

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

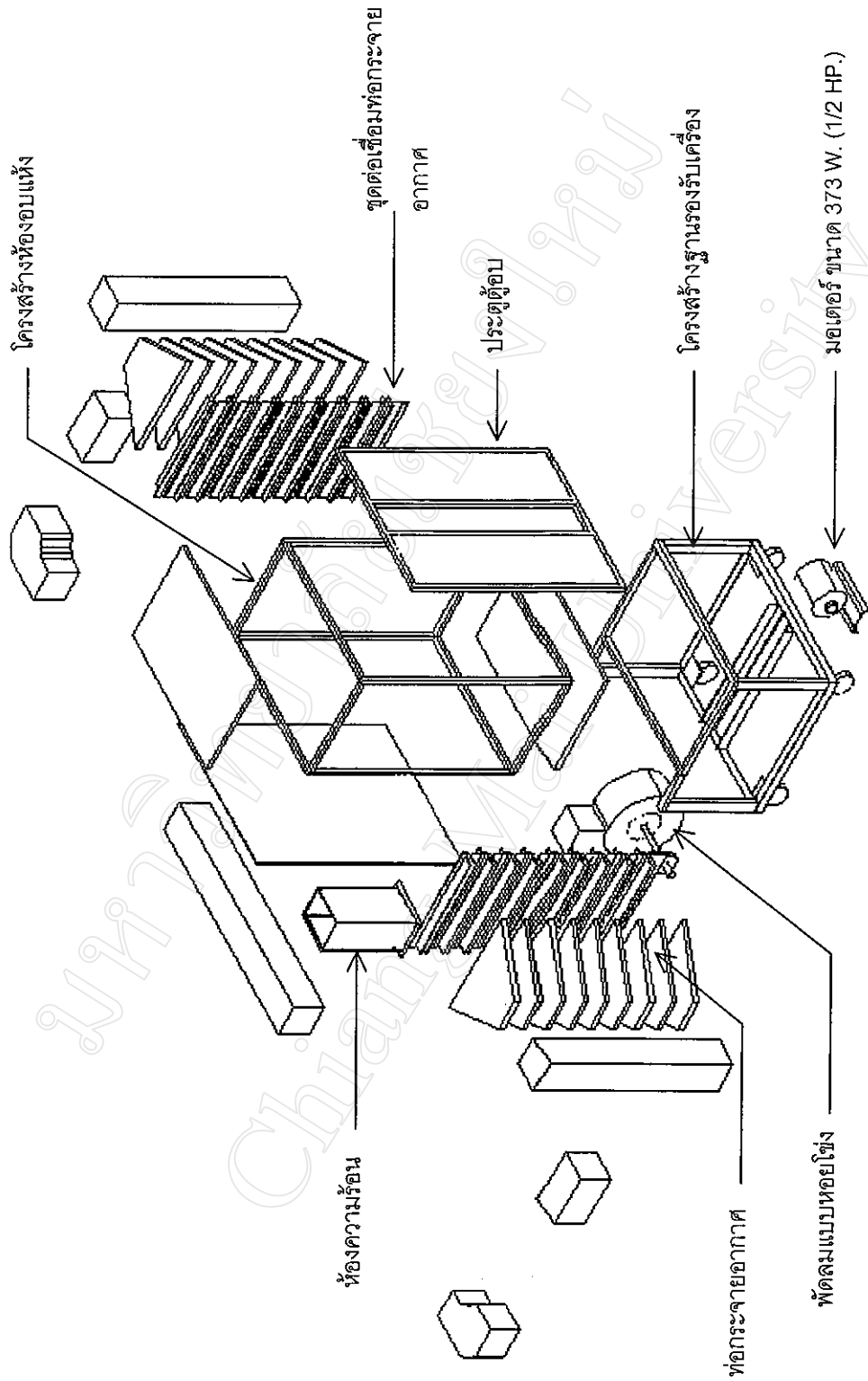
3.1 วัสดุและอุปกรณ์

- 3.1.1 ลำโพงชนิดแกะเปลือกพันธุ้ดอ เกรดเอ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.7 – 2.8 เซนติเมตร) ในฤดูกาลเก็บเกี่ยวช่วงเดือน มิถุนายน – สิงหาคม
- 3.1.2 เครื่องอบแห้งที่ทำการปรับปรุงระบบการกระจายอากาศร้อน
- 3.1.3 สารละลายยิปซัมเมตาไบด์ซัลไฟด์
- 3.1.4 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 3.1.5 เครื่องวัดความเร็วลมชนิดใบพัด (Vane anemometer)
- 3.1.6 อุปกรณ์วัดสี
- 3.1.7 อุปกรณ์วัดค่า Water activity
- 3.1.8 พรอบวัดอุณหภูมิพิกัด 0 – 100 องศาเซลเซียส
- 3.1.9 พรอบวัดอุณหภูมิ กระเปาะเปียก และ กระเปาะแห้ง
- 3.1.10 เครื่องชั่งพิกัด 1 – 7 กิโลกรัม (ความละเอียด 0.02 กิโลกรัม)
- 3.1.11 เครื่องชั่งดิจิตอลความละเอียด 0.01 กรัม

3.2 การออกแบบและปรับปรุงระบบการกระจายอากาศร้อนของเครื่องอบแห้ง ฯ

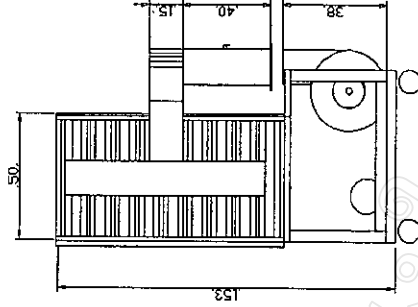
3.2.1 เครื่องอบแห้งแบบที่ทำการปรับปรุงระบบกระจาย

เครื่องอบแห้งมีขนาดกว้าง 0.54 เมตร ยาว 0.79 เมตร สูง 1.07 เมตร โครงสร้างประกอบขึ้นจากท่อเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมขนาด 20 × 20 มิลลิเมตร หนา 1.2 มิลลิเมตร ตัวเครื่องวางอยู่บนฐานรองรับขนาดกว้าง 0.70 เมตร ยาว 0.79 เมตร และสูง 0.50 เมตร ติดตั้งล้อยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ภายในโครงสร้างของฐานรองรับเครื่องฯ ติดตั้งระบบส่งกำลังของพัดลมและมอเตอร์ ดังรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2

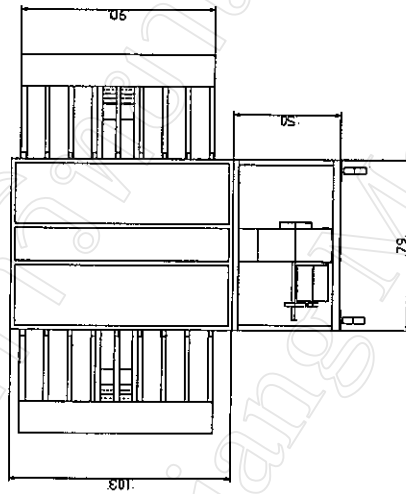


รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งแบบสลับทิศทางอากาศร้อน

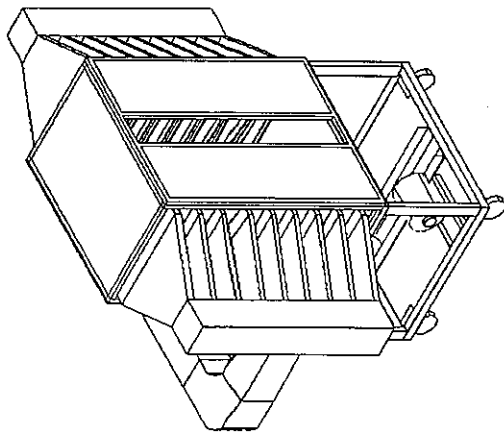
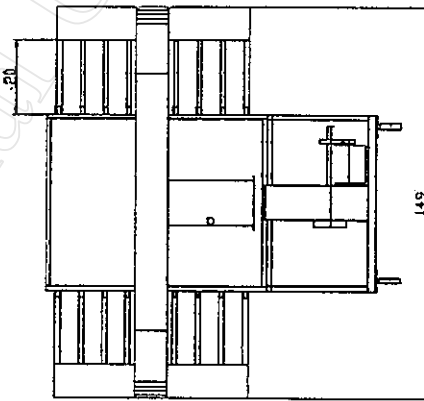
ด้านข้าง



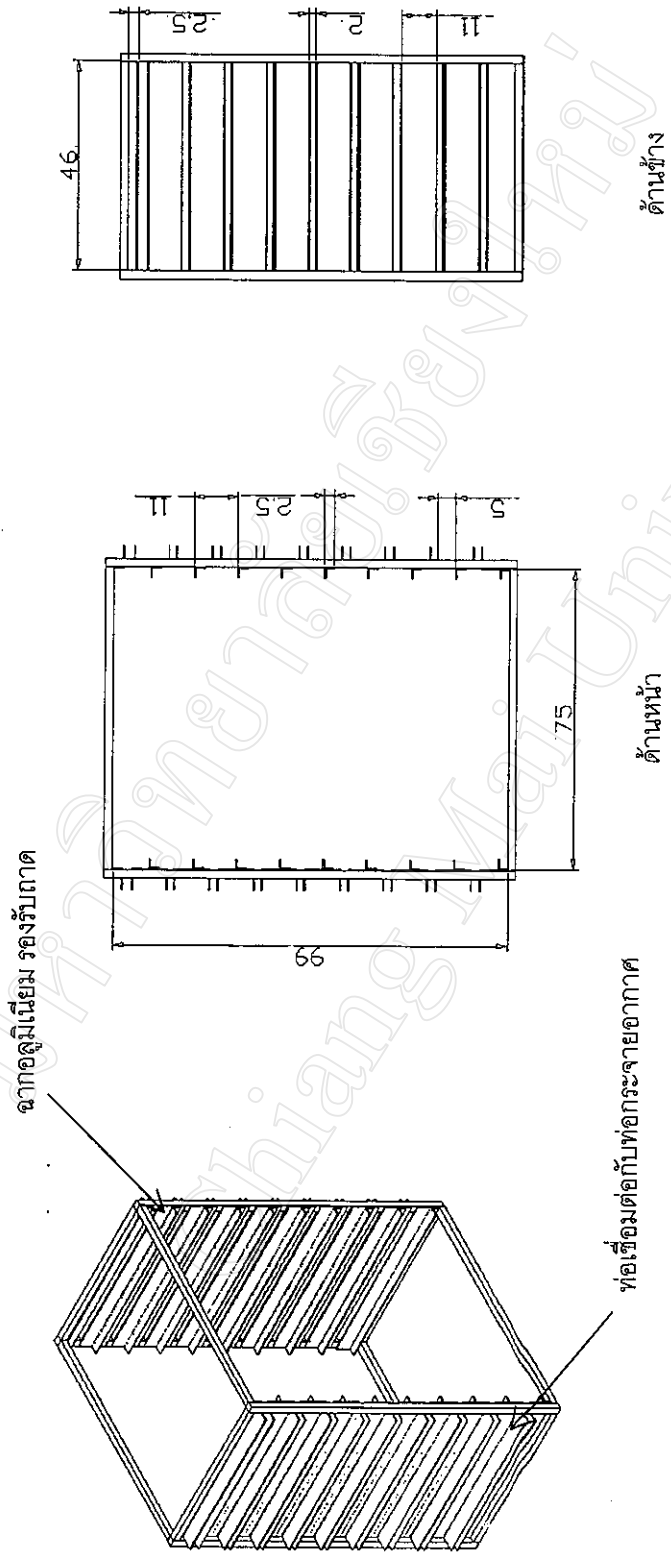
ด้านหน้า



ด้านหลัง

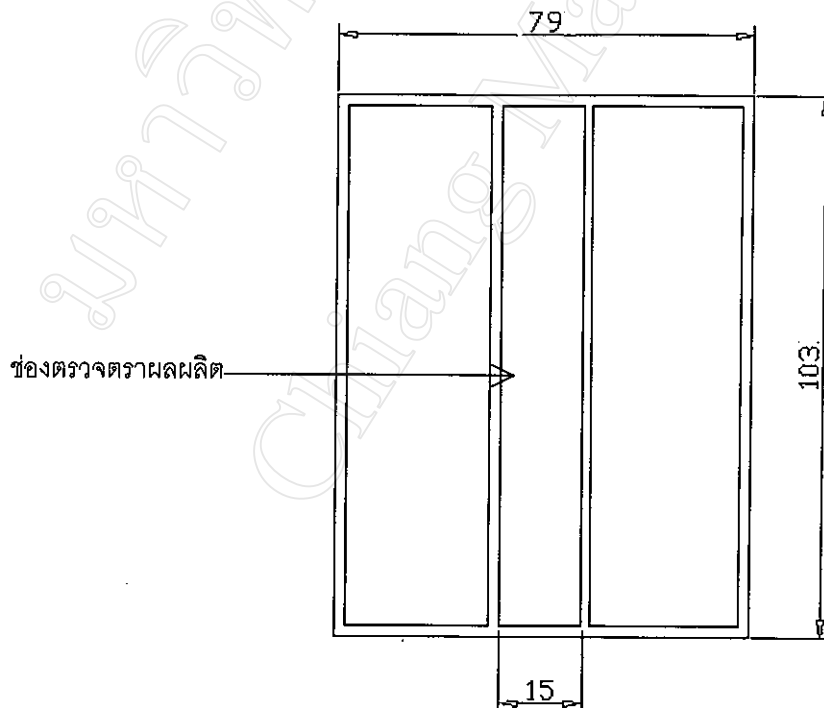


รูปที่ 3.2 ภาพไอโซเมตริก และภาพออร์โทกราฟฟิกของเครื่องฯ

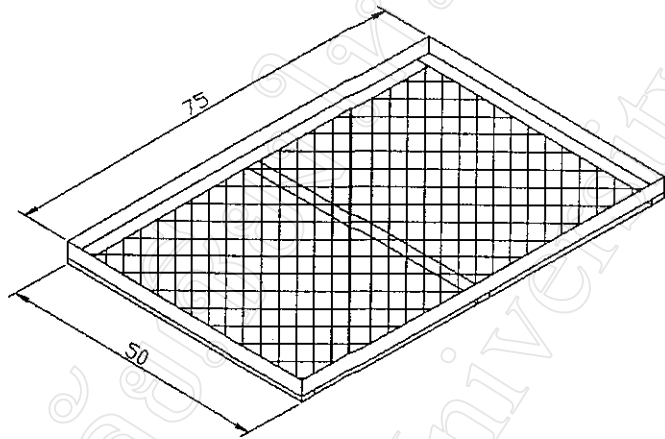


รูปที่ 3.3 แสดงชั้นวางถาด และตำแหน่งของท่อเชื่อมต่อกับท่อกระจายอากาศครีออน

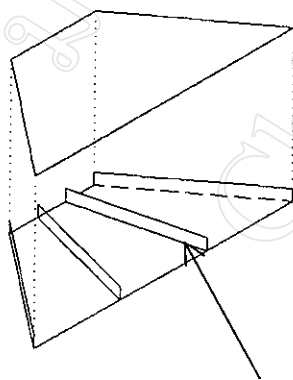
การออกแบบได้กำหนดขนาดของห้องอบแห้งให้อยู่ในระดับงานวิจัย โดยมีปริมาตรบรรจุเนื้อลำไยสดประมาณ 25 – 30 กิโลกรัม ขนาดของตู้อบกว้าง 0.46 เมตร ยาว 0.75 เมตร และสูง 0.99 เมตร และมี 9 ชั้นถาด ดังรูปที่ 3.3 ผนังด้านบน ด้านล่าง และด้านหลังทำจากไม้อัดหนา 6 มิลลิเมตร บุด้วยสังกะสีเพื่อป้องกันการดูดซับไอน้ำของไม้อัดทำให้ไม้พองเสียรูป ประตูประกอบขึ้นจากเหล็กบุด้วยโฟม แล้วปิดทับทั้ง 2 ด้านด้วยไม้อัด กึ่งกลางประตูจะเป็นช่องติดตั้งแผ่นอะคริลิกใสขนาดกว้าง 0.15 เมตร ยาว 0.99 เมตร (รูปที่ 3.4) เพื่อใช้สังเกตการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตขณะอบแห้ง ผนังด้านในของประตู ซึ่งอยู่ภายในห้องอบ ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์พิกัด 0 – 100 องศาเซลเซียส จำนวนชั้นละ 2 อัน เพื่อวัดอุณหภูมิของอากาศร้อนทั้ง 2 ทิศทางเมื่อมีการสลับอากาศร้อนผนังด้านข้างซ้ายและขวามีช่องเชื่อมกับท่อกระจายอากาศ ผนังด้านข้างตู้ติดตั้งฉนวนกอลูมิเนียมขนาด 0.025 เมตร เป็นชั้นรองรับถาดบรรจุผลผลิต โดยถาดมีขนาด กว้าง 0.50 เมตร ยาว 0.75 เมตร สูง 0.03 เมตร (รูปที่ 3.5)



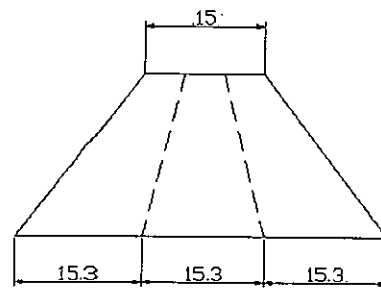
รูปที่ 3.4 ประตูตู้อบ



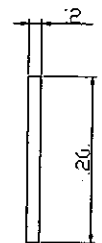
รูปที่ 3.5 ถาดบรรจุผลผลิต



แผ่นแบ่งลม



ด้านบน



ด้านข้าง

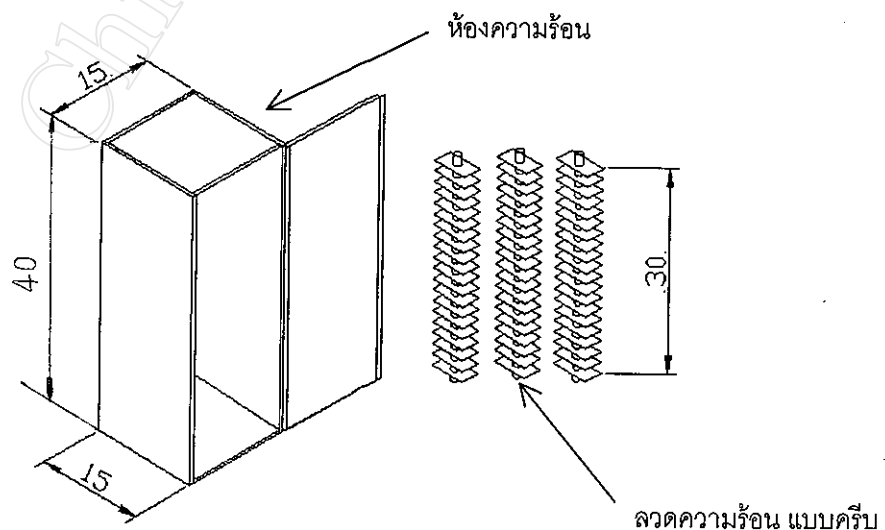
รูปที่ 3.6 ท่อกระจายอากาศร้อน

3.2.2 ระบบกระจายอากาศร้อนของเครื่องอบฯ

ระบบกระจายอากาศร้อนถูกกำหนดให้มีทิศทางการไหลของอากาศร้อนเข้าจากผนังด้านข้างด้านหนึ่งและออกทางผนังด้านข้างอีกด้านหนึ่ง ท่อที่ใช้ในการกระจายอากาศร้อนทำด้วยสังกะสีแผ่นเรียบ โดยวางท่อติดกับผนังซ้ายและขวา ข้างละ 9 ท่อ ซึ่งเป็นอิสระต่อกันในการกระจายอากาศของแต่ละชั้นที่ทำการบรรจุผลผลิต ภายในท่อกระจายอากาศถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่อง เพื่อให้ลมแยกกระจายไปตามแนวระดับคือ ส่วนที่ใกล้กับผนังด้านหลัง บริเวณตอนกลาง และส่วนที่อยู่ใกล้กับประตูตู้อบ (รูปที่ 3.6) ที่ปากทางของท่อกระจายอากาศเป็นช่องขนาด 46 x 2 เซนติเมตร สามารถปรับอัตราการไหลของอากาศร้อนที่เข้าและออกได้โดยการปรับแผ่นเลื่อน เพื่อลดหรือขยายช่องเปิด

3.2.3 ระบบให้ความร้อน

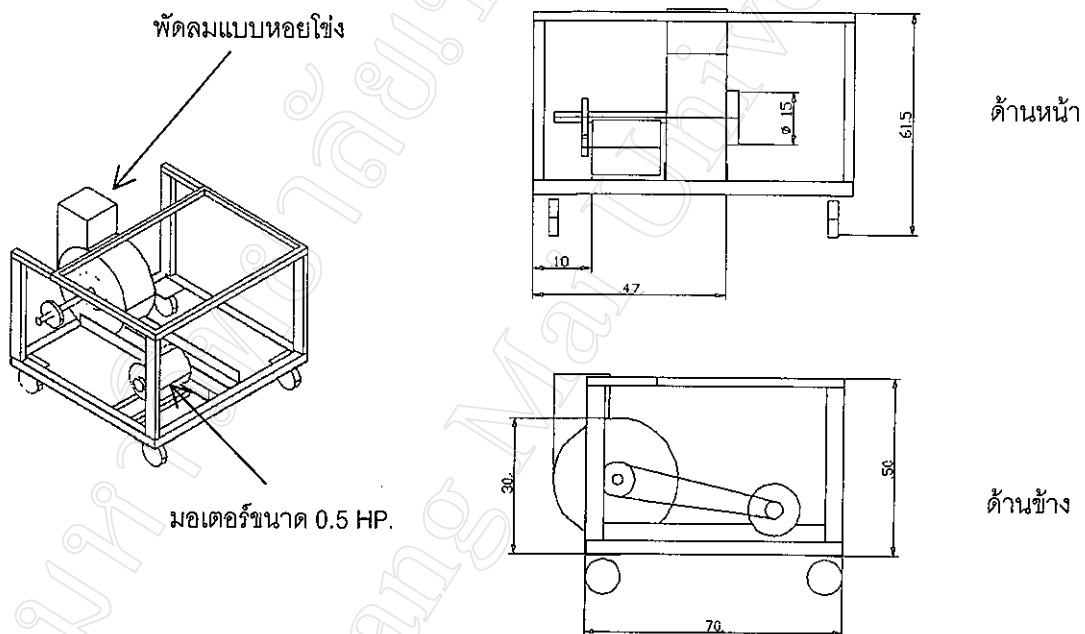
การอบแห้งผลผลิตเกษตรโดยทั่วไปจะใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 70 องศาเซลเซียส สำหรับงานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบให้ความร้อนด้วยพลังงานไฟฟ้า ซึ่งใช้หลอดความร้อนแบบครีป (Fin heaters) ขนาด 600 วัตต์ จำนวน 6 ตัว บรรจุในห้องความร้อนดังรูปที่ 3.7 กล่องบรรจุนี้ทำจากไม้อัดบุภายในด้วยเหล็กแผ่นหนา 0.3 มิลลิเมตร ทั้ง 4 ด้าน และออกแบบให้มีการถอดเปลี่ยนได้เมื่อต้องแก้ไขอุปกรณ์ที่ชำรุด การควบคุมอุณหภูมิจะใช้เทอร์โมสแตท (Thermostat) และเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) ชนิด K โดยมีพิกัดอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 – 200 องศาเซลเซียส และติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลที่ด้านอากาศร้อนออกจากห้องความร้อน



รูปที่ 3.7 ห้องความร้อน (Heater chamber)

3.2.4 ระบบส่งกำลังมอเตอร์และพัดลม

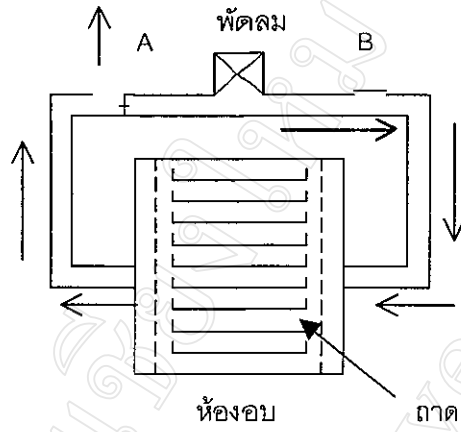
ระบบส่งกำลังใช้ชุดล้อสายพานกับสายพานลิ้ม ถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า ไปยังเพลลาของพัดแบบหอยโข่งชนิดใบโค้งหน้า ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 20 เซนติเมตร ท่อดูดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 15 เซนติเมตร และท่อจ่ายหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 15 เซนติเมตร สามารถขับอากาศได้ในอัตรา 20 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ท่อจ่ายของพัดลมเชื่อมต่อกับกล่องลดความร้อนด้วยท่ออ่อนซึ่งทำจากผ้าดิบเคลือบสีทนความร้อน



รูปที่ 3.8 ระบบส่งกำลังของเครื่องฯ

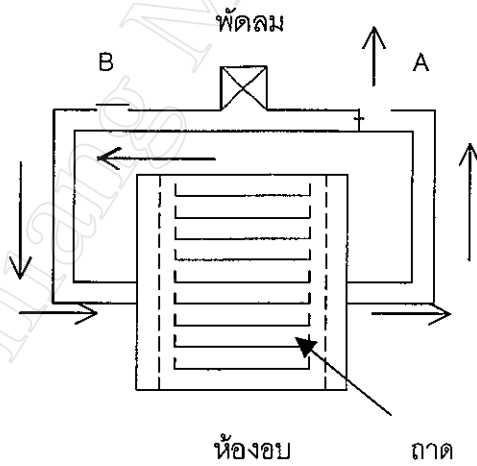
3.2.5 ระบบการสลับทิศทางการไหลของอากาศร้อน

ออกแบบให้มีทิศทางการไหลของอากาศร้อนมีทิศทางการไหลเข้าจากผนังด้านหนึ่ง ออกสู่ผนังอีกด้านหนึ่ง ดังรูปที่ 3.9 เป็นการบังคับให้มีทิศทางการไหลของอากาศจากผนังด้านขวาของตู้อบ ไปผนังด้านซ้ายโดยติดตั้งแผ่นปีกผีเสื้อในการบังคับอากาศดังกล่าว ส่วนในรูปที่ 3.10 เป็นการบังคับให้มีทิศทางการไหลของอากาศจากผนังด้านซ้ายไปด้านขวา



A; ปีกผีเสื้อปิดให้อากาศชื้นไหลออก , B; ปีกผีเสื้อเปิด ให้อากาศร้อนไหลเข้าห้องอบ

รูปที่ 3.9 ทิศทางของอากาศร้อน เมื่อสลับทิศทางให้อากาศไหลจากผนังด้านขวาไปด้านซ้าย



A; ปีกผีเสื้อปิดให้อากาศชื้นไหลออก , B; ปีกผีเสื้อเปิด ให้อากาศร้อนไหลเข้าห้องอบ

รูปที่ 3.10 ทิศทางของอากาศร้อน เมื่อสลับทิศทางให้อากาศไหลจากผนังด้านซ้ายไปด้านขวา

3.3 การดำเนินการทดลอง

3.3.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD , Completely randomize design) โดยกำหนดให้มี 2 ปัจจัยในการทดลองคือ ความเร็วลม และระยะเวลาการสลับทิศทางอากาศร้อน ซึ่งในแต่ละปัจจัยมีแบ่งเป็นหน่วยการทดลองย่อยๆ และวิธีการทดลองดังนี้

1. นำลำไยพันธุ์คอเกรด เอ มาแกะเปลือกและคว้านเมล็ดออก ให้ได้เนื้อลำไยจำนวน 20 กิโลกรัม จากนั้นล้างในน้ำสะอาดแล้วแช่สารละลายโปตัสเซียมเมตาไบต์ซัลไฟด์ ที่ความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 3 นาที
2. นำวัตถุดิบวางบนตะแกรงเพื่อให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำมาเรียงบนถาดทั้ง 9 ถาด โดยมีน้ำหนักบรรจุเท่าๆกัน ในการจัดวางให้คว่ำขั้วผลลงเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีน้ำหลงเหลือภายใน
3. นำถาดลำไยเข้าห้องอบ ปรับทิศทางการอากาศร้อนให้เข้าทางช่องผนังด้านขวา เดินเครื่องโดยตั้งให้เทอร์โมสแตททำงานที่อุณหภูมิต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียส ใช้ความเร็วลม 0.8 เมตรต่อวินาที อบจนกระทั่งลำไยแห้งที่ความชื้นต่ำกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) (NA1)
4. เมื่อลำไยแห้งดีแล้ว ปิดสวิทซ์ลดความร้อนและให้พัดลมทำงานต่อไปเพื่อระบายความร้อนจนกระทั่งอุณหภูมิภายในตู้และลำไยเท่ากับอุณหภูมิห้อง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
5. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 – 4 โดยใช้ความเร็วลม 0.8 เมตรต่อวินาที และมีการสลับทิศทางอากาศเข้าทางผนังด้านขวา / ซ้าย ทุกๆ 3 ชั่วโมง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (A3V1)
6. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 – 4 โดยใช้ความเร็วลม 0.8 เมตรต่อวินาที และมีการสลับทิศทางอากาศเข้าทางผนังด้านขวา / ซ้าย ทุกๆ 6 ชั่วโมง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (A6V1)
7. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1- 4 โดยใช้ความเร็วลม 1.0 เมตรต่อวินาที และไม่มี การสลับทิศทางอากาศ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (NA2)
8. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 – 4 โดยใช้ความเร็วลม 1.0 เมตรต่อวินาที และมีการสลับทิศทางอากาศเข้าทางผนังด้านขวา / ซ้าย ทุกๆ 3 ชั่วโมง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (A3V2)
9. ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 1 – 4 โดยใช้ความเร็วลม 1.0 เมตรต่อวินาที และมีการสลับทิศทางอากาศเข้าทางผนังด้านขวา / ซ้าย ทุกๆ 6 ชั่วโมง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (A6V2)

3.3.2 การจัดเก็บ , บันทึกข้อมูลในระหว่างการทดลอง

1. อุณหภูมิ

1.1 อุณหภูมิของอากาศและสภาพแวดล้อม ตรวจวัดโดยเทอร์โมมิเตอร์ กระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง

1.2 บันทึกข้อมูลอุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้าและออกจากเครื่องฯ ทุกๆ 2 ชั่วโมง และบันทึกอุณหภูมิแต่ละชั้นถาดทั้ง 9 ชั้น ทุกๆ 2 ชั่วโมง

2. ความเร็วลม

2.1 วัดความเร็วลมก่อนการทดลอง โดยวัดที่ปากท่อกระจายอากาศร้อน 3 จุด ด้วยอุปกรณ์วัดความเร็วลมแบบใบพัด

3. น้ำหนักลำไย

3.1 นำถาดบรรจุลำไยมาชั่งน้ำหนักก่อนอบ และระหว่างการอบแห้ง ทุกๆ 2 ชั่วโมง จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ทั้งนี้หากทราบค่าความชื้นเริ่มต้น หรือความชื้นสุดท้าย สามารถ คำนวณความชื้นที่เวลาต่างๆ จากสมการที่ 3.1 (วิวัฒน์ และ ชลทิศ , 2533) แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปหากราฟการลดความชื้นและอัตราการลดความชื้น

$$W_t = W_i \times (100 - M_t) / (100 - M_i) \quad (3.1)$$

เมื่อ	W_t	=	น้ำหนักลำไยที่เวลาใดๆ
	W_i	=	น้ำหนักเริ่มต้นลำไยก่อนอบ
	M_t	=	ความชื้นเริ่มต้นก่อนอบ
	M_i	=	ความชื้นที่ต้องการหาที่ระยะเวลาใดๆ

3.3.3 การตรวจสอบคุณภาพลำไยแห้งในห้องปฏิบัติการ

1. ความชื้น

1.1 หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นลำไยก่อนและหลังอบ โดยสุ่มตัวอย่างลำไยจากหลายๆ ถาด (ประมาณ 4 – 5 กรัม) นำตัวอย่างไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน แล้วใส่ด้วยอลูมิเนียมนำเข้าตู้อบลมร้อน ใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 – 96 ชั่วโมง (Hall,1980)

1.2 นำตัวอย่างลำไยออกจากตู้อบ ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น หรือ (Desiccator) แล้วชั่งน้ำหนัก เพื่อกำหนดหาความชื้นจากสมการ 2.1 หรือ 2.2

2. ค่าสี

2.1 สุ่มตัวอย่างลำไยใส่ในภาตแก้วเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5 เซนติเมตร กดให้เรียบ นำไปวัดด้วยเครื่องวัดสีที่ให้ค่า L , a , b , chroma และ Hue ทำการทดลอง 5 ซ้ำ

ค่า L เป็นค่าความสว่างและความมืด เริ่มจากสีขาว (L=100) ไปจนถึงดำ (L=0)

ค่า a เป็นค่าของสีแดง มีค่าเป็น (+) และเป็นค่าของสีเขียว มีค่าเป็น (-)

ค่า b เป็นค่าของสีเหลือง มีค่าเป็น (+) และเป็นค่าของสีน้ำเงิน มีค่าเป็น (-)

ค่า Chroma เป็นค่าความเข้มของสี

ค่า Hue เป็นค่ามุมของเฉดสี

3. วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity , Aw)

3.1 เปิดเครื่องวัด Aw เพื่ออุ่นเครื่อง 30 – 60 นาที

3.2 ตัดเนื้อลำไยแห้งเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วใส่ในถ้วยพลาสติก ปริมาณ 1 ใน 3 ของปริมาตรถ้วยพลาสติก ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร

3.2 นำตัวอย่างเข้าเครื่องวัดค่า Aw โดยในครั้งแรกจะต้องสังเกตการสมดุลของค่า Aw เพื่อที่จะทำการกำหนดเวลาหาค่าในครั้งต่อไป ทำการวัด 3 ซ้ำ

3.3.4 การทดสอบด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการให้คะแนน (Hedonic scale)

ประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้ง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 ลักษณะได้แก่ สีของเนื้อลำไย กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส รูปร่าง และ ขนาด และความชอบโดยรวม (ปรับปรุงจาก สุนีย์รัตน์ , 2544) ในการนี้ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Hedonic scale มีการให้คะแนนในทุกลักษณะที่ปรากฏเป็น 7 ระดับ (1 – 7) ซึ่งใช้แบบทดสอบดังรูปที่ 3.11

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อคุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้งในแต่ละวิธีการอบแห้งโดยใช้การทดสอบทางสถิติแบบไค-สแควร์ (Chi-square test) เพื่อทดสอบความเป็นอิสระของวิธีการอบแห้งต่อการยอมรับของผู้บริโภค และวิเคราะห์ความแตกต่างของการยอมรับในแต่ละวิธีการอบแห้งด้วยการทดสอบสถิติแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

