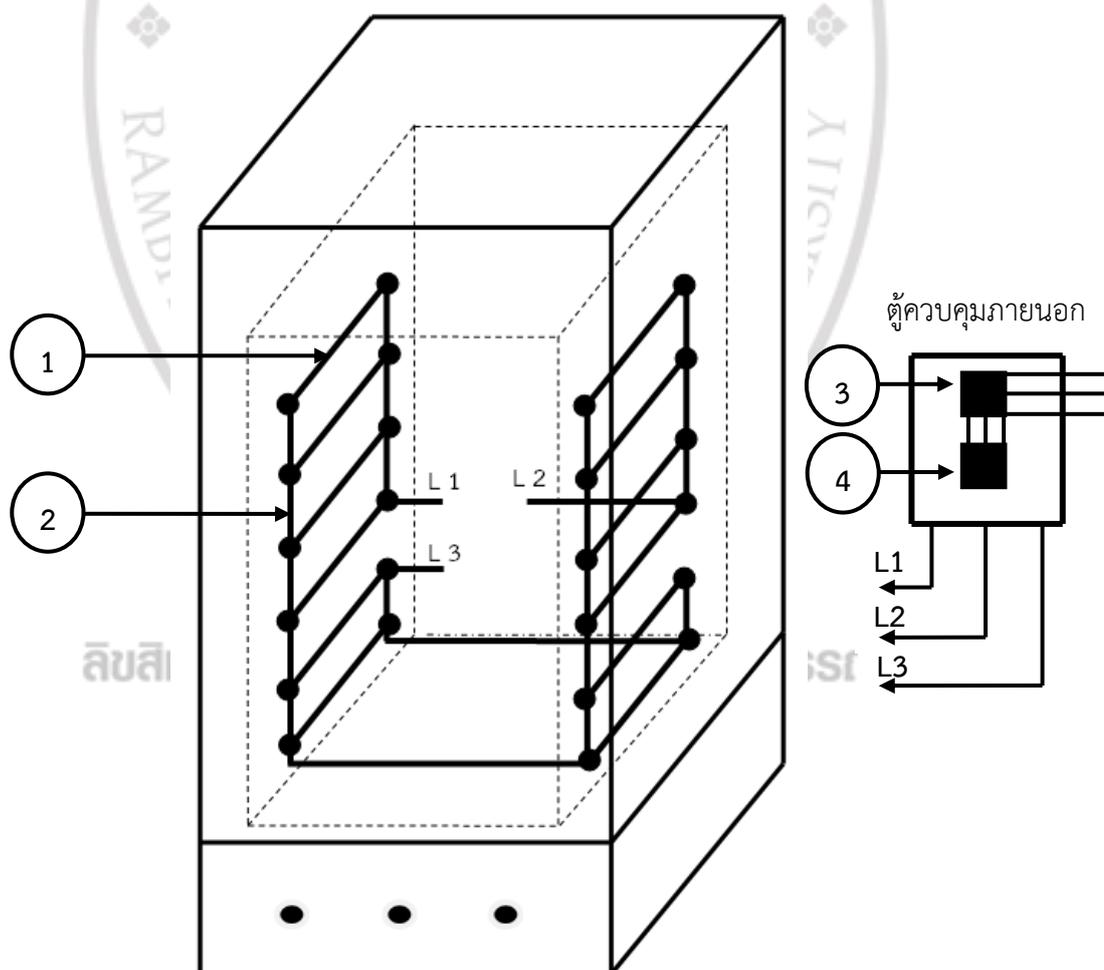
ขั้นตอนก่อนใช้งานเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน พบว่า ก่อนนำวัตถุดิบเข้าเครื่องอบแห้งแบบ ลมร้อนนั้น ควรเตรียมวัตถุดิบก่อนทำแห้งให้บางก่อนที่จะทำแห้ง เพื่อให้ความชื้นที่อยู่ในวัตถุดิบสามารถระเหยออกไปได้อย่างรวดเร็ว และสม่ำเสมอจนตลอดการทำแห้ง ในขั้นตอนการวางวัตถุดิบควรวางวัตถุดิบเฉลี่ยไปทั่วทุกพื้นที่บนภาชนะอบ และควรคลี่วัตถุดิบที่ติดกันก่อนที่จะทำแห้ง

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน พบว่า หลังจากนำวัตถุที่ต้องการทำแห้งวางลงบนภาชนะอบเรียบร้อยแล้ว ทำการต่อถังแก๊สสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ที่หัวเตาแก๊สชนิดอินฟราเรด และต่อระบบไฟฟ้าชนิด 1 เฟส เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตู้ควบคุม ทำการเปิดถังแก๊สเพื่อจุดไฟ โดยเปิดวาล์วแก๊สทั้ง 3 หัวที่เครื่องอบแห้งแบบลมร้อนพร้อมกัน หลังจากนั้นจุดไฟที่หัวล่อเพื่อให้เกิดเปลวไฟ แล้วนำไปจุดที่หัวเตาแก๊สแบบอินฟราเรด ไฟจะค่อย ๆ ติดขึ้นมาจนมีแสงเป็นสีแดงทำการเปิดสวิทช์ที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ และการทำงานของเครื่องไปที่เปิด “On” ทำการตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการตรงแป้นพิมพ์ และตั้งเวลาที่ใช้ในการทำแห้งตามที่ต้องการ หลังจากนั้นให้กดปุ่มสตาร์ท “Start” พัดลมจะเริ่มหมุนเพื่อนำมาพาลมร้อนจากด้านล่างไปยังรูด้านข้างของเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน หลังจากนั้นเครื่องจะทำการอบตามอุณหภูมิและเวลาที่ได้ตั้งค่าเอาไว้ เมื่อครบกำหนดเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนจะส่งเสียงร้อง “Buzzer” เพื่อแจ้งให้ทราบ แล้วทำการหยุดการทำงานของเครื่องอบโดยอัตโนมัติ หลังจากนั้นจึงนำวัตถุดิบที่ได้ทำแห้งไปเก็บรักษา เพื่อไม่ให้ความชื้นที่อยู่ในบรรยากาศกลับเข้าไปยังวัตถุดิบที่ทำการอบ

ขั้นตอนหลังใช้งานเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน พบว่า เมื่อนำวัตถุดิบที่ใช้ทำแห้งออกจากเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนทั้งหมดแล้ว ควรทำความสะอาดเครื่องโดยการนำเศษวัตถุดิบที่ตกหล่นออก ทำความสะอาดด้วยผ้าสะอาด และล้างด้วยผ้าชุบน้ำหมาด ๆ เช็ดตามซอกและบานพับทั้งภายในและภายนอกเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ปล่อยให้แห้งสนิท เพื่อป้องกันไม่ให้แมลง หนู และการสะสมของเชื้อโรคเกิดขึ้นกับเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน

## ส่วนที่ 2 ศึกษาออกแบบพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนโดยใช้แหล่งกำเนิดความร้อนชนิดฮีตเตอร์อินฟราเรด

ออกแบบพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนขนาดภายในกว้าง 55 เซนติเมตร ลึก 73 เซนติเมตร สูง 130 เซนติเมตร โดยใช้แหล่งกำเนิดความร้อนชนิดอินฟราเรด ใช้ฮีตเตอร์อินฟราเรดชนิดแท่งรุ่น HRA 17X600/220 โวลต์ 1,000 วัตต์ วางตามแนวนอนจำนวน 12 แท่ง (1) วางสลับซ้าย ขวาของเครื่องเพื่อให้เกิดการกระจายความร้อนที่ดีภายในเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน อีกทั้งวัสดุที่เป็นผนังเครื่องยังเป็นสแตนเลส ทำให้ช่วยให้เกิดการสะท้อนคลื่นรังสีอินฟราเรดเป็นอย่างดี รวมจำนวนวัตต์เท่ากับ 12,000 วัตต์ (ภาคผนวก ข) ขนาดของฮีตเตอร์มีความยาวรวมต่อแท่ง 720 มิลลิเมตร ดังภาพประกอบ 17 ติดตั้งโดยการยึดด้วยลูกยิงรีเวท แล้วใช้เข็มกลัดอะลูมิเนียมยึดตรงหัวหลอดทั้ง 2 ข้าง เพื่อประกอบไม่ให้เกิดการเลื้อนหล่นได้ ที่ปลายหัวหลอดเชื่อมต่อสายไฟชนิดทนความร้อน (2) ขนาด 8 ตารางมิลลิเมตร (sq.mm) ต่อวงจรไฟฟ้าชนิด 3 เฟส แบบสตาร์ (Star connection) โดยแบ่งการเชื่อมต่อแท่งฮีตเตอร์อินฟราเรดเป็น 4 แท่ง ต่อ 1 เฟส รวม 3 เฟส เท่ากับ 12 แท่ง หลังจากนั้นต่อสายไฟในแต่ละเฟส (L1 L2 และ L3) ไปยังตู้ควบคุมวงจรที่อยู่ภายนอกโดยการเจาะช่องที่ด้านหลังเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน



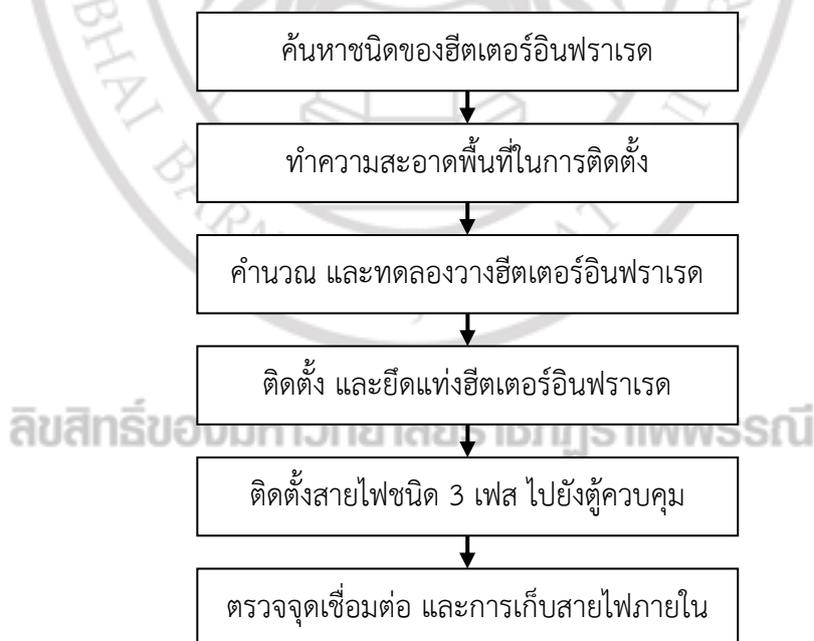
ภาพประกอบ 17 รายละเอียดการวางชุดฮีตเตอร์อินฟราเรดภายในเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน

ชุดควบคุมที่อยู่ภายนอกเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน (ภาคผนวก ค) จะทำการเชื่อมต่อบรรยากาศไฟฟ้าขนาด 3 เฟส เข้าแผงควบคุมระบบไฟฟ้าของตัวอาคาร ด้วยสายไฟฟ้าแบบ VCT ขนาด 4\*6 ตารางมิลลิเมตร (sq.mm) ภายในตู้ควบคุมจะมีเบรกเกอร์ชนิด 3 เฟส ขนาด 32 แอมแปร์ (3) ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่มาจากแผงควบคุมระบบไฟฟ้าของอาคาร ต่อผ่านแมคนตีกสวิตซ์ชนิด 3 เฟส ขนาด 40 แอมแปร์ (4) เพื่อทำหน้าที่ตัดต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายไปยังอุปกรณ์ฮีตเตอร์อินฟราเรด โดยจะตรวจสอบอุณหภูมิที่อยู่ภายในเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนผ่านเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งมีหัววัดอุณหภูมิ (Type K) ขนาดความยาว 3 เมตร ติดตั้งภายในห้องอบ เมื่ออุณหภูมิที่อยู่ภายในห้องอบต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนด แมคนตีกสวิตซ์จะทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าทันที แล้วจะกลับมาตัดอีกครั้งเมื่อได้อุณหภูมิตามที่ตั้งค่าเอาไว้

### ส่วนที่ 3 ติดตั้งระบบกำเนิดความร้อน และชุดควบคุม ทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน

3.1 ทดสอบสถานะเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนก่อนติดตั้งชุดฮีตเตอร์อินฟราเรด โดยทำการทดสอบอุณหภูมิลมร้อน และการกระจายความร้อนภายในเครื่องอบ ด้วยเครื่องมือวัด เวลา และปริมาณแก๊สที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส ณ ตำแหน่งกลางถาดอบที่ 1 6 และ 12 เนื่องจากเป็นจุดวัดที่สามารถแสดงการกระจายความร้อนภายในเครื่องอบ

3.2 ติดตั้งชุดกำเนิดความร้อนฮีตเตอร์อินฟราเรด พร้อมกับชุดควบคุมให้สามารถใช้งานได้ โดยให้สามารถใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟสของอาคารปฏิบัติงาน ตามขั้นตอนดังภาพประกอบ 18 (รายละเอียดดังภาคผนวก ง.)



ภาพประกอบ 18 ขั้นตอนการติดตั้งชุดฮีตเตอร์อินฟราเรด

3.3 ทดสอบสภาวะเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนหลังติดตั้งชุดฮีตเตอร์อินฟราเรด โดยทำการทดสอบอุณหภูมิลมร้อน และการกระจายความร้อนภายในเครื่องอบ ด้วยเครื่องมือวัด เวลา และ ปริมาณหน่วยมิเตอร์ที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส ณ ตำแหน่ง กลางถาดอบที่ 1 6 และ 12

#### ส่วนที่ 4 ประเมินผลประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน

เมื่อดำเนินการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนด้วยรังสีอินฟราเรดที่ได้พัฒนาแล้ว เพื่อให้การวิจัยมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงทำการวิเคราะห์ผลการวิจัยด้วยหลักทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเพิ่มอุณหภูมิเชิงความร้อน บันทึกผล ค่าเวลา ในแต่ละอุณหภูมิ โดยทำการเปรียบเทียบทั้งก่อน และหลังการพัฒนา นำข้อมูลที่มาเรียบเรียง ใช้ประกอบการประเมิน

#### 3.3 แผนดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	เดือน							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ศึกษาความรู้ความเข้าใจระบบการทำงาน ของเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน	↔							
ออกแบบพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน			↔					
ติดตั้งระบบกำเนิดความร้อน และชุดควบคุม					↔			
ประเมินผลประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน							↔	
รายงานผลและเผยแพร่ผลการวิจัย								↔

#### 3.4. สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

3.4.1 กลุ่มหอยนางรมครบวงจรคังกระเบน ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เลขที่ 5/2 ม.3 ถ.โครงการชลประทานน้ำเค็ม ต.คลองขุด อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี

3.4.2 เริ่มดำเนินการตั้งแต่ มีนาคม 2559 – พฤศจิกายน 2559