บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย ได้แบ่งงานออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ และการสร้างเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับผลที่ได้จากการทดลองอบข้าวเปลือกโดยใช้เครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จัดสร้างขึ้น

3.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 3 แบบคือ

3.1.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Solar Radiation Processor

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Solar Radiation Processor ใช้สำหรับเปลี่ยนค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่วัดได้บนพื้นราบเป็นค่าความเข้มของแสงอาทิตย์บนพื้นเอียง ซึ่งความเอียงของพื้นเอียงเท่ากับมุมเอียงของแผงรับแสงอาทิตย์ เพื่อนำค่าที่ได้ไปใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแผงรับแสงอาทิตย์ต่อไป

3.1.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแผงรับแสงอาทิตย์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแผงรับแสงอาทิตย์ ใช้เพื่อคำนวนหาสมรรถนะของแผงรับแสงอาทิตย์ ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากแผงรับแสงอาทิตย์ และประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์

3.1.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของตู้อบข้าวเปลือก

แบบจำลองนี้ใช้เพื่อคำนวณหาค่าความชื้นของข้าวเปลือกที่เวลาใดๆ และอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากตู้อบข้าวเปลือกโดยใช้ผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแผงรับแสงอาทิตย์มาใช้ในการคำนวณ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 แบบนี้จะนำมาสัมพันธ์กัน โดยที่สมการต่างๆ ที่ใช้ในแบบจำลองของแต่ละแบบแสดงไว้ในบทที่ 2 รวมกับสมการของแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric chart) (20) ในการคำนวณหาค่าต่างๆ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้เสียเวลาในการคำนวณน้อยที่สุด และสะดวกต่อการใช้ จึงจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยคำนวณโดยจัดให้แบบจำลองดังกล่าวเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังแสดงในภาคผนวก ก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เพื่อที่จะได้ทำการทดลองอบข้าวเปลือก จึงได้จัดสร้างเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้น เครื่องอบข้าวเปลือกดังกล่าวนี้ประกอบด้วยส่วนประกอบใหญ่ๆ 3 ส่วน ด้วยกันคือ พัดลมดูดอากาศ แผงรับแสงอาทิตย์ และตู้อบข้าวเปลือก โดยมีท่อ พี.วี.ซี. เป็นท่ออากาศ

เครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์นี้มีหลักการทำงานคือ พัดลมดูดอากาศซึ่งขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์จะดูดอากาศเข้ามายังแผงรับแสงอาทิตย์ซึ่งเอียงทำมุม 15 องศากับแนวราบ อากาศที่ออกจากแผงรับแสงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และผ่านต่อไปยังตู้อบข้าวเปลือก เพื่อทำการอบข้าวเปลือกต่อไป ในรูปที่ 3.1 แสดงเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลอง

3.3 รายละเอียดอุปกรณ์ของเครื่องมือการทดลอง

3.3.1 พัดลมดูดอากาศ พัดลมดูดอากาศที่ใช้ในการทดลองเป็นพัดลมแบบหอยโข่ง (Centrifugal fan) ชนิดใบพัดโค้งหน้า(Forward blade) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 26.67 เซนติเมตร (10.50 นิ้ว) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสสลับแบบ 1 เฟส ขนาด 0.75 กิโลวัตต์ (1 แรงม้า) แรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลท์ ความถี่ 50 รอบต่อวินาที และมีรอบหมุนขณะทำงานเต็มที่ 1440 รอบต่อนาที

3.3.2 แผงรับแสงอาทิตย์ มีลักษณะเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยม ทำด้วยไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร มีขนาด 1.55x1.12x0.21 เมตร พื้นที่ในการรับแสงอาทิตย์มีขนาด 1.0 ตารางเมตรซึ่งมีความกว้าง 1.53 เมตรและความยาว 0.65 เมตร ภายในแผงรับแสงอาทิตย์มี

แผ่นสังกะสีลอนใหญ่ทาสีดำเป็นแผ่นดูดแสงอาทิตย์(Absorber plate) ด้านข้างและด้านล่างของแผงรับแสงอาทิตย์มีฉนวนโฟมหนา 25.4 มิลลิเมตรหุ้มอยู่ ท่ออากาศเข้าแผงรับแสงอาทิตย์ซึ่งต่อมาจากพัดลมดูดอากาศจะเข้าทางด้านข้างของแผงรับแสงอาทิตย์ในด้านต่ำ และท่ออากาศออกจากแผงรับแสงอาทิตย์อยู่ทางด้านข้างเช่นเดียวกับท่ออากาศเข้าแต่อยู่ในด้านบน (ดูรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3) ทั้งนี้เพื่อให้มีการใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยที่สุด แผงรับแสงอาทิตย์เอียงทำมุม 15 องศากับแนวราบ และหันหน้าไปทางทิศใต้ อากาศจะไหลผ่านบริเวณช่องว่างระหว่างกระจกกับแผ่นดูดแสงอาทิตย์ในลักษณะขวางกับลอนของสังกะสีออกทางท่ออากาศไปยังตู้อบข้าวเปลือก

3.3.3 ตู้อบข้าวเปลือก ตู้อบข้าวเปลือกเป็นตู้รูปสี่เหลี่ยมด้านบนเปิด ประกอบด้วยไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร มีขนาด 1.0x1.0x0.61 เมตร และมีโครงเป็นไม้ระแนงขนาด 25.4 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ภายในตู้อบมีตะแกรงเหล็กวางสำหรับรองรับข้าวเปลือกที่ใช้อบอยู่ ตะแกรงเหล็กมีจำนวนรูเท่ากับ 60 รูต่อตารางนิ้วและขนาดของรูเท่ากับ 2.38 มิลลิเมตร (0.0938 นิ้ว) คิดเป็นพื้นที่ของรูเท่ากับ 41.42 % ของพื้นที่ทั้งหมด ทางด้านล่างของตู้อบมีท่ออากาศที่ต่อมาจากแผงรับแสงอาทิตย์ขนาด 107.95 มิลลิเมตร (4.25 นิ้ว) สวมอยู่ เพื่อเป็นท่ออากาศร้อนที่ผ่านเข้าอบข้าวเปลือก

3.3.4 อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ท่ออากาศเข้าและท่ออากาศออกจากแผงรับแสงอาทิตย์เป็นท่อพี.วี.ซี. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใน 107.95 มิลลิเมตร (4.25 นิ้ว) และมีความหนา 3.175 มิลลิเมตร (0.125 นิ้ว)

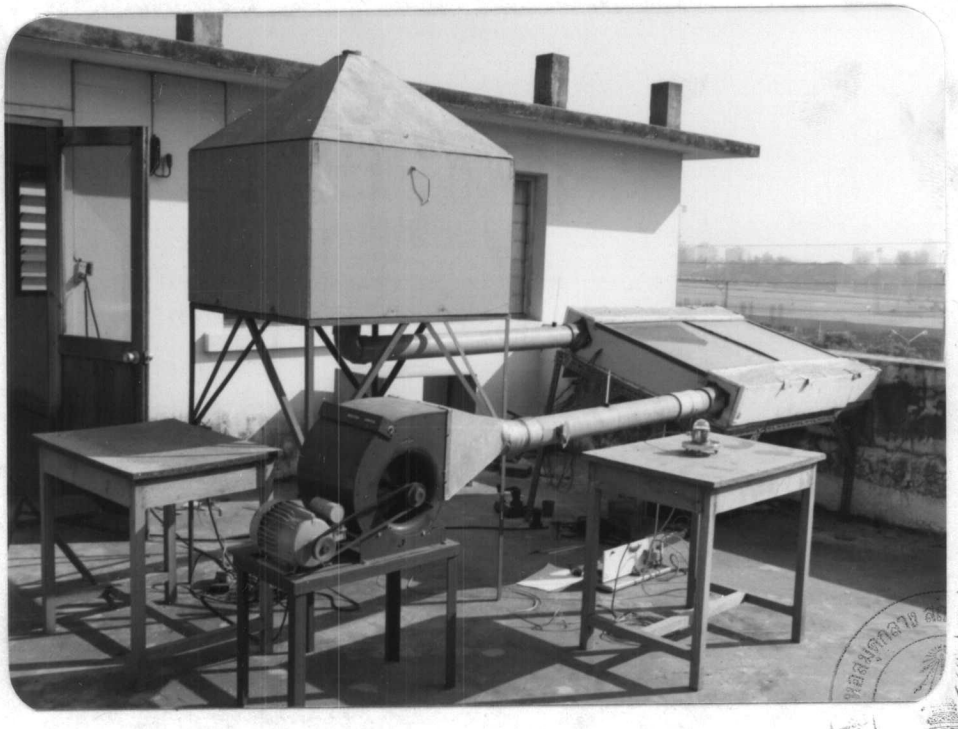
3.4 เครื่องมือวัด

เครื่องมือวัดที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลประกอบด้วย

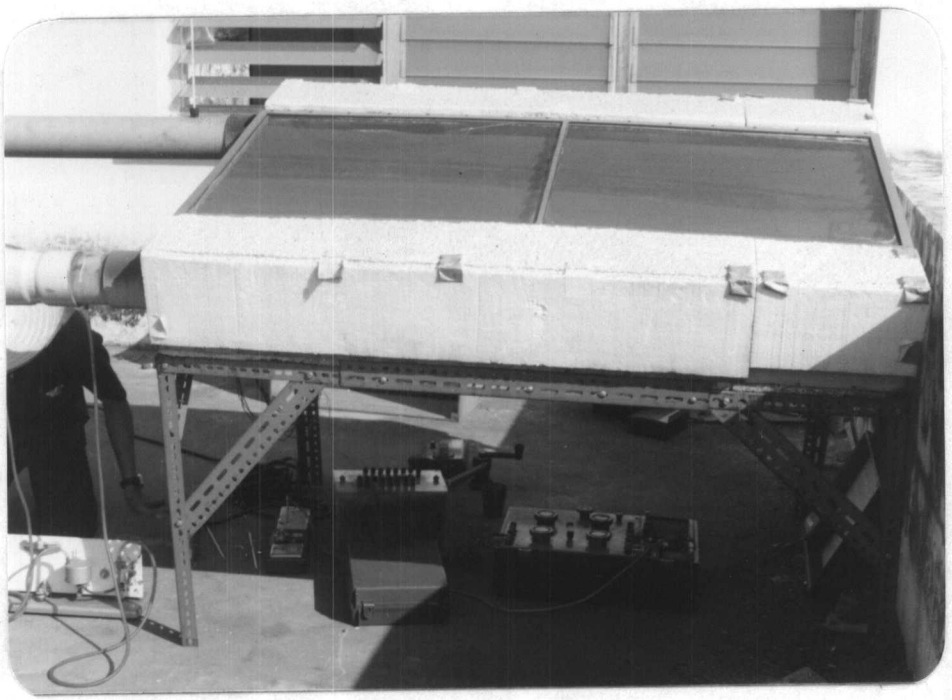
3.4.1 ไพราโนมิเตอร์ ใช้วัดความเข้มของแสงอาทิตย์แบบทั้งหมดที่ตกบนพื้นราบ

3.4.2 เครื่องวัดความชื้นของข้าวเปลือก ใช้วัดความชื้นของข้าวเปลือก มีหน่วยเป็น % มาตรฐานเปียก

3.4.3 เทอร์โมมิเตอร์ ใช้ในการวัดอุณหภูมิต่างๆ ของอากาศ ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศที่เข้ายังแผงรับแสงอาทิตย์ อุณหภูมิของอากาศที่

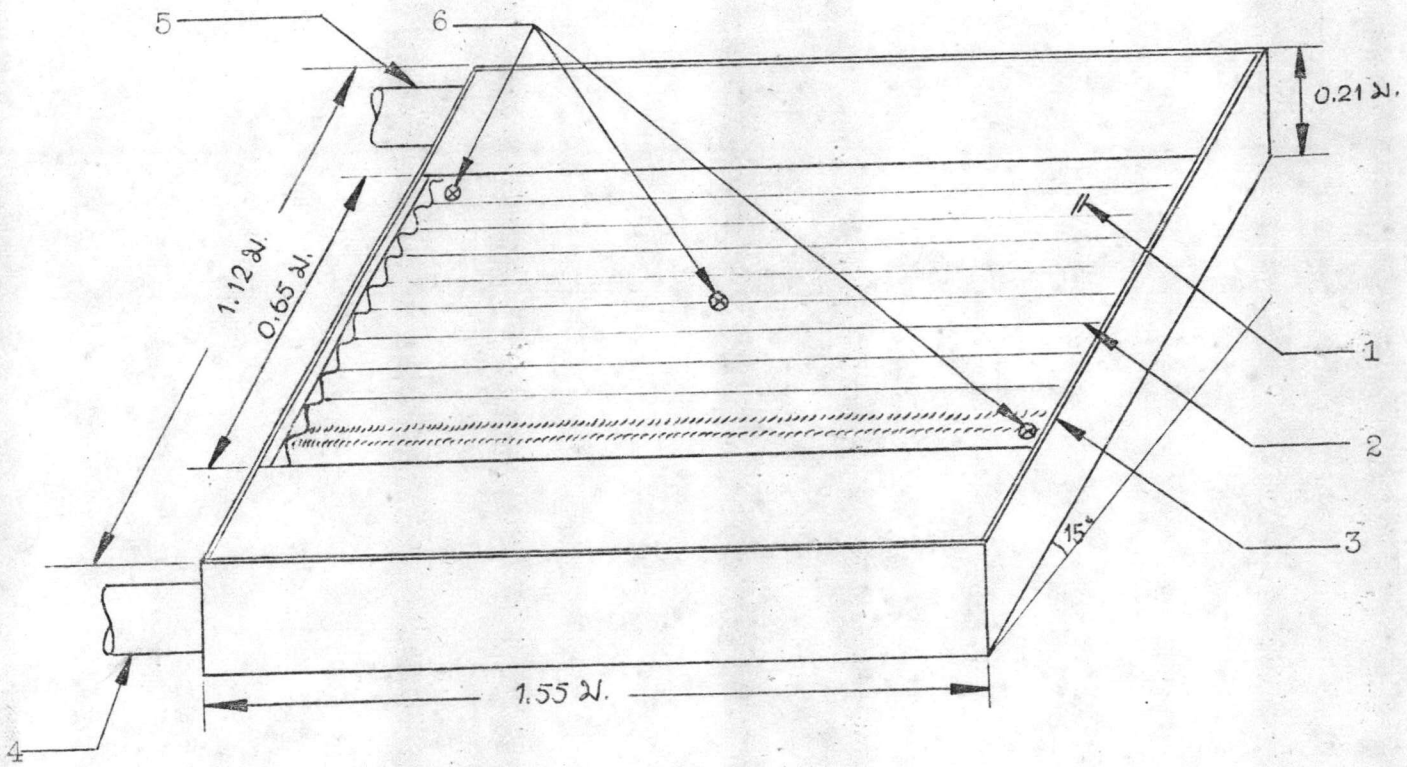


รูปที่ 3.1 เครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลอง



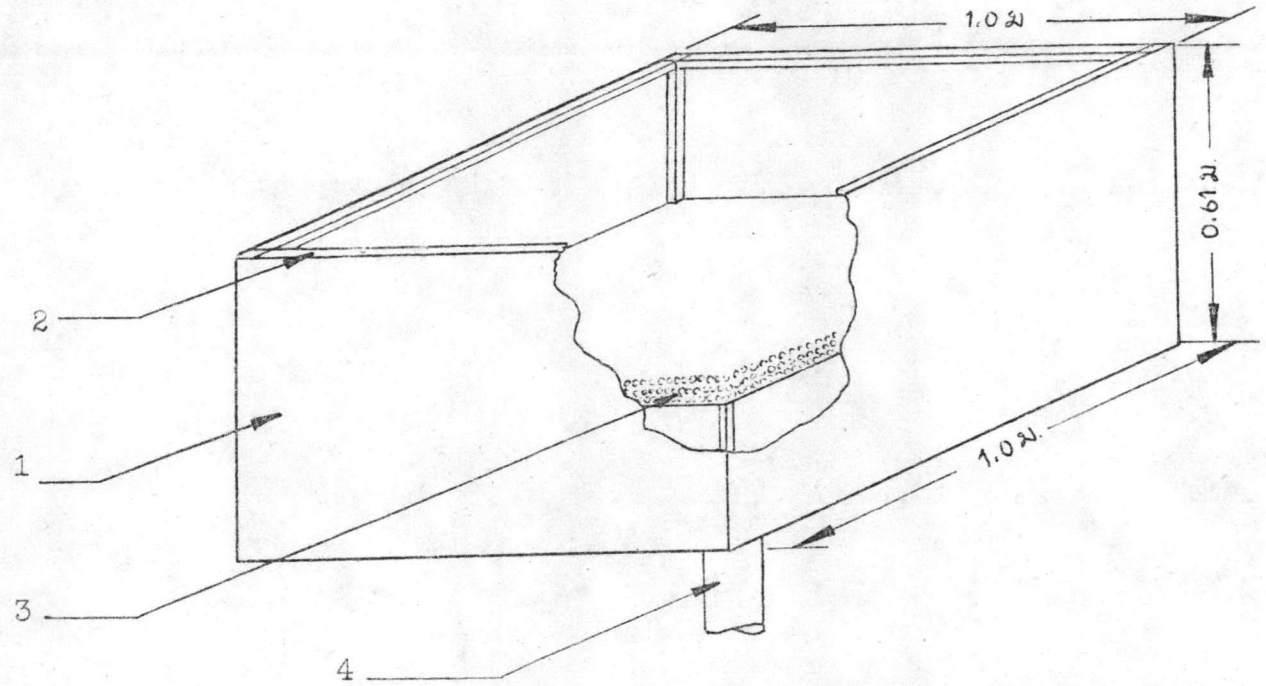
รูปที่ 3.2 แผงรับแสงอาทิตย์ของเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์

1. กระจกครอบหนา 2 มิลลิเมตร
2. สังกะสีลอนใหญ่ ทาสีดำด้าน
3. ไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร
4. ท่ออากาศเข้าแผงรับ
5. ท่ออากาศออกจากแผงรับ
6. ตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิที่แผ่นดูด



รูปที่ 3.3 ขนาดและส่วนประกอบของแผงรับแสงอาทิตย์

1. ไม้อัดหนา 10 มิลลิเมตร
2. โครงไม้ระแนงขนาด 25.4 มิลลิเมตร
3. ตะแกรงเหล็กรองรับข้าวเปลือก
4. ท่ออากาศร้อนเข้าสู่ตู้อบข้าวเปลือก



รูปที่ 3.4 ขนาดและส่วนประกอบของตู้อบข้าวเปลือก

ออกจากแผงรับแสงอาทิตย์ อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศที่ออกจากตู้อบข้าวเปลือก

3.4.4 เทอร์โมคอปเปิลและโพเทนชิโอมิเตอร์ ใช้วัดอุณหภูมิที่แผ่นดูดแสงอาทิตย์ของแผงรับแสงอาทิตย์ เทอร์โมคอปเปิลที่ใช้ในการวัดเป็นแบบไอออน-คอนสแตนแตนท์ (Ion-Constantan)

3.4.5 ออริฟิสและมาโนมิเตอร์แบบเอียง ใช้วัดอัตราการไหลของอากาศที่เข้ายังแผงรับแสงอาทิตย์

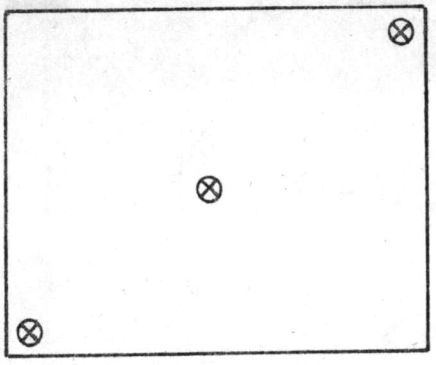
3.4.6 วัตต์มิเตอร์ ใช้วัดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมดูดอากาศ

3.4.7 นาฬิกาจับเวลา

3.5 <u>รายละเอียดของเครื่องมือวัดและการวัดค่า</u>

3.5.1 <u>ไพราโนมิเตอร์</u> ใช้บันทึกค่าความเข้มของแสงอาทิตย์บนพื้นราบ ไพราโนมิเตอร์ที่ใช้เป็นแบบ CM 6 ของบริษัท Kipp & Zonen ใช้ร่วมกับเครื่องบันทึกค่าซึ่งบันทึกเป็นกราฟในรูปของแรงเคลื่อนไฟฟ้า สามารถบันทึกค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ในช่วง 0 ถึง 0.5, 1, 2, 5, 10, 20 และ 50 มิลลิโวลท์ ความเร็วของกระดาษบันทึกเท่ากับ 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 และ 500 มิลลิเมตรต่อนาที ไพราโนมิเตอร์มีค่าคงที่เท่ากับ 8.1 มิลลิโวลท์ต่อคาลอรีต่อตารางเซนติเมตรต่อนาที สำหรับการบันทึกค่าของไพราโนมิเตอร์ที่ใช้ เลือกวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในช่วง 0-20 มิลลิโวลท์ ความเร็วของกระดาษบันทึกเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที สามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.2 มิลลิโวลท์ และเมื่อเปลี่ยนค่าเป็นค่าความเข้มของแสงอาทิตย์จะได้ค่าละเอียดถึง 20.67 กิโลจูลต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

3.5.2 <u>เครื่องวัดความชื้นของข้าวเปลือก</u> เป็นแบบ G178 M/C ของบริษัท Protimeter Ltd ใช้วัดความชื้นของข้าวเปลือกได้ในช่วง 10 % ถึง 32 % มาตรฐานเปียก และสามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.1 % มาตรฐานเปียก เครื่องวัดความชื้นของข้าวเปลือกนี้ ใช้วัดโดยวิธีวัดค่าความต้านทานของไฟฟ้า (Electrical Resistance Method) (30) การวัดความชื้นของข้าวเปลือกกระทำโดยการนำข้าวเปลือกบริเวณชั้นบนสุดของชั้นข้าวเปลือกที่ตำแหน่งต่างๆ 3 ตำแหน่งของตู้อบข้าวเปลือก (ดูรูปที่ 3.5) มารวมกันและบดให้ละเอียดเพื่อวัดค่าความชื้นของข้าวเปลือกในช่วงเวลาที่ครบ 15 นาที



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งที่วัดความชื้นของข้าวเปลือกในตู้อบข้าวเปลือก

3.5.3 เทอร์โมมิเตอร์ ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศที่ตำแหน่งต่างๆ 3 ตำแหน่ง คือ วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศก่อนเข้ายังแผงรับแสงอาทิตย์ วัดอุณหภูมิของอากาศร้อนที่ออกจากแผงรับแสงอาทิตย์ และวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศที่ออกจากตู้อบข้าวเปลือก เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดเป็นแบบปรอท สามารถวัดอุณหภูมิของอากาศในช่วง 0-50 องศาเซลเซียส และวัดได้ละเอียดถึง 0.1 องศาเซลเซียส ในการบันทึกค่าอุณหภูมิของอากาศแต่ละตำแหน่ง ได้จากการวัดค่าอุณหภูมิ 3 ครั้งในช่วงเวลา 15 นาที หรือจากการวัดค่าอุณหภูมิทุกๆ 5 นาที และนำค่าที่วัดได้เฉลี่ยเป็นค่าเดียว

3.5.4 เทอร์โมคอปเปิลและโพเทนชิโอมิเตอร์ ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิที่แผ่นดูดแสงอาทิตย์ (Absorber plate temperature) ของแผงรับแสงอาทิตย์ โดยต่อเทอร์โมคอปเปิลซึ่งเป็นแบบไอออน-คอนสแตนแตน(Ion-Constantan) เข้ากับแผ่นดูดแสงอาทิตย์ และใช้โพเทนชิโอมิเตอร์วัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า และเปลี่ยนค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นค่าอุณหภูมิ โพเทนชิโอมิเตอร์ที่ใช้วัดเป็นแบบ P.3 หมายเลข 18195 ของ Croydon Precision Instrument Co. สามารถวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในช่วง 0.8 มิลลิโวลท์ ถึง 1.8 โวลท์, 50 ไมโครโวลท์ ถึง 0.18 โวลท์ และ 5 ไมโครโวลท์ ถึง 0.018 โวลท์ ในการทดลองเลือกช่วงของแรงเคลื่อนไฟฟ้าในช่วง 5 ไมโครโวลท์ ถึง 0.018 โวลท์ สามารถวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ละเอียดถึง 1 ไมโครโวลท์ และเมื่อเปลี่ยนค่าเป็นค่าอุณหภูมิได้ค่าละเอียดถึง 0.02 องศาเซลเซียส ส่วนค่าที่บันทึกได้จากการเฉลี่ยค่าที่วัด 3 ตำแหน่งบนแผ่นดูดแสงอาทิตย์ รูปที่ 3.6

แสดงการจัดวงจรเพื่อวัดอุณหภูมิที่แผ่นดูดของแผงรับแสงอาทิตย์

3.5.5 ออริฟิสและมาโนมิเตอร์ ลักษณะของออริฟิสและการประกอบเข้ากับท่อแสดงในรูปที่ 3.7 ออริฟิสและมาโนมิเตอร์ใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเข้าแผงรับแสงอาทิตย์ โดยวัดเป็นความสูงของน้ำเป็นมิลลิเมตร์จากมาโนมิเตอร์แบบเอียง มาโนมิเตอร์ที่ใช้เป็นแบบ 434 V ของ Airflow Developments Co. ซึ่งสามารถวัดความสูงของน้ำได้ในช่วง 0 ถึง 12.5, 25, 50, 125 และ 250 มิลลิเมตร และนำค่าความสูงของน้ำที่วัดได้มาเปลี่ยนเป็นค่าอัตราการไหลของอากาศจากสมการที่ได้ปรับค่าโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วของอากาศ (Air velocity meter) แบบ 115AV ของ Dwyer Instruments, Inc. ดังนี้

$$Q = 86.49\sqrt{H}$$

หรือ $$m = 104.13\sqrt{H}$$

เมื่อ Q เป็นอัตราการไหลของอากาศ, ลบ.ม./ชม.

m อัตราการไหลของมวลของอากาศ, กก./ชม.

H ความสูงของน้ำ, มม.

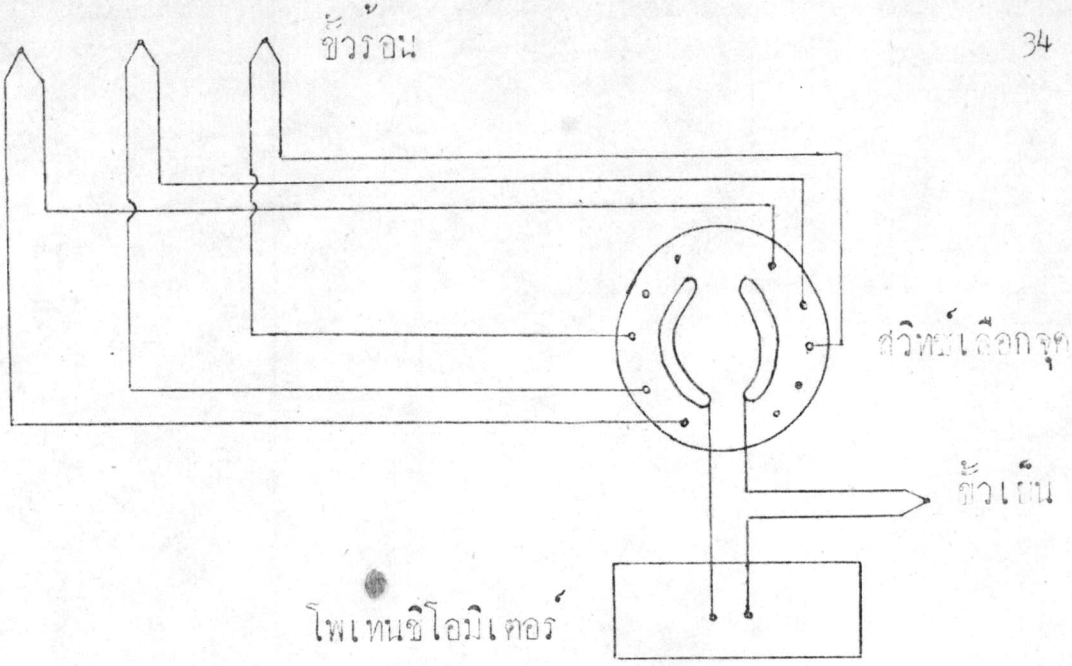
ในการวัดค่าความสูงของน้ำโดยมาโนมิเตอร์แบบเอียง เลือกวัดความสูงของน้ำในช่วง 0–25 มิลลิเมตร สามารถวัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร ทำให้สามารถวัดอัตราการไหลของอากาศได้ละเอียดถึง 8.65 ลบ.ม./ชม.

3.5.6 วัตต์มิเตอร์ ใช้สำหรับวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการหมุนมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนพัดลมดูดอากาศ โดยวัดเป็นหน่วย(Unit หรือ กิโลวัตต์–ชั่วโมง) วัตต์มิเตอร์ที่ใช้สามารถวัดได้ละเอียด 0.1 กิโลวัตต์–ชั่วโมง โดยบันทึกค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เมื่อสิ้นสุดการทดลองแต่ละครั้ง

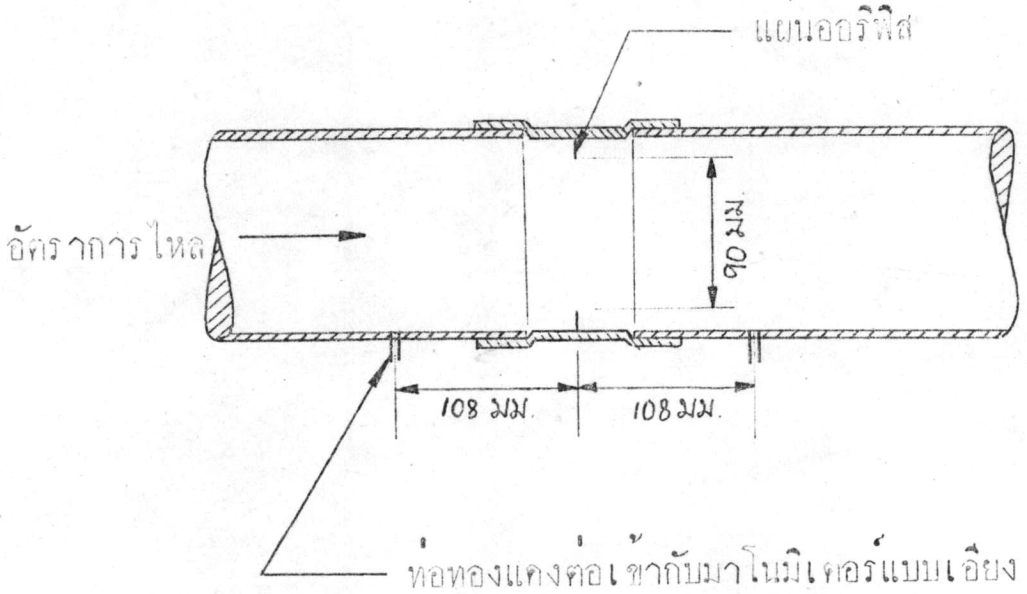
3.5.7 นาฬิกาจับเวลา ใช้สำหรับจับเวลาเพื่อทำการวัดค่าต่างๆ ในขณะที่ทำการทดลอง

3.6 วิธีการทดลอง

ในการทำการทดลอง ได้ทดลองอบข้าวเปลือกนาปีซึ่งเก็บเกี่ยวมาจากนาเป็นจำนวน 10 ครั้ง แต่ละครั้งทำการอบข้าวเปลือกจำนวน 50 กิโลกรัม โดยมีอัตราการไหลของอากาศ



รูปที่ 3.6 การจัดวงจรเพื่อวัดอุณหภูมิของแผ่นรับของแผงรับแสงอาทิตย์



รูปที่ 3.7 ขนาดและตำแหน่งของออริฟิส

คงที่เท่ากับ 273.51 ลบ.ม./ชม.(329.29 กก./ชม.) และให้อากาศร้อนที่ผ่านเข้าอบข้าวเปลือกมีอุณหภูมิไม่เกิน 45 °ซ เพื่อป้องกันการแตกหักของข้าวเปลือกเมื่อนำข้าวเปลือกไปสี ทำการอบข้าวเปลือกให้มีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 14 % มาตรฐานเปียก(16.28 % มาตรฐานแห้ง) จากการทดลองจะทำการบันทึกค่าเวลาขณะทำการทดลอง ความเข้มของแสงอาทิตย์บนพื้นราบ ความชื้นของข้าวเปลือก อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศที่เข้ายังแผงรับแสงอาทิตย์ อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ออกจากแผงรับแสงอาทิตย์ อุณหภูมิที่แผ่นดูดของแผงรับแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศที่ออกจากตู้อบข้าวเปลือก