

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- 
1. แผนงานวิจัย แผนบูรณาการงานวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชสวนอุตสาหกรรม
  2. ชุดโครงการวิจัย -
  3. โครงการวิจัย วิจัยพัฒนาเครื่องตัดชิ้นรูปและเครื่องอบแห้งสำหรับกระบวนการผลิตชาฝรั่ง
    - กิจกรรม -
    - กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) -

ชื่อการทดลองที่ 2 (ภาษาไทย) วิจัยพัฒนาเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง

ชื่อการทดลองที่ 2 (ภาษาอังกฤษ) **Test and Development of Dryer Machine for black tea**

คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง นายเกรียงศักดิ์ นักผูก สังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่

ผู้ร่วมงาน

นายสถิตย์พงศ์ รัตนคำ	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
นายอภิวัฒน์ ปัญญาวงศ์	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
นายสมพล นิลเวศน์	สังกัด	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 1 จ.เชียงใหม่
นายอนันต์ ปัญญาเพิ่ม	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

### บทคัดย่อ

ได้ดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง เพื่อทดสอบ 2 แบบ คือ

1) เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) ห้องอบแห้ง โครงสร้างภายในเป็นเหล็กกล่อง ด้านนอกปิดด้วยแผ่นสังกะสี ผังด้านในเป็นเหล็กแผ่นไร้สนิม มีชั้นวางจำนวน 10 ชั้น ผลิตจากเหล็กแผ่นไร้สนิม 2) ชุดพัดลมใช้มอเตอร์ต้นกำลังไฟฟ้า 0.75 กิโลวัตต์ 3) ตู้ควบคุมการทำงานมีตัวปรับอุณหภูมิ 0-300°C. ได้ทดสอบการอบแห้งชาฝรั่ง โดยนำชาหมักได้สีน้ำตาลอมแดงแล้วมาเกลี่ยลงในถาดของเครื่องอบแห้งให้ได้ถาดละ 2 กก. ลำเลียงเข้าวางตามชั้นจนเต็ม ตัวตั้งอุณหภูมิอบไว้ที่ 100°C เปิดชุดพัด ใช้เวลาประมาณ 30 นาที แล้วปรับอุณหภูมิลดลงมาไว้ 90°C. ใช้เวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิลดลงมาไว้ 80°C. พบว่า ชาฝรั่งมีความชื้นเฉลี่ยก่อนอบแห้ง 70.84% สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิเฉลี่ย 21.14°C. และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.50% เวลาในการอบแห้ง 164 นาที และหลังอบแห้งมีความชื้นเฉลี่ย 13% ประสิทธิภาพเชิงความร้อน 27.1%

2) เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลม มีส่วนประกอบสำคัญ 5 ส่วน คือ 1) โครงสร้างส่วนฐาน 2) ชุดระบบส่งกำลังเพลลาไบกวาด 3) ถังอบแห้งแบบถังครึ่งวงกลม 4) ชุดพัดลมใช้มอเตอร์ต้นกำลัง 0.75 กิโลวัตต์ 5) ตู้ควบคุมการทำงานมีตัวปรับอุณหภูมิ 0-300°C. ได้ดำเนินการทดสอบ คือ เกลี่ยชาที่หมักแล้วลงในถังอบแห้ง 20 กก. ตั้งอุณหภูมิ 100°C. ใช้เวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิลดลงมาที่ 90°C. ใช้เวลาประมาณ 30 นาที ลมจากนั้นปรับอุณหภูมิลดลงมาไว้ 80°C พบว่า ชาฝรั่งมีความชื้นเฉลี่ยก่อนอบแห้ง 73.02% สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.14°C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 55.71% ใช้เวลาในการอบแห้ง 175 นาที และหลังอบแห้งมีความชื้นเฉลี่ย 13% ประสิทธิภาพเชิงความร้อน 22%

ผลผลิตผงชาฝรั่งที่ได้จากการอบแห้งทั้ง 2 เครื่อง มีสีชาออกน้ำตาลแดงเข้มพอกัน เมื่อชงชามีสีน้ำชาออกสีแดงหมากสุก

**คำสำคัญ(Keywords):** ชาฝรั่ง อบแห้งชาฝรั่ง เครื่องอบแห้งชาฝรั่ง

### Abstract

This experiment was conducted to construct the prototype 2 types for black tea dryers.

The first one was cubic cabinet dryer, consisted of 3 important components, 1) drying room covered with galvanized sheets, inner wall is stainless steel sheet with 10 trays 2) the fan set uses a motor with a power of 0.75 kilowatts with 3) temperature controller (0-300°C). The tea leaves was fermented until the color was reddish brown then spreading for drying 2 kilogram per tray. The dryer setting temperature at 100 °C and switch on the fan for 30 minutes then decrease temperature to 90 °C for 30 minutes and decrease temperature to 80 °C. The result found that before drying tea leaves contained 70.84% moisture at temperature of 21.1 °C and 84.5% relative humidity that after taked 164 minutes to dry the tea leaves contained 13% moisture.

The second dryer was consisted of 3 components 1) semicircle drying tank 2) temperature controller and 3) power transmission set using stirrer and fan of 0.75 kilowatts motor. The experiment was put 20 kilograms of fermented tea into drying tank. The dryer setting temperature at 100 °C and switch on the fan for 30 minutes then decrease temperature to 90 °C for 30 minutes and decrease temperature to 80 °C. The result found that before drying tea leaves contained 73.02% moisture at temperature of 27.1 °C and 55.7% relative humidity that after taked 175 minutes to dry the tea leaves contained 13% moisture.

The color of tea was dark reddish brown that after tea making the color was red liked ripe areca-nut.

**Keywords:** tea, tea Black, tea dryer

## คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกชาประมาณ 120,000 ไร่ จังหวัดเชียงรายเป็นแหล่งปลูกสำคัญอันดับหนึ่งของไทยสามารถผลิตชาได้ 80-90 % ของผลผลิตชาทั้งหมดภายในประเทศ มีการส่งออกมากที่สุดไปประเทศไต้หวัน 607,404 กิโลกรัม มีมูลค่าประมาณ 27 ล้านบาท และการส่งออกชาไทยคิดเป็น 0.002 % ของมูลค่าการส่งออกของชาโลก (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม , 2552) แม้ว่าประเทศไทยมีการส่งออกชา แต่ก็มี การนำเข้าผลิตภัณฑ์ชาจากต่างประเทศเป็นจำนวนมากทั้งที่มีการผลิตภายในประเทศเป็นจำนวนมาก เนื่องจากชาที่ผลิตได้ในประเทศยังมีคุณภาพไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งปัจจุบันยังขาดขบวนการและเครื่องจักรกลในการแปรรูปที่เหมาะสมกับการผลิตชาแต่ละชนิด ในการแปรรูปต้องใช้พันธุ์ชาที่เหมาะสม เช่น ชาอัสสัมเหมาะสำหรับแปรรูปเป็นชาฝรั่ง ส่วนชาในกลุ่มชาจีนหรือชาญี่ปุ่นเหมาะสำหรับการแปรรูปเป็นชาใบ (ชาจีนและชาเขียว) แต่ส่วนใหญ่เกษตรกรจะผลิตชาต่างๆจากชาพันธุ์พื้นเมือง (ชาลูกผสมระหว่างชาอัสสัมและชาจีน) ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ชาที่ได้มีคุณภาพต่ำ ราคาประมาณ 70-80 บาท/กิโลกรัม สมพล และคณะ 2558 ได้ทำการทดสอบใช้เครื่องมือเนื้อปรับแต่งให้สามารถตัดขึ้นรูปยอดชาที่ผ่านการหมักแล้ว และใช้เครื่องอบแห้งแบบหกเหลี่ยมของสถาบันเกษตรวิศวกรรมวิชาการเกษตร ในการอบแห้งแบบชั้นบาง เพื่อแปรรูปชาอัสสัมเป็นชาฝรั่งร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในพื้นที่จ.เชียงใหม่ พบว่า ทั้งสองเครื่องใช้งานได้แต่ยังมีข้อบกพร่อง คือ ชาที่ขึ้นรูปที่ได้ยังไม่สม่ำเสมอ และการอบแห้งยังใช้เวลานานเกินไป เกิดการฟุ้งกระจายของเศษชา แต่ก็สามารถทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีพอสมควรทำให้มีราคาเพิ่มขึ้นเป็น 600-800 บาท/กิโลกรัม หากเทียบกับราคาเดิมมูลค่าเพิ่มขึ้น 8-10 เท่า เนื่องจากขบวนการผลิตชาฝรั่ง

ยังใหม่สำหรับคนไทยและยังขาดเครื่องจักรกลที่ใช้ในการแปรรูปชาฝรั่ง หากนำเข้ามาจากต่างประเทศก็มีราคาสูงมาก ทั้งที่ชาฝรั่งเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่กำลังเป็นที่นิยมในประเทศไทย นอกจากการวิจัยทางด้านการปรับปรุงพันธ์แล้ว ปัญหาที่สำคัญมากสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกชา คือ เครื่องจักรกลสำหรับใช้แปรรูปเป็นชาทุกชนิดมีราคาแพง และเป็นสินค้านำเข้าจากต่างประเทศ ที่มีราคาสูงเกินกว่า เกษตรกรไม่สามารถซื้อเครื่องจักรกลนั้นได้ การที่จะทำให้เกิดการพัฒนาชาให้ดีขึ้นได้ต้องมีเครื่องจักรกลที่ดีสำหรับใช้ในการแปรรูปชาแต่ละชนิดอย่างเหมาะสมด้วย สำหรับการวิจัยพัฒนาเครื่องจักรกลที่ใช้ในการแปรรูปชาฝรั่งหรือทดสอบพัฒนาเครื่องจักรกลที่ใช้ในการแปรรูปชาฝรั่งที่นำเข้ามาจากต่างประเทศให้เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศ และสามารถผลิตเครื่องจักรกลแปรรูปในประเทศได้ จะทำให้เครื่องจักรกลมีราคาถูกลง ซึ่งในปัจจุบัน พบว่า การผลิตชาฝรั่งนั้น เครื่องจักรกลที่สำคัญในการผลิตนั้นคือเครื่องอบแห้งที่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ มีขนาดใหญ่ใช้ในโรงงานที่ผลิตชาฝรั่งขนาดใหญ่ที่ต้องลงทุนสูงมาก จากรายงานการศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตในจังหวัดเชียงราย พบว่า โรงงานผลิตชาหนึ่งโรงต้องใช้เงินทุนรวมทั้งสิ้นประมาณ 12.56 ล้านบาท เป็นค่าเครื่องจักรประมาณ 4.37 ล้านบาท (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม , 2552) ทำให้ผู้ประกอบการรายย่อยไม่สามารถซื้อเครื่องจักรกลแปรรูปมาดำเนินการแปรรูปเองได้ ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึงทดสอบพัฒนาเครื่องอบแห้งชาฝรั่งมีแนวคิดในการอบแห้ง 2 วิธี คือ การอบแห้งแบบชั้นบางและใช้ถังอบแห้งรูปครึ่งวงกลม เป่าลมจากด้านบนลงไปถึงอบแห้งภายในถังอบแห้งออกแบบให้มีเพลลาที่ติดกับใบกวาดที่ใช้ในการกวาดชา เพื่อให้ชาสัมผัสกับลมร้อนได้เต็มที่ และทำให้ชาไม่ติดกันเป็นก้อนด้วย เป็นเครื่องที่ผลิตได้ในประเทศทำให้มีราคาถูกกว่าของต่างประเทศเหมาะสมกับการผลิตของกลุ่มเกษตรกรหรือผู้ประกอบการรายย่อย ซึ่งส่งผลให้เกิดการกระตุ้นการพัฒนาการแปรรูปชาฝรั่งและผลิตภัณฑ์ชาของประเทศไทย ให้มีคุณภาพสูงขึ้นทำให้สามารถส่งผลิตภัณฑ์ชาของไทยออกไปยังต่างประเทศได้มากขึ้นในอนาคต

### วิธีดำเนินการ

#### อุปกรณ์

1. ตู้อบแห้งฮีเตอร์สำหรับอบตัวอย่าง
2. นาฬิกาจับเวลา
3. กล้องบันทึกภาพ
5. เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตุ้สึเหลี่ยม
6. เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลม
7. ยอดใบชาสดพันธุ์อัสสัม
8. ตาชั่งละเอียดขนาด 200 กรัม ตาชั่งขนาด 7 กก. และตาชั่งขนาด 50 กก.

#### วิธีการดำเนินการ

1. ตรวจสอบเอกสารข้อมูลของเครื่องอบแห้งชาฝรั่งที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อวิเคราะห์หลักการทำงาน และ ศึกษาการทำงานของเครื่องอบแห้งชาฝรั่งสำหรับแปรรูปชาฝรั่ง การอบแห้งเป็นกระบวนการลดความชื้น คือปริมาณน้ำที่มีอยู่ในผลผลิต มักนิยามของความชื้นมาตรฐานเปียก(Wet basis moisture content) คืออัตราส่วนของน้ำหนักน้ำต่อน้ำหนักมวลทั้งหมด

$$W_f = W_i \frac{(100 - M_i)}{(100 - M_f)} \quad (1)$$

2. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง โดยมีแนวคิด 2 วิธี คือ 1. การอบแห้งแบบชั้นบางในชั้นถาดอยู่ในตู้สี่เหลี่ยม 2 แบบถังอบแห้งรูปครึ่งวงกลม เป่าลมจากด้านบนลงไปที่ถังอบแห้งภายในถังอบแห้งออกแบบให้มีเพลลาที่ติดกับใบกรวดที่ใช้ในการกรวดชา เพื่อให้ชาสัมผัสกับลมร้อนได้เต็มที่ และทำให้ชาไม่ติดกันเป็นก้อนด้วย

3.1 ทดสอบเบื้องต้นสภาพการทำงานของต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยมเปล่า เพื่อดูสภาพการทำงานองทั่วไป ความสามารถสร้างอุณหภูมิภายในห้องอบแห้ง การกระจายลมในห้องอบแห้งมีความเร็วลมที่พ่นออกมาในแต่ละชั้นสม่ำเสมอดีเฉลี่ย และการทดสอบการอบแห้งชาฝรั่งในเบื้องต้นโดยเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม ข้อมูลที่เก็บมีความชื้นชาก่อนอบแห้ง และหลังอบแห้ง ลักษณะผลผลิตชา

3.2 ทดสอบเบื้องต้นสภาพการทำงานของต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลมเปล่า เพื่อดูสภาพการทำงานองทั่วไป และทดสอบปรับเปลี่ยนความเร็วลม โดยการเปลี่ยนพู่เลย์ ตัวขับและตัวตาม เพื่อหาความเร็วรอบของเพลลาพัดลมที่เหมาะสม มีดังนี้ 1. ทดสอบความเร็วรอบ 1208 รอบ/นาที 2. ทดสอบความเร็วรอบ 967 รอบ/นาที 3. ทดสอบความเร็วรอบ 846 รอบ/นาที และ 4. ทดสอบความเร็วรอบ 725 รอบ/นาที โดยวัดความเร็วลมที่ท่อทางลมเข้า 5 จุด มีปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา เลือกความเร็วลมหรือปริมาณลมที่ใช้ในการอบแห้งที่เหมาะสม โดยดูที่ไม่เกิดการฟุ้งกระจายของผงที่เป็นฝุ่นเมล็ดเล็กๆ ของชาหลุดออกมาที่ปล่องทางออกของเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งทำอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งได้ 100°C. และมีความสมบูรณ์ของการเผาไหม้

4. ดำเนินการทดสอบต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง หลังจากดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องและปรับแต่งต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง การทดสอบตัดแบบต่อเนื่องเพื่อดูสภาพการทำงานว่าสามารถทำงานได้ตามที่คาดหวังและทดสอบในการตัดขึ้นรูปยอดใบชาแปรรูปชาฝรั่งในเบื้องต้น เพื่อให้ได้เครื่องต้นแบบที่ทำงานได้ดีตามความต้องการ

5. ทดสอบการอบแห้งชาฝรั่งในเบื้องต้นและดำเนินการทดสอบต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง เพื่อการแปรรูปชาฝรั่ง เก็บข้อมูลความสามารถในการทำงานของต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่งทั้ง 2 แบบ โดยเริ่มการอบแห้งตั้งอุณหภูมิ 100°C. ใช้เวลา 30 นาที จากนั้นลดลงเป็น 90°C. ใช้เวลา 30 นาที และลดลงเป็น 80°C. อบต่อจนแห้ง เก็บข้อมูลลักษณะการลดลงของความชื้น และประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง คือ ปริมาณความร้อนที่ใช้ระเหยน้ำในชาหารด้วยปริมาณความร้อนที่ได้รับจากเชื้อเพลิง (สามารถและสัมพันธ์, 2547)

$$\eta_{th} = \frac{Q_d}{Q_f} \quad (2)$$

6.วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบและทำการสังเคราะห์ข้อมูลการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปและเขียนสรุปรายงานการวิจัยสิ้นสุด

### ผลการทดลองและวิจารณ์

เนื่องจากขบวนการผลิตชาฝรั่งยังใหม่สำหรับคนไทยและยังขาดเครื่องจักรกลที่ใช้ในการแปรรูปชาฝรั่ง หากนำเข้ามาจากต่างประเทศก็มีราคาสูงมากและเป็นเครื่องขนาดใหญ่ไม่เหมาะกับการผลิตในระดับกลุ่มเกษตรกร หรือผู้ประกอบการรายย่อย ลักษณะของเครื่องอบแห้งชาที่นำเข้ามาใช้ในโรงงานชา (ภาพที่ 2.1 ก และ ข) ประกอบด้วยสองส่วนหลัก คือ ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศกับก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ มีแบบหัวเผาแอลพีจี หรือ แบบหัวเผา น้ำมันดีเซล และอีกส่วน คือ โครงตู้อบเป็นแบบสายพานลำเลียงเข้าและออก สลับกันในแต่ละชั้นและชั้นสุดท้ายลำเลียงออก กระบวนการอบแห้งนี้เป็นการอบแห้งด้วยลมร้อนนั่นเอง สมพล และคณะ (2558) ได้ทำการทดสอบใช้เครื่องอบแห้งแบบทกเหลี่ยมของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการ เกษตร ในการอบแห้งแบบชั้นบาง เพื่อแปรรูปชาอัสสัมเป็นชาฝรั่งร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในพื้นที่ จ.เชียงใหม่ พบว่า เกิดการฟุ้งกระจายของเศษชา เนื่องจากมีชุดพัดลมแบบ 3 ใบ ลมไหลในแนวแกน ติดตั้งไว้ภายในตู้อบ เพื่อดูดลมร้อนจากห้องเผาไหม้และอัดลมร้อนเข้าไปยังชั้นถาดอบแห้งและหมุนเวียนลมร้อนภายในตัวตู้อบแห้ง



ก



ข



ค

ภาพที่ 2.1 ก. เครื่องอบแห้งในโรงงานผลิตชาฝรั่ง ข. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ค. หัวเผาให้ความร้อน

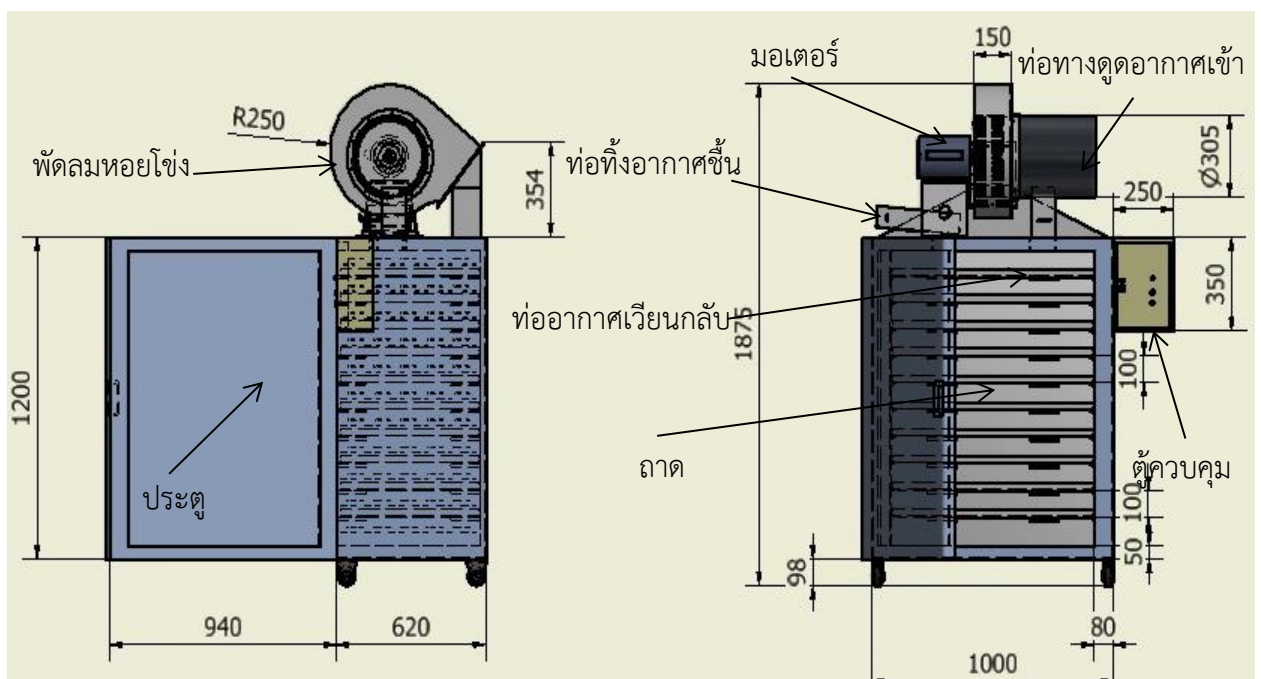
การอบแห้งมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อหยุดปฏิกิริยาเคมีขั้นสุดท้ายของสารประกอบต่างๆ ในใบชาโดยความร้อนในการอบแห้งและเป็นการไล่น้ำที่เหลือในใบชาออกจนแห้ง รอกการเก็บรักษา เมื่อพิจารณาในส่วนของการอบแห้ง คือ การนำเอาอากาศจากสภาวะแวดล้อม เข้ามาทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น ในกระบวนการนี้เป็นการเพิ่มอุณหภูมิ ลดความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นจำเพาะคงที่ และในขบวนการอบแห้งในทางทฤษฎีเป็นกระบวนการอะเดียเบติกค่าเอนโทรปีคงที่ เมื่อพิจารณาในส่วนของการอบแห้ง คือ ความต้องการระเหยน้ำออกจากวัสดุที่ต้องการอบแห้ง ซึ่งมีเงื่อนไขเบื้องต้น ชาฝรั่ง 20 กก. ความชื้นเริ่มต้น 70 % ความชื้นสุดท้าย 13 % ปริมาณน้ำที่

ต้องการระเหย 13.1 กก.ต้องใช้ปริมาณอากาศแห้ง 0.17 ลบม./วินาที ในเวลา 3 ชม. ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องอบแห้งสำหรับใช้ในการอบแห้งชาฝรั่ง 2 แบบ คือ

**1.เครื่องอบชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม** (ภาพที่ 2.2 ) โครงสร้างภายในเป็นเหล็กกล่อง ด้านนอกปิดด้วยแผ่นสังกะสีผนังด้านในเป็นเหล็กแผ่นไร้สนิม และทำที่วางชั้นไว้ จำนวน 10 ชั้น ถาดทำจากเหล็กแผ่นไร้สนิม ด้านบนติดตั้งชุดพัดลมดูดลมร้อนและอุปกรณ์หัวเผา โดยเครื่องอบแบบตู้สี่เหลี่ยมมีขนาดสำหรับลดความชื้นชาฝรั่ง มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

**1.1.ตู้อบแห้ง** (ภาพที่ 2.2 ) ตู้อบแห้งมีลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด (ก×ย) เท่ากับ 1000×1200 มม. มีความหนา 620 มม. ด้านบนของตู้มีช่องรับอากาศเข้าขนาด (ก×ย) เท่ากับ 150×180 มม. ช่องอากาศไหลเวียนกลับขนาดเท่ากับ 100×100 มม. (ก×ย) และช่องระบายอากาศเป็นท่อหน้าตัดสี่เหลี่ยม มีขนาดเท่ากับ 200×100 มม. (ก×ย) และท่อพันจากผนังด้านนอกยาว 400 มม. ทำมุมเอียงกับแนวระนาบ 20 องศา ภายในห้องอบแห้งผนังทั้งสองข้างมีช่องลมขนาดเล็กกรูสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด เท่ากับ 3×50 มม. (ก×ย) มีชั้นละ 11 ช่อง และมีชั้นวางถาดบรรจุใบชาทั้งหมด 10 ชั้น ถาดบรรจุมีขนาด (ก×ย×ส) เท่ากับ 580×840×30 มม. และมีประตู เปิด - ปิด ลักษณะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด (ก×ย) เท่ากับ 1000×1200 มม. ติดตั้งชุดตู้ควบคุมการทำงานของเครื่องอบแห้ง ที่ผนังนอกด้านข้างมุมบนขวามือ และผนังนอกด้านล่างเป็นฐานติดตั้งล้อไว้เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย

**1.2.ชุดพัดลม** (ภาพที่ 2.2 ) ท่อทางด้านเข้าของอากาศมีลักษณะเป็นท่อกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มม. ความยาว 500 มม. ที่ปลายทางเข้าของท่อมีหัวเผาไหม้แก๊สสูงตั้งติดอยู่เป็นตัวกำเนิดความร้อนให้กับอากาศ ก่อนไหลเข้าไปในชุดพัดลม ซึ่งเป็นพัดลมหอยโข่งลักษณะใบพัดโค้งหน้า ใช้มอเตอร์กำลังไฟฟ้า 0.75 กิโลวัตต์ 1440 รอบ/นาที ส่งกำลังไปยังใบพัด เพื่อส่งอากาศไหลผ่านไปยังท่อทางออกของพัดลมหอยโข่ง มีขนาด 150×180 มม. (ก×ย) ที่ปลายทางออกต่อเข้ากับท่อยาว 320 มม. มีลักษณะเป็นปากแตร มีทางออกเป็นสี่เหลี่ยมมีขนาด 116×950 มม. เพื่อต่อกับช่องอากาศด้านบนของตู้อบที่มีช่องขนาด 116×950 มม. และที่ด้านล่างของท่ออากาศเข้ามีช่องสำหรับต่อเข้ากับท่ออากาศร้อนไหลเวียนกลับที่ทะลุผ่านผนังตู้ด้านบนขึ้นมา มีขนาดช่องเท่ากับ 100×100 มม. (ก×ย) เพื่อนำอากาศร้อนบางส่วนกลับมาใช้ใหม่ได้

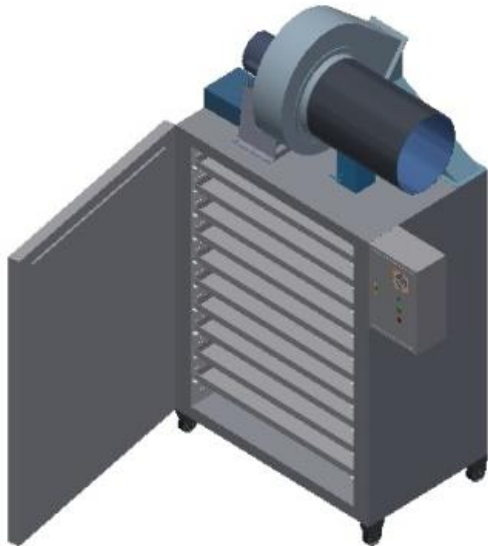




## ภาพที่ 2.2 เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม

**1.3.ตู้ควบคุม** ประกอบด้วย สวิตช์เปิด-ปิดไฟ ปุ่มสื่อดำบิดมาด้านซ้ายเปิดไฟเข้าชุดควบคุม บิดกลับในแนวตั้งตรง ปิดชุดควบคุม หน้าปัดปรับอุณหภูมิ 0-300°ซ. ด้านบนเป็นแถบแสดงสถานะอุณหภูมิ ที่ทำการส่งสัญญาณให้โซลินอยด์ตัดต่อการปล่อยแก๊สหยุดต้มไปยังหัวเผา กึ่งกลางมีสวิตช์สีเขียวและสีแดง เป็นสวิตช์เปิด-ปิด ชุดควบคุม อุณหภูมิ และสวิตช์เปิด-ปิด พัดลมดูดอากาศ

จากข้อมูลด้านบนได้กล่าวถึงรายละเอียดต่างๆ ของชิ้นส่วนที่สำคัญมาหมดแล้ว เมื่อนำชิ้นส่วนมาประกอบกันขึ้นเป็นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม (ภาพที่ 2.3 ก) และได้ดำเนินการสร้างชิ้นส่วนต่างๆเสร็จแล้ว นำมาประกอบกันขึ้นเป็นต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยมจนเสร็จตามภาพถ่าย (ภาพที่ 2.3 ข)



ก



ข

## ภาพที่ 2.3 ก แบบรายละเอียดเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม ข เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม

2.การทดสอบการทำงานเบื้องต้นของต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม สำหรับใช้ในการอบแห้งชาฝรั่งทั้ง 2 แบบ มีรายละเอียดในทดสอบการทำงานเบื้องต้น คือ

2.1.การทดสอบสภาพการทำงานต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยมเปล่า เพื่อดูสภาพการทำงานองทั่วไป พบว่า ระบบลมร้อนและระบบการทำงานของแก๊ส ทำงานได้ดีสามารถสร้างอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งได้สูงถึง 100°ซ เนื่องจากการอบแห้งชาฝรั่งต้องใช้อุณหภูมิในช่วงเริ่มต้นอบแห้ง 90°ซ การกระจายลมในห้องอบแห้งมีความเร็วลมที่พ่นออกมาในแต่ละชั้นสม่ำเสมอเฉลี่ย  $4.35 \pm 0.52$  ม./วินาที (ตารางที่ 2.1)

2.2.ทดสอบการอบแห้งชาฝรั่งในเบื้องต้นโดยเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม ชั้นแรกทำการเก็บยอดใบชามาผึ่งในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18 ชม. (ภาพที่ 2.4ก) ต่อด้วยการนวดด้วยเครื่องนวดทรงกระบอก 20

นาที่ (ภาพที่ 2.4ข) ทำการตัดขึ้นรูปด้วยเครื่องตัดขึ้นรูปชาฝรั่ง (ภาพที่ 2.4ค) แล้วทำการผึ่งหมักไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 50 นาที (ภาพที่ 2.4ง) และมีขั้นตอนในการเตรียมเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม คือ เริ่มจากจุดหัวล่อตั้งอุณหภูมิที่ตู้ควบคุม 100°ซ เมื่อเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยมทำงานได้ประมาณ 10 นาที (ภาพที่ 2.5ก) ให้ลดอุณหภูมิลงจนหัวเผาดับ นำถาดที่บรรจุยอดใบชาที่ต้องการอบแห้งเข้าวางที่ชั้นวางถาดในเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยมจำนวน 5 ถาด โดยใช้ยอดใบชาสด 5 กก. แบ่งออกใส่ในถาดเท่ากันและเกลี่ยให้กระจายออกทั่วทั้งถาด (ภาพที่ 2.5ข) ในช่วงเริ่มการอบแห้ง 30 นาที ตั้งอุณหภูมิ 100°ซ (ภาพที่ 2.5ค) จากนั้นลดลงเป็น 80°ซ อบต่อจนแห้ง ใช้เวลา 75 นาที ความชื้นซาก่อนอบแห้งมีความชื้น 72.6% และหลังอบแห้งมีความชื้นไม่เกิน 8.5% ผลผลิตชาที่ได้มีลักษณะสีน้ำตาลแดงเข้ม เมื่อชงชา มีสีน้ำชาออกน้ำตาลแดง ในเบื้องต้นสามารถใช้งานได้ดี ไม่พบปัญหาการฟุ้งกระจายในเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม

### ตารางที่ 2.1 การกระจายความเร็วลมในห้องอบแห้ง

ชั้นที่	ตำแหน่งผนังด้านขวา (ม./วินาที)			ตำแหน่งผนังด้านซ้าย (ม./วินาที)			ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	1	2	3	
1	4.66	4.06	4.16	4.37	4.11	4.37	4.29
2	4.69	4.55	4.73	4.52	4.37	4.46	4.55
3	4.62	4.34	4.73	4.35	4.42	4.59	4.51
4	4.44	4.12	4.24	4.46	4.21	4.68	4.36
5	4.59	4.02	4.17	3.95	4.39	4.17	4.22
6	3.85	4.06	4.04	3.84	4.07	4.08	3.99
7	4.12	4.16	3.78	3.94	4.21	3.91	4.02
8	4.14	4.16	3.97	4.08	3.94	4.09	4.06
9	3.65	3.48	3.95	4.12	4.03	3.86	3.85
10	5.65	5.76	5.85	5.10	5.72	6.02	5.68
ค่าเฉลี่ย							4.35
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน							0.52



ก



ข



ค



ง

ภาพที่ 2.4 ก ใบชาสด ข การนวดใบชาหลังการฝั่ง ค ทำการตัดขึ้นรูป ง การหมักชาที่ตัดขึ้นรูปแล้ว



ก

ข

ค

ภาพที่ 2.5 ก ทดสอบการอบแห้ง ข ผู้ควบคุมการทำงาน ค จำนวนชั้นที่ใช้อบแห้ง การทดสอบใช้เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยมในการแปรรูปชาฝรั่ง

1. เริ่มต้นจากการเก็บยอดชาอัสสัมในแปลงปลูกชา โดยเก็บยอดชา ที่ระดับ ยอดตูม กับ 2 - 3 ใบ ทำการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบข้อมูลในส่วนของคุณค่าความชื้นในยอดใบชาสด โดยเทียบจากยอดใบชา 100 กก. ให้เหลือ 70-73 กก. โดยการทดสอบใช้ยอดชาอัสสัม มีขั้นตอน คือ ใช้ปริมาณยอดใบชาสด 21 กก. (ภาพที่ 2.6ก) นำมาฝั่งลดความชื้นใช้เวลา 18 ชม. (ภาพที่ 2.6ข) เหลือน้ำหนักประมาณ 15 กก. จากนั้นทำการนวดด้วยเครื่องนวดทรงกระบอกใช้เวลาในการนวด 20 นาที (ภาพที่ 2.6ค) เมื่อครบเวลานำยอดใบชาออกจากเครื่องนวดทรงกระบอก (ภาพที่ 2.6ง) จากนั้นทำการตัดขึ้นรูป (ภาพที่ 2.6จ) แล้วนำชาที่ได้มาเกลี่ยให้มีชั้นหนาประมาณ 25-30 มม. และฝั่งในบรรยากาศซึ่งเป็นกระบวนการหมัก เพื่อให้เกิดสีน้ำตาลอมแดงในชั้นตอนนี้ใช้เวลาในการหมักใบชาที่ตัดขึ้นรูปแล้วประมาณ 50 นาที (ภาพที่ 2.6ฉ)



ก

ข

ค

ง



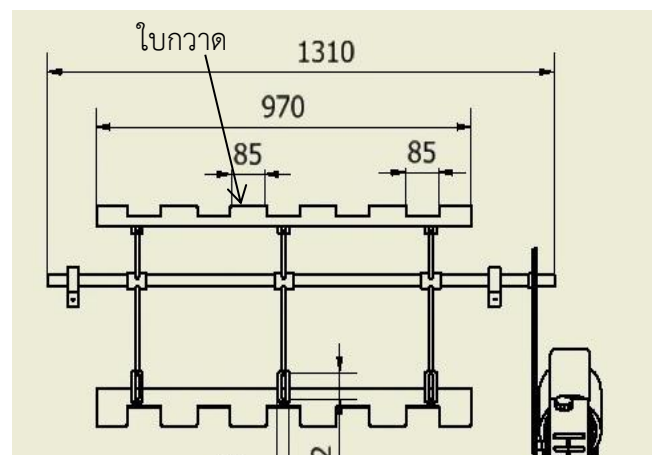
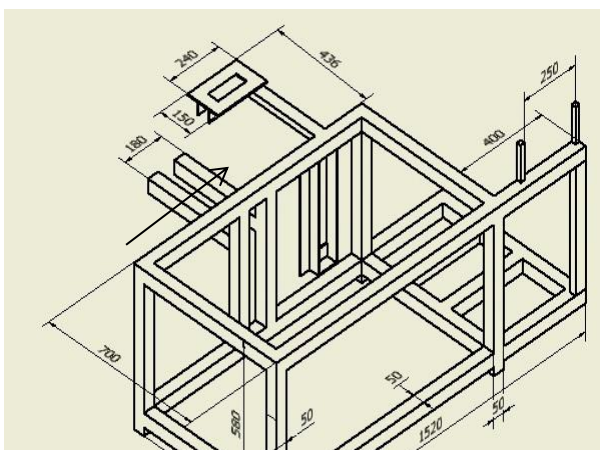


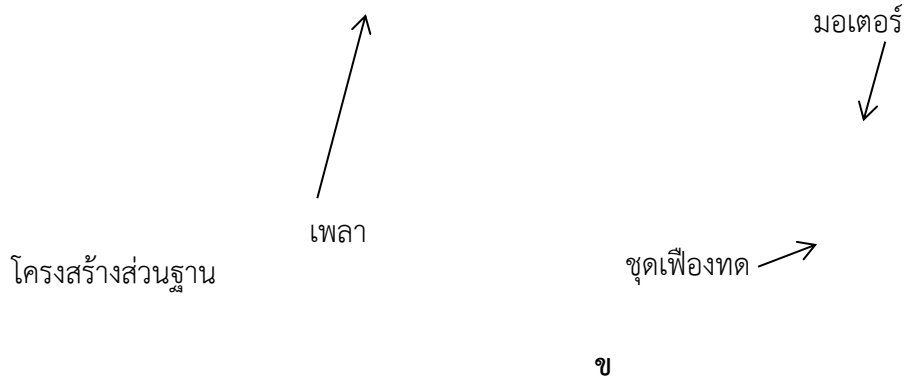
ภาพที่ 2.7 การลดความชื้นสัมพันธ์กับเวลาในการอบแห้งที่ปริมาณชาฝรั่งหลังตัดขึ้นรูป 10,15, 20 ก.ก./ครั้ง

2.เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลมสำหรับอบแห้งชาฝรั่ง มีส่วนประกอบสำคัญ คือ

1.1.โครงสร้างส่วนฐาน (ภาพที่ 2.8 ก) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเท่ากับ 700×1520×580 มม.(ก×ย×ส) ไว้เป็นตัวยึดตั้งสำหรับอบแห้งครึ่งวงกลม ด้านข้างส่วนบนเป็นฐานติดตั้งชุดควบคุมการทำงานของเครื่องและส่วนล่างเป็นฐานยึดชุดมอเตอร์ต้นกำลังและระบบส่งกำลังขับเคลื่อนเพลาคอน

1.2.ระบบส่งกำลังเพลาคอน (ภาพที่ 2.8 ข) มอเตอร์มีต้นกำลังไฟฟ้า 0.75 กิโลวัตต์ (1 แรงม้า) 1440 รอบ/นาที และเกียร์ทดขนาด 1:30 เพื่อลดความเร็วรอบการหมุนของใบคน ใช้โซ่ขนาดเบอร์ 40 และจานโซ่ขนาด 32,16 ฟัน



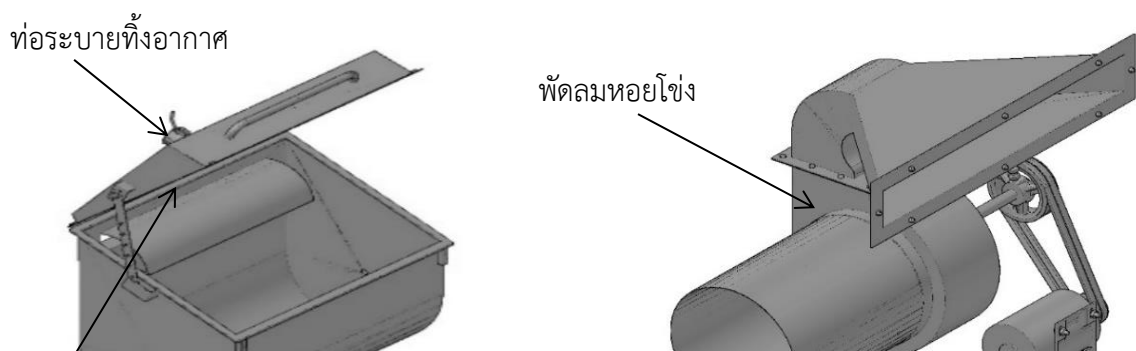


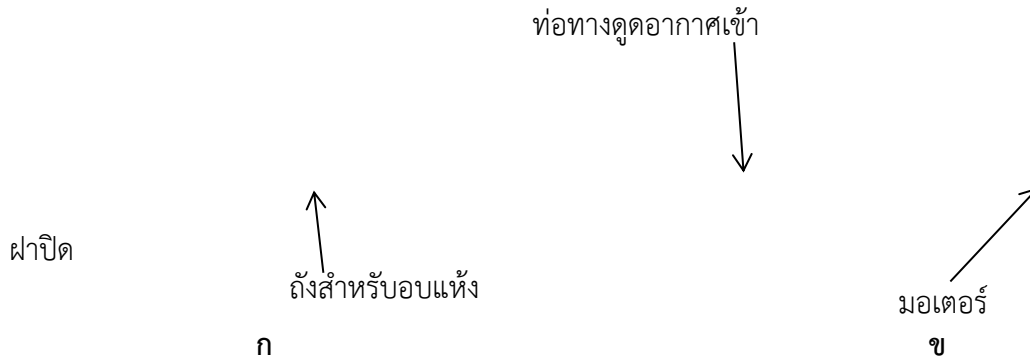
ภาพที่ 2.8 ก โครงสร้างส่วนฐาน ข ชุดเพลลานวดและระบบส่งกำลัง

**1.3. ถังอบแห้งแบบถังวงกลม** (ภาพที่ 2.9 ก) แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ 1) ส่วนล่างมีลักษณะเป็นถังวงกลมมีขนาดรัศมี 350 มม. ยาว 1000 มม. 2) ส่วนบนถังมองจากด้านบนมีลักษณะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด (ก×ย) เท่ากับ 700×1000 มม. ถ้ามองจากด้านข้างมีลักษณะรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ขอบปากถังอบแห้งมุมบนซ้ายเอียงลงมาถึงขอบปากถังอบแห้งมุมบนขวาวัดจากแนวระนาบเป็นมุม 70 องศา ด้านหลังของถังมีช่องขนาดเท่ากับ 150×800 มม. (ก×ย) เพื่อต่อเข้ากับปลายท่ออากาศร้อนที่ออกมาจากชุดพัดลมสำหรับไหลเข้าภายในถังอบแห้ง และบนสุดเป็นฝาปิดรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด 700×1000 มม. ถ้ามองจากด้านข้างจะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า ด้านบนฝามีท่อระบายทิ้งอากาศร้อน มีลักษณะเป็นท่อกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. และสูง 100 มม.

**1.4. ชุดพัดลม** (ภาพที่ 2.9ข) มีท่อทางดูดอากาศเข้าลักษณะเป็นท่อกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มม. ความยาว 500 มม. ที่ปลายทางเข้าของท่อมีหัวเผาไหม้แก๊สสูงตั้งติดอยู่เป็นตัวกำเนิดความร้อนให้กับอากาศ ก่อนไหลเข้าไปในชุดพัดลม ซึ่งเป็นพัดลมหอยโข่งลักษณะใบพัดโค้งหน้า ใช้มอเตอร์กำลังไฟฟ้า 0.75 กิโลวัตต์ (1 แรงม้า) 1410 รอบ/นาที ส่งกำลังไปยังใบพัด ใบพัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มม. เพื่อส่งอากาศไหลผ่านไปยังท่ออากาศที่มีลักษณะเป็นท่อโค้งมีขนาดมุมโค้ง 80 องศา ช่องอากาศที่ต่อออกจากพัดลมหอยโข่งกับท่ออากาศนี้มีขนาด (ก×ย) 140×140 มม. และปลายท่ออีกด้านที่ต่อเข้ากับช่องอากาศด้านหลังของถังอบแห้ง มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมปากแตรมีขนาด 150×800 มม.

**1.5. ตู้ควบคุมการทำงาน** ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ในการควบคุมต่างๆ คือ สวิตช์ หลอดไฟ เมกเนติก คอนแทคเตอร์ ชุดควบคุมอุณหภูมิ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ของชุดพัดลมกับชุดใบคน และปรับตั้งอุณหภูมิสั่งการทำงานของโซลินอยด์วาล์วเพื่อให้ควบคุมความร้อนของห้องอบแห้ง คือ ควบคุมการตัดต่อแก๊สแบ่งการทำงานหลักๆ ออกเป็นการทำงานของหัวเผาหรือหัวพ่นทำหน้าที่เป็นตัวทำความร้อนให้ตู้อบ การทำงาน คือ การควบคุมวาล์วเปิดปิดแก๊สสูงตั้ง เมื่อความร้อนภายในห้องอบแห้งได้อุณหภูมิที่ต้องการใช้ในการอบแห้ง และชุดหัวล่อ เป็นตัวจุดระบบการสันดาปของหัวพ่น





ภาพที่ 2.9 ก ถังอบแห้งแบบถังครึ่งวงกลม ข ชุดพัดลม

**ผลการทดสอบและพัฒนาต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลมสำหรับอบแห้งชาฝรั่ง**

1. การทดสอบสภาพการทำงาน เพื่อดูสภาพการทำงานทั่วไป พบว่า ระบบลมร้อนและระบบการทำงานของแก๊ส ทำงานได้ดี สามารถทำอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งได้สูงถึง 100°C. เนื่องจากการอบแห้งชาฝรั่งต้องใช้อุณหภูมิในช่วงเริ่มต้นอบแห้ง 90°C. ค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ปลายปล่องทางเข้าพัดลม  $8.33 \pm 0.55$  ม./วินาที (ตารางที่ 2.5) ในการทดสอบอบเบื้องต้นความเร็วลมยังไม่เหมาะสมในการใช้งาน เนื่องจากความเร็วลมสูงเกินไปทำให้ชาที่อบแห้งหลุดออกมาที่ปลายปล่องและรูดสวมเพลากวาด (ภาพที่ 2.9ก) จึงได้ดำเนินการปรับแต่งโครงสร้างชุดพัดลมและมอเตอร์ใหม่ให้มีความแข็งแรงมากขึ้น และสามารถทดสอบปรับเปลี่ยนความเร็วลมได้ โดยการเปลี่ยนพูลเลย์ ตัวขับและตัวตาม เพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสม ปรับโครงสร้างส่วนที่ยึดพัดให้แข็งแรงขึ้นเพื่อลดการสั่นที่ส่งผลให้เกิดเสียงดัง จากเดิมที่ความเร็วพัดลมเท่ากับความเร็วรอบของมอเตอร์ 1450 รอบ/นาที (ภาพที่ 2.9ข) โครงสร้างที่ปรับเปลี่ยน คือ เพลามอเตอร์เป็นต้นกำลังขับส่งกำลังด้วยสายพานไปยังเพลตาม ซึ่งเป็นเพลที่ขับเคลื่อนการหมุนของใบพัดลม (ภาพที่ 2.9ค)



ก

ข

ค

ภาพที่ 2.10 ก ชาที่อบแห้งหลุดออกมาที่ปลายปล่องและรูดสวมเพลากวาด ข ก่อนปรับแก้โครงสร้าง ค หลังปรับแก้โครงสร้างแล้ว

2.2. การทดสอบหาความเร็วลมที่เหมาะสม โดยวัดความเร็วลมที่ท่อทางลมเข้า 5 จุด (ภาพที่ 2.11ก) มีปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา เลือกความเร็วลมหรือปริมาณลมที่ใช้ในการอบแห้งที่เหมาะสม คือ ดูที่ไม่เกิดการฟุ้งกระจาย

จ่ายของผงที่เป็นฝุ่นเมล็ดเล็กๆ ของชาหลุดออกมาที่ปล่องทางออกของเครื่องอบแห้ง เครื่องอบแห้งทำอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งได้ 100 °ซ. และมีความสมบูรณ์ของการเผาแก๊สได้ดี

1.ทดสอบความเร็วรอบ 1208 รอบ/นาที ที่ปลายปล่องยังมีชิ้นชาที่แห้งแล้วเป็นเม็ดลอยติดออกมากับลมร้อนซึ่งเป็นจำนวนมาก และมีความสมบูรณ์ของการเผาแก๊สได้ดี

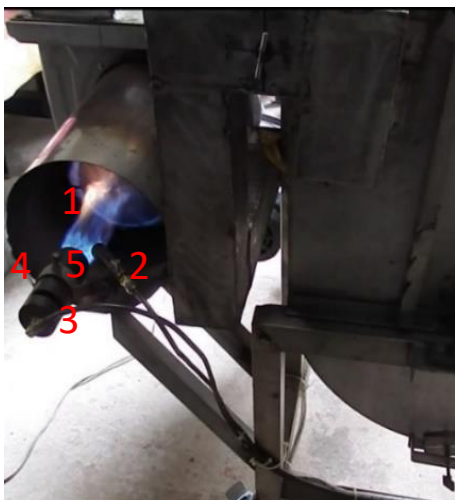
2.ทดสอบความเร็วรอบ 967 รอบ/นาที ที่ปลายปล่องยังมีชิ้นชาที่แห้งแล้วเป็นเม็ดลอยติดออกมากับลมร้อนซึ่งเป็นลดส่วนมากจะเป็นผงละอองฝุ่นและใยฟูๆของขนใบชาลอยติดออกมาที่ตรงฝาถังอบแห้งบริเวณรอบๆ ปล่อง และมีความสมบูรณ์ของการเผาแก๊สได้ดี

3.ทดสอบความเร็วรอบ 846 รอบ/นาที ปลายปล่องยังมีผงละอองฝุ่นและใยฟูๆของขนใบชาลอยติดออกมาและมีบางส่วนที่ตรงฝาถังอบแห้งบริเวณรอบๆ ปล่อง และมีความสมบูรณ์ของการเผาแก๊สได้ดี

4.ทดสอบความเร็วรอบ 725 รอบ/นาที ที่ปลายปล่องยังมีผงละอองฝุ่นและใยฟูๆของขนใบชาลอยติดออกมาและมีบางส่วนที่ตรงฝาถังอบแห้งบริเวณรอบๆ ปล่อง และการเผาแก๊สได้ไม่ดี คือ ลักษณะเปลวไม่ออกเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่าการสันดาปไม่สมบูรณ์ ก่อให้เกิดควันดำติดที่แผ่นกันไฟหน้าพัดลมจนเป็นสีดำเนื่องจากคลาบเขม่าจับ

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบเบื้องต้นในภาพรวมแล้ว จึงเลือกใช้ความเร็วรอบของพัดลม 846 รอบ/นาที เป็นรอบที่เหมาะสม เพราะภาพรวมการทำงานของเครื่องทำงานได้ดี (ตารางที่ 2.2) มีการสันดาปที่สมบูรณ์ ไม่เกิดเขม่าดำ การฟุ้งกระจายเกิดในระดับที่เป็นฝุ่นผงขนาดเล็กปะปนออกไปกับขนของใบชา

ในการอบแห้งชาฝรั่งโดยใช้ตู้อบแบบครึ่งวงกลมในเบื้องต้น (ภาพที่ 2.11ข) ใช้ใบชาสด 10 กก. ที่ทำการตัดชิ้นรูปแล้ว และผ่านกระบวนการผึ่งในอากาศแวดล้อมเป็นเวลา 50 นาที แล้วนำเข้าทำการอบแห้ง โดย 15 นาที ตั้งอุณหภูมิ 100°ซ. จากนั้นลดลงเป็น 90°ซ. ขณะโกยใบชาที่ตัดชิ้นรูปแล้วลงในถังอบแห้งต้องเปิดเพลลาที่คนภายในถังอบแห้งให้หมุนไปด้วย เมื่อโกยใบชาลงไปหมดแล้ว ทำการจุดหัวถ่อและเปิดชุดพัดลมทำงานระบบหัวเผา ก็จะเผาไหม้ให้ความร้อนเพื่อทำการอบแห้ง ใช้เวลาในการอบแห้ง 55 นาที อัตราการลดลงของความชื้นลดลงจาก 72.6% จนเหลือความชื้น 8.5% (ภาพที่ 2.11ค)



ก



ข



ค

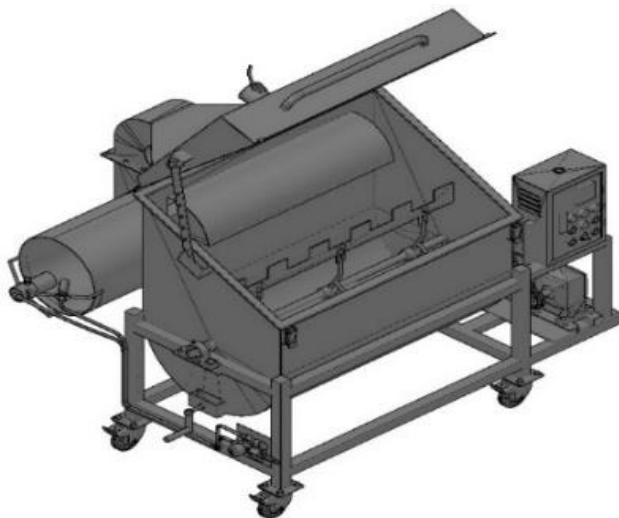


ภาพที่ 2.11 ก จุดที่วัดความเร็วลมและลักษณะเปลวไฟที่ทำให้ความร้อนขณะอบแห้ง ข ทดสอบอบแห้งชาฝรั่ง ค บนฝุ่นชนใบชาที่เกาะตามเครื่อง และล่างชาฝรั่งที่อบแห้งเสร็จแล้ว

ตารางที่ 2.2 ความเร็วลมที่เข้าปลายปล่องทางเข้าพัดลมที่ระดับความเร็วรอบพัดลมต่างกัน

ความเร็วรอบพัดลม (รอบ/นาที)	ความเร็วเฉลี่ยที่ทางเข้าพัดลม(ม/วินาที)	ปริมาณลม(ลบม./วินาที)
1450	8.33	0.55
1208	6.33	0.42
967	5.34	0.35
846	4.71	0.31
725	3.85	0.25

จากต้นแบบตัวแรก มีข้อบกพร่องที่ได้ดำเนินการแก้ไข คือ ความเร็วลมที่ใช้ในการอบแห้งสูงเกินไป ชาที่อบแห้งหลุดออกมาที่ปลายปล่องและรูสวมเพลากวาด โครงสร้างชุดพัดลมและมอเตอร์ไม่แข็งแรงพอ ทำให้เกิดการสั่นของโครงสร้างที่ส่งผลให้เกิดเสียงดัง และจากการทดสอบได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาต่างจนเครื่องอบแห้งสามารถทำการอบแห้งได้ตามเป้าหมาย และได้ออกแบบสร้างต้นแบบตัวใหม่ที่สมบูรณ์ขึ้น (ภาพที่ 2.12ก) เพื่อแก้ไขปรับปรุงต้นแบบให้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยได้ตัดชิ้นส่วนที่ไม่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานออก ต้นแบบตัวใหม่ได้ตัดระบบท่อลมเวียนกลับออก เนื่องจากมีฝุ่นผงที่ย้อนกลับมาพร้อมกับลมร้อนเกิดการสันดาปลูกใหม่ได้ง่ายที่ทางเข้าลมใหม่ที่มีเปลวไฟจากหัวเผา และเพลากวาดได้เปลี่ยนจากเพลาสีเหลี่ยมมาเป็นเพลากลมทั้งเส้น เพื่อความสะดวกในการติดตั้งและออกแบบให้ก้านแขนกวาดแข็งแรงขึ้น สำหรับโครงสร้างหลักและพัดลมก็ติดตั้งยึดแน่นแข็งแรงมากขึ้น จากข้อมูลด้านบนได้กล่าวมา เมื่อสร้างและนำชิ้นส่วนมาประกอบเข้ากันเป็นเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลมจนแล้วเสร็จตามแบบ (ภาพที่ 2.12ข)



ก

ข

ภาพที่ 2.12 ก แบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลม ข ภาพถ่ายเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลม

### การทดสอบใช้เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลมในการแปรรูปชาฝรั่ง

1. เริ่มต้นจากการเก็บใบชาอัสสัมในแปลงปลูกชา โดยเก็บใบชา ที่ระดับ ยอดตูม กับ 2-3 ใบ ทำการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจข้อมูลในส่วนของความชื้นในใบชาสด ผึ่งยอดใบชาประมาณ 18 ชม. โดยเทียบจากใบชา 100 กก. ให้เหลือ 70-73 กก. โดยการทดสอบใช้ใบชาอัสสัมมีขั้นตอน คือ ปริมาณใบชาสด 28 กก. นำมามาผึ่งลดความชื้นให้เหลือน้ำหนักประมาณ 20 กก. จากนั้นทำการนวดด้วยเครื่องนวดทรงกระบอกใช้เวลาในการนวด 20 นาที ต่อด้วยการตัดขึ้นรูปแล้วนำชาที่ได้มาเกลี่ยให้มีชั้นหนาประมาณ 25-30 มม. และผึ่งในบรรยากาศ ซึ่งเป็นกระบวนการหมัก เพื่อให้เกิดสีน้ำตาลอมแดงในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการหมักใบชาที่ตัดขึ้นรูปแล้วประมาณ 50 นาที (ภาพที่ 2.13ก,ข)

2. การทำงานของเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลมแปรรูปชาฝรั่ง การเตรียมความพร้อมก่อนการใช้งาน คือ ปิดประตูเครื่องอบแห้ง ปิดวาล์วที่ปล่อยทิ้งลมร้อน ต่อถังแก๊สหุงต้มเข้ากับสายต่อวาล์วแก๊สของเครื่องอบแห้ง เสียบปลั๊กสายและเปิดสวิทช์ไฟฟ้าที่ตู้ควบคุม เปิดวาล์วแก๊สหัวล่อจุดไฟหัวล่อ ปรับตัวตั้งอุณหภูมิขึ้นที่ 70°ซ. เปิดชุดพัดลม และเปิดชุดเพลลาใบกวาด ปล่อยให้เครื่องอบแห้งทำงาน เพื่อดูความสมบูรณ์ในการทำงาน ประมาณ 15 นาที ปรับตัวตั้งอุณหภูมิลงที่ 0°ซ. เปิดวาล์วที่ปล่อยทิ้งลมร้อน จากนั้นประมาณ 5 นาที ปิดชุดพัดลม และชุดเพลลาใบคน(ภาพที่ 2.13ค)

3. นำชาที่ผ่านการหมักที่ได้สีน้ำตาลอมแดงแล้วมาเตรียมเกลี่ยลงในถังอบแห้งของเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง ในการอบแห้งคิดเป็นยอดชาสดได้ครั้งละ 28 กก. มีขั้นตอนในการเตรียมตู้อบ เริ่มจากการจุดไฟที่หัวล่อ เปิดพัดลมตามด้วยระบบเพลลาใบกวาด เปิดประตูเครื่องอบแห้ง เปิดชุดเพลลาใบคนแล้วเกลี่ยชาลงในถังอบแห้งจนหมด ปิดเปิดประตูถังอบแห้ง ปรับตัวตั้งอุณหภูมิตู้อบไว้ที่ 100°ซ. เปิดชุดพัด ใช้เวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิลดลงมาไว้ 90°ซ. ใช้เวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิลดลงมาไว้ 80°ซ. ปล่อยให้เครื่องอบแห้งทำงานจนวัสดุที่อบแห้งตามต้องการใช้เวลาประมาณ 175 นาที และสีของน้ำชาเป็นสีแดงหมากสุก (ภาพที่ 2.12จ,ฉ)

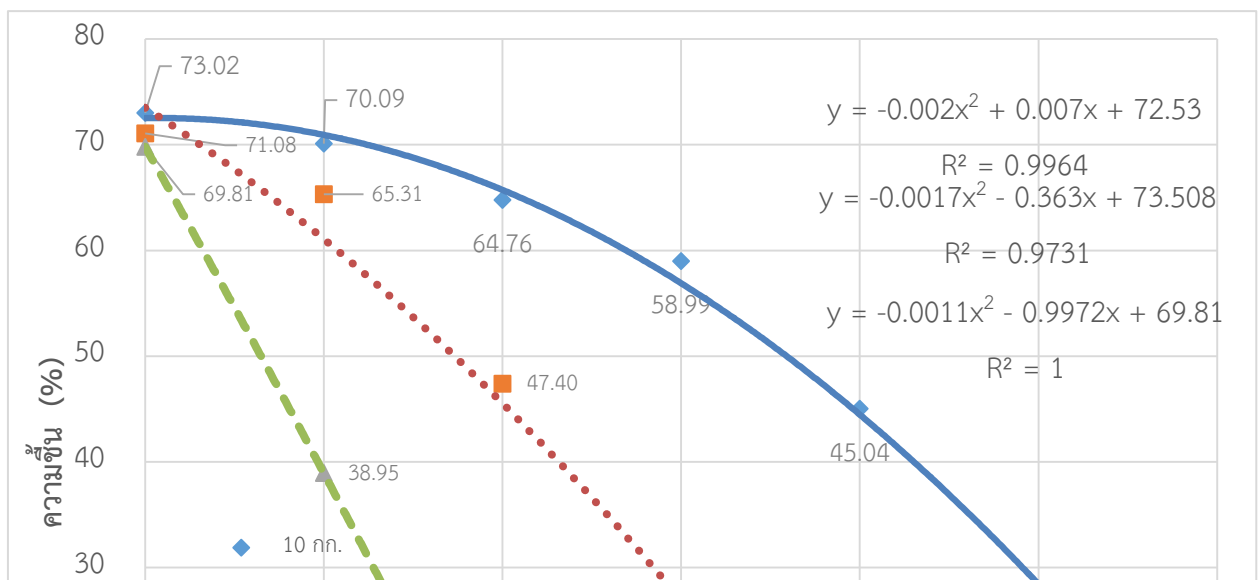




ภาพที่ 2.13 ก การตัดขึ้นรูปชาฝรั่ง ข กระบวนการหมักชาหลังตัดขึ้นรูป ค ชาที่หมักเสร็จแล้วนำมาเทลงในถังอบแห้ง ค ลักษณะยอดใบชาที่ทำการอบแห้งได้ 30 นาที ง ลักษณะยอดใบชาที่ทำการอบแห้งเสร็จแล้ว จ สีของน้ำชาที่ชง

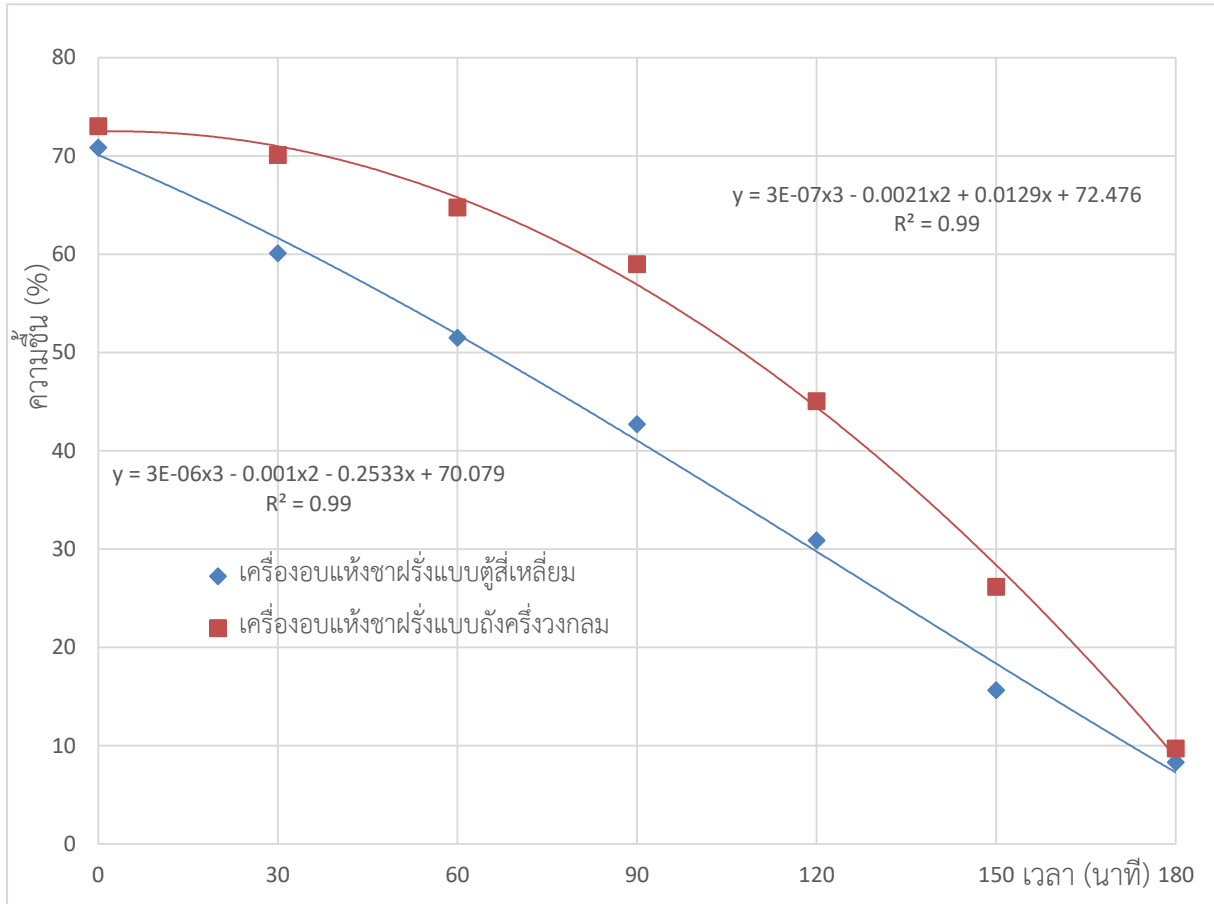
**ผลการทดสอบเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังวงกลมในการแปรรูปชาฝรั่ง**

ผลการทดสอบการอบแห้งชาฝรั่ง (ภาพที่ 2.14) พบว่า ปริมาณชาฝรั่งก่อนอบแห้ง 10 15 และ 20 กก./ครั้ง ความชื้นชาเฉลี่ยก่อนอบแห้ง 69.81, 71.08 73.02% ตามลำดับ ขณะทดสอบสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.14°C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 55.71% และหลังอบแห้งมีความชื้นเฉลี่ย 13% เมื่อพิจารณาลักษณะการลดลงของความชื้น ในช่วง 30 นาทีแรก ชาที่ใช้อบแห้ง 10 กก. มีลักษณะการลดลงของความชื้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเห็นได้จากความชันของเส้นกราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรง การลดลงของความชื้นสัมพันธ์กับปริมาณชาที่ใช้ในการอบแห้ง ปริมาณชาที่ตัดขึ้นรูปแล้ว 10 และ 15 กก. ใช้เวลาในการอบแห้ง 55 และ 110 นาที มีเส้นกราฟพรอตด้วยสมการโพลีโนเมียลแทบเป็นเส้นตรง ส่วนการอบแห้งปริมาณชาที่ตัดขึ้นรูปแล้ว 20 กก. ลักษณะเส้นแสดงให้เห็นว่าความชื้นค่อยลดลงช้าๆ มีลักษณะเป็นเส้นโค้งในช่วง 0-60 นาที และหลังช่วง 60 นาที เป็นช่วงที่มีการลดลงของความชื้นอย่างรวดเร็ว และความชื้นของชาที่ 13% เวลาที่ใช้ในการอบแห้งจากเส้นแนวโน้มคือ 175 นาที ความสามารถสูงสุดในการอบแห้งชาฝรั่งหลังตัดขึ้นรูป 20 กก./ครั้ง การอบแห้งใช้แก๊สสูงต้ม 2.6 กก./ครั้ง และประสิทธิภาพเชิงความร้อน 22.9% ผลผลิตผงชาฝรั่งที่ได้มีสีน้ำตาลออกน้ำตาลแดงเข้ม เมื่อชงชาที่มีสีน้ำตาลออกสีแดงหมากสุก



**ภาพที่ 2.14** การลดความชื้นสัมพันธ์กับเวลาในการอบแห้งที่ปริมาณชาฝรั่งหลังตัดขึ้นรูป 10,15, 20 ก.ก./ครั้ง  
**วิจารณ์ผลการทดลอง**

ผลการทดสอบการอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้อบลี้นและเครื่องอบแห้งแบบเครื่องวงกลม โดยปริมาณชาฝรั่งหลังตัดขึ้นรูป 10 15 และ 20 กก./ครั้ง ความชื้นชาเฉลี่ยก่อนอบแห้ง 69.56 - 73.02% และหลังอบแห้งมีความชื้นเฉลี่ย 13% พบว่า เมื่อพิจารณาการอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้อบลี้นลักษณะการลดลงของความชื้น มีลักษณะเป็นเส้นตรงและความชันของเส้นกราฟเส้นตรงแสดงถึงอัตราการลดลงของความชื้นที่สัมพันธ์กับปริมาณการอบแห้ง 10 15 และ 20 กก. ปริมาณชาที่ใช้อบแห้งที่น้อยกว่ามีอัตราการลดลงของความชื้นที่เร็วกว่า เมื่อพิจารณาเครื่องอบแห้งแบบเครื่องวงกลมการลดลงของความชื้นมีลักษณะเป็นเส้นตรงเช่นกัน มีเพียงกราฟการอบแห้งปริมาณชาที่ตัดขึ้นรูปแล้ว 20 กก.ที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งในช่วง 0 - 60 นาที แสดงให้เห็นว่าความชื้นค่อยลดลงช้าๆ และหลังช่วง 60 นาที เป็นช่วงที่เส้นกราฟเป็นเส้นตรงมีการลดลงของความชื้นอย่างรวดเร็ว แต่ที่ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งชาที่ตัดขึ้นรูปแล้วในปริมาณที่เท่ากันจะใช้เวลาในการอบแห้งพอๆกัน ไม่ว่าจะอบแห้งชาฝรั่งด้วยตู้อบลี้นหรือเครื่องอบแห้งแบบเครื่องวงกลม (ภาพที่ 2.16) หากมองในแง่ประสิทธิภาพเชิงความร้อน ตู้อบลี้นแบบตู้อบลี้นสูงกว่า แต่หากมองในแง่คุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องอบแห้งแบบเครื่องวงกลมให้สีหลังอบแห้งสม่ำเสมอดีกว่า เมื่อพิจารณาในสวนของกายภาพที่เกิดขึ้นในการอบแห้งจะเห็นว่าการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลี้น เป็นการอบแห้งโดยใส่วัสดุอบแห้งลงในถาดแล้วเกลี่ยให้เป็นชั้นบางเท่าๆกัน ทำให้ลักษณะการลดลงของความชื้นค่อยลดลงอย่างสม่ำเสมอมีเส้นแนวโน้มเป็นเส้นตรง ต่อเนื่องกัน ส่วนการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบเครื่องวงกลม ในช่วง 60 นาที ใบกวาดจะกวาดวัสดุอบแห้งให้เคลื่อนที่ขึ้นด้านบนแล้วตกลงที่ก้นถาดอบในช่วงที่มีความชื้นสูงนี้ ชาฝรั่งที่ใช้อบแห้งจะเกาะกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ทำให้พื้นที่สัมผัสกับอากาศร้อนน้อยเป็นผลให้การลดความชื้นลงได้น้อย เมื่อความชื้นลงจนชาฝรั่งที่ใช้อบแห้งไม่เกาะกันเป็นก้อนขนาดใหญ่อัตราการลดลงของความชื้นจะเพิ่มขึ้นในช่วง 60-90 นาที และเพิ่มมากขึ้นเมื่อชาฝรั่งที่อบแห้งแตกตัวกระจายเป็นผงมากขึ้นหลังจากช่วง 90 นาทีไป ดังจะเห็นได้จากลักษณะเส้นกราฟ (ภาพที่ 2.16)



ภาพที่ 2.15 การลดความชื้นสัมพันธ์กับเวลาในการอบแห้งที่ปริมาณชาฝรั่งหลังตัดชิ้นรูป 20 ก.ก./ครั้ง

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เครื่องอบแห้งชาฝรั่ง ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับอบแห้งชาฝรั่ง เพื่อทดสอบไว้ 2 แบบ คือ เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยมและเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลม

2.1) เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) ห้องอบแห้ง โครงสร้างภายในเป็นเหล็กกล่อง ด้านนอกปิดด้วยแผ่นสังกะสี ผนังด้านในเป็นเหล็กแผ่นไร้สนิม มีชั้นวางจำนวน 10 ชั้น ผลิตจากเหล็กแผ่นไร้สนิม 2) ชุดพัดลมใช้มอเตอร์ต้นกำลังไฟฟ้า 0.75 กิโลวัตต์ 3) ตู้ควบคุมการทำงานมีตัวปรับอุณหภูมิ 0-300°C. ได้ทดสอบการอบแห้งชาฝรั่ง โดยนำชาหมักได้สีน้ำตาลอมแดงแล้วมาเกลี่ยลงในถาดของเครื่องอบแห้งที่มีปริมาณการอบแห้ง 10 15 และ 20 กก. พบว่า อัตราการลดลงของความชื้นที่สัมพันธ์กับปริมาณการอบแห้ง 10 15 และ 20 กก. ปริมาณชาที่ใช้ออบแห้งที่น้อยกว่ามีอัตราการลดลงของความชื้นที่เร็วกว่า เส้นกราฟอัตราการลดลงของความชื้นเป็นเส้นตรง และใช้เวลาในการอบแห้ง 58, 112 และ 164 นาที ตามลำดับความสามารถสูงสุดในการอบแห้งชาฝรั่งหลังตัดชิ้นรูป 20 กก./ครั้ง การอบแห้งใช้แก๊สหุงต้ม 2.2 กก./ครั้ง และ

ประสิทธิภาพเชิงความร้อน 27.1% และหลังอบแห้งมีความชื้นเฉลี่ย 13% ผลผลิตผงชาฝรั่งที่ได้มีสีน้ำตาลออกน้ำตาลแดงเข้ม เมื่อชงชาที่มีสีน้ำตาลออกสีแดงหมากสุก

2.2) เครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลม มีส่วนประกอบสำคัญ 5 ส่วน คือ โครงสร้างส่วนฐาน, ชุดระบบส่งกำลังเพลลาใบกวาด, ถังอบแห้งแบบถังครึ่งวงกลม, ชุดพัดลมใช้มอเตอร์ต้นกำลัง 0.75 กิโลวัตต์, ตู้ควบคุมการทำงานมีตัวปรับอุณหภูมิ 0-300°C. ได้ดำเนินการทดสอบ คือ เกลี่ยชาที่หมักแล้วลงในถังอบแห้ง 20 กก. ตั้งอุณหภูมิ 100°C. ใช้เวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิลดลงมาที่ 90°C. ใช้เวลาประมาณ 30 นาที ลมจากนั้นปรับอุณหภูมิลดลงมาไว้ 80°C พบว่า ชาฝรั่งมีความชื้นขาเฉลี่ยก่อนอบแห้ง 73.02% สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.14°C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 55.71% การลดลงของความชื้นสัมพันธ์กับปริมาณชาที่ใช้ในการอบแห้ง ปริมาณชาที่ตัดขึ้นรูปแล้ว 10 และ 15 กก. ใช้เวลาในการอบแห้ง 55 และ 110 นาที มีเส้นกราฟพรอตด้วยสมการโพลีโนเมียลแทบเป็นเส้นตรง ส่วนการอบแห้งปริมาณชาที่ตัดขึ้นรูปแล้ว 20 กก. ลักษณะเส้นแสดงให้เห็นว่าความชื้นค่อยลดลงช้าๆ มีลักษณะเป็นเส้นโค้งในช่วง 0-60 นาที และหลังช่วง 60 นาที เป็นช่วงที่มีการลดลงของความชื้นอย่างรวดเร็ว และความชื้นของชาที่ 13% เวลาที่ใช้ในการอบแห้งจากเส้นแนวโน้มคือ 175 นาที ความสามารถสูงสุดในการอบแห้งชาฝรั่งหลังตัดขึ้นรูป 20 กก./ครั้ง การอบแห้งใช้แก๊สหุงต้ม 2.6 กก./ครั้ง และประสิทธิภาพเชิงความร้อน 22.9% ผลผลิตผงชาฝรั่งที่ได้มีสีน้ำตาลออกน้ำตาลแดงเข้ม เมื่อชงชาที่มีสีน้ำตาลออกสีแดงหมากสุก

### ข้อเสนอแนะ

สำหรับเกษตรกรหรือผู้ประกอบการแปรรูปชาฝรั่ง สามารถนำเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง 2 แบบ ไปใช้ใช้ในการแปรรูปชาฝรั่งได้ การเลือกว่าควรใช้เครื่องอบแห้งชาฝรั่ง แบบใดนั้น ควรพิจารณาว่าหากใช้ในการอบแห้งชาฝรั่งเท่านั้นควรเลือกเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบถังครึ่งวงกลม แต่หากต้องการใช้งานได้หลากหลายในการอบแห้งก็ควรเลือกเครื่องอบแห้งชาฝรั่งแบบตู้สี่เหลี่ยม ซึ่งการเลือกใช้ต้องที่ความสะดวกของเกษตรกรหรือผู้ประกอบการแปรรูปชา

ในส่วนของผู้ที่สนใจจะดำเนินการวิจัยพัฒนาต่อควรพิจารณาในส่วนของเทคนิคการใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งชาฝรั่งที่มีผลต่อความสัมพันธ์ของอัตราการอบแห้งและคุณภาพของสีผลิตภัณฑ์ชาที่ได้ หรือพัฒนาต่อให้เป็นระบบที่มีสมองกลฝังตัวในระบบควบคุมการทำงานเพื่อจะได้สอดคล้องกับนโยบาย 4.0

### คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยเกษตรเชียงใหม่ และทีมงานเจ้าหน้าที่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง รวมทั้งเก็บข้อมูลในการทดสอบการแปรรูปชาฝรั่ง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ที่ช่วยในการสร้างต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง รวมทั้งทำการเก็บข้อมูลการทดสอบจนแล้วเสร็จ นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะที่ปรึกษาโครงการอันประกอบด้วย นายอัคคพล เสนาณรงค์ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม นายสุภาวิชต์ เสงี่ยมพงศ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเกษตร สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ที่ช่วยให้คำแนะนำปรึกษาการออกแบบพัฒนาเครื่องมือและปรับปรุงเครื่องต้นแบบ จนได้ต้นแบบเครื่องอบแห้งชาฝรั่ง นับเป็นนวัตกรรมใหม่ของประเทศ และสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง

### เอกสารอ้างอิง

สมพล นิลเวศน์, ฉัตรตันทภา ช่มอาวุธ, เกரியงศักดิ์ นักผูก, จำรอง ดาวเรือง, สมคิด รัตนบุรี, อุทัย นพคุณวงศ์ อนันต์ ปัญญาเพิ่ม, ปิยนุช นาคะ, สุภัทรา เลิศวัฒนเกียรติ, นงคราญ โชติอ้อมอุดม, และเพ็ญจิตร จิตรจันทร์, 2558 เทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ชาเพื่อผลิตชาเขียวชนิดอบไอน้ำและชาฝรั่ง ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตร ปี 2557 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม 2552 ชา แหล่งที่มา [boc.dip.go.th/download/report3.pdf](http://boc.dip.go.th/download/report3.pdf) (14 พ.ค. 2558)

สัมพันธ์ ไชยเทพและสามารถ วาวิขจรเกียรติ, 2547 การวิเคราะห์การกระจายของอุณหภูมิและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องคั่วใบชาแบบต่อเนื่อง การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18 , 18-20 ตุลาคม 2547 จ.ขอนแก่น (5 หน้า)

### ผนวก

เมื่อพิจารณาในส่วนของกระบวนการอบแห้ง คือ ความต้องการระเหยน้ำออกจากวัสดุที่ต้องการอบแห้ง ซึ่งมีเงื่อนไขเบื้องต้น

ปริมาณซากก่อนอบแห้ง 20 kg

ความชื้นเริ่มต้น 70 %

ความชื้นสุดท้าย 13 %

$$\text{จาก} \quad W_f = W_i \frac{(100 - M_i)}{(100 - M_f)}$$

$$\text{แทนค่า} \quad W_f = 20 \frac{(100 - 70)}{(100 - 13)} = 6.9 \text{ kg}$$

ปริมาณน้ำที่ต้องการระเหย = 20 - 6.9 = 13.1 kg

สมบัติอากาศจากแผนภูมิไซโครเมตริก

อุณหภูมิที่ต้องใช้ออบแห้ง 90 °C

อุณหภูมิแวดล้อม 24 °C

ความชื้นสัมพัทธ์ 75 %

เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง 3 hr

อากาศ อุณหภูมิ 25 °C มีความชื้นสัมพัทธ์ 75% ผ่านกระบวนการทำร้อนจนอุณหภูมิ 90 °C

มีอัตราส่วนความชื้น 0.014 kg-H<sub>2</sub>O/kg-dry air

เมื่อผ่านกระบวนการอบแห้งอุณหภูมิเหลือ 78 °C

มีอัตราส่วนความชื้น 0.018 kg-H<sub>2</sub>O/kg-dry air

ปริมาณน้ำที่สามารถดึงออกมาได้ต่ออากาศแห้ง 1 kg คือ 0.018 - 0.014 = 0.004 kg/kg-dry air

ปริมาณน้ำ 13.1 kg จะต้องใช้ปริมาณอากาศแห้ง = 13.1 / 0.004 = 3275 kg-dry air

อากาศอุณหภูมิ 80 °C มีความหนาแน่นเท่ากับ 0.9994 kg/m<sup>3</sup>

ดังนั้นปริมาณอากาศแห้งที่ต้องใช้ = 3275 / 0.9994 = 3277.5 m<sup>3</sup>

เวลาที่ใช้อบแห้ง 3 ชั่วโมง ต้องใช้ปริมาณอากาศ = 3277.5 m<sup>3</sup> / h

$$= 3277.5 \text{ m}^3 / 3 \times 3600 \text{ s} = 0.30 \text{ m}^3/\text{s}$$

เมื่อพิจารณาในส่วนของประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง คือ ปริมาณความร้อนที่ใช้ระเหยน้ำในอาหารด้วยปริมาณความร้อนที่ได้รับจากเชื้อเพลิง โดยประมาณค่า  $h_{fg} = 2283.2 \text{ KJ/Kg}$  จากตารางสมบัติเทอร์โมไดนามิกส์ของไอน้ำ อุณหภูมิ 90 °C และค่าความร้อนของ LPG = 50220 KJ/Kg (ค่าพลังความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ แหล่งที่มา [www.thaigasifier.com](http://www.thaigasifier.com), 27 มค 2563)

$$\eta_{th} = \frac{Q_d}{Q_f}$$

ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการระเหยน้ำ = 13.1 × 2283.2 = 29909.92 KJ

ปริมาณความร้อนที่ได้รับจากเชื้อเพลิง = 2 × 50220 = 110440 KJ (เครื่องอบแห้งแบบสี่เหลี่ยม)



ปริมาณความร้อนที่ได้รับจากเชื้อเพลิง =  $2.6 \times 50220 = 130572$  KJ (เครื่องอบแห้งแบบครึ่งวงกลม)

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง =  $(29909.92/110484) \times 100 = 27.1$

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง =  $(29909.92/130572) \times 100 = 22.9$

### คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

#### การทดลองที่ 2

$w_f$	คือ น้ำหนักชาหลังอบแห้ง, kg
$w_i$	คือ น้ำหนักชาก่อนการอบแห้ง, kg
$M_f$	คือ ความชื้นชาหลังการอบแห้ง, % wb
$M_i$	คือ ความชื้นชาก่อนการอบแห้ง, % wb
$\eta_{th}$	คือ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง
$Q_d$	ปริมาณความร้อนที่ใช้ระเหยน้ำในชา
$Q_f$	ปริมาณความร้อนที่ได้รับจากเชื้อเพลิง