บทที่ 3

อุปกรณ์การทดลอง และวิธีการทดลอง

3.1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการอบแห้งของงานวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่ได้ทำการออกแบบปรับปรุงจากเครื่องอบข้าวพลังงานแสงอาทิตย์ของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (8) โดยได้สร้างท่อเผาไหม้เพิ่มขึ้นไว้ตอนใกล้ชั้นวางของ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2 ก และ 3.2 ข จึงขอแบ่งเครื่องมือนี้ออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

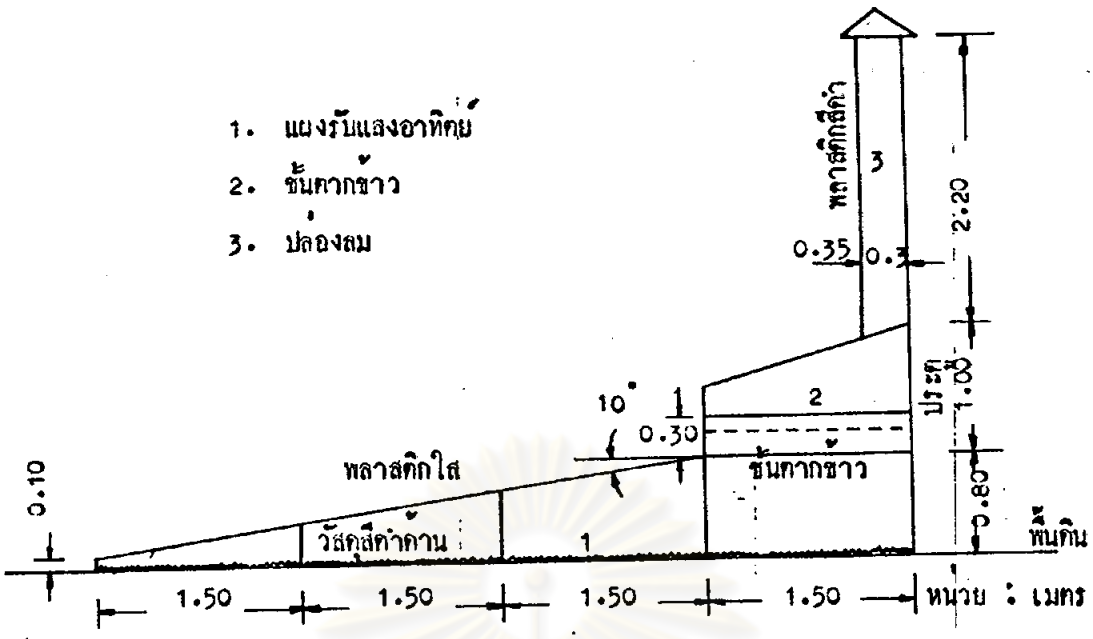
1. เครื่องอบข้าวพลังงานแสงอาทิตย์ของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
2. ท่อเผาไหม้พร้อมด้วยปล่องเผาไหม้เป็นส่วนเพิ่มเติม

3.1.1 เครื่องอบข้าวพลังงานแสงอาทิตย์ของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

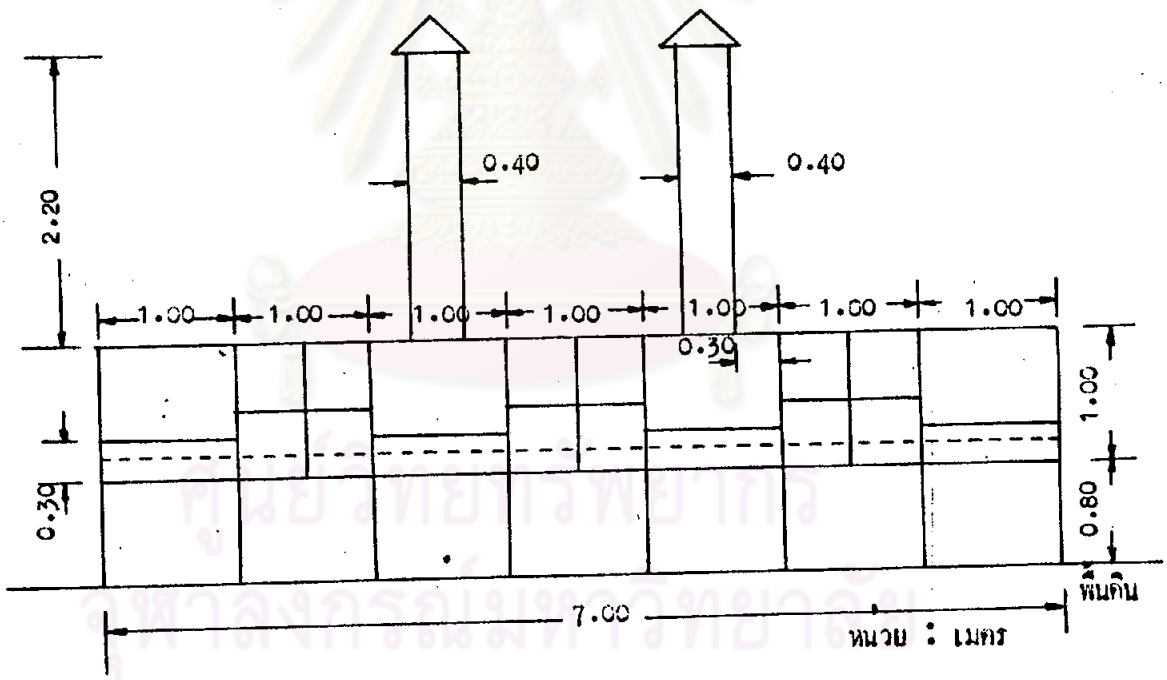
ลักษณะของเครื่องอบข้าวพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังรูปที่ 3.1 ก. และ 3.1 ข. ได้แก่

1. แผงรับแสงอาทิตย์
2. ชั้นวางของ
3. ปล่องลม

3.1.1.1 แผงรับแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยพลาสติกสีดำปูบนพื้นดินมีขนาด 4.5 x 7.0 $ม.^2$ เหนือพลาสติกสีดำนี้คลุมด้วยพลาสติกใส พี.วี.ซี หนา 0.3 มม. โดยคลุมแบบให้มีความลาดเอียงจากด้านหน้าที่เป็นทางเข้าของอากาศสูง 0.10 เมตร แล้วค่อยสูงขึ้นเรื่อยไปจนถึงชั้นวางของ มุมของความลาดเอียงเท่ากับ 10° ทำมุมกับพื้นดิน โครงของเครื่องมือทั้งหมดทำด้วยต้นไม้ไผ่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 2-3 ซม. ถึง 5-10 ซม.



รูปที่ 3.1.ก ภาพด้านข้างของเครื่องอบข้าวพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 3.1.ข ภาพด้านหลังของเครื่องอบข้าวพลังงานแสงอาทิตย์

3.1.1.2 ชั้นวางของ ทำด้วยไม้ไผ่สานมีช่องหรือรูให้อากาศผ่านได้ สะดวกที่ชาวบ้านเรียกว่า เสียม หรือเสวียน มีพื้นที่ 1.5 x 7.0 $ม.^2$ ด้านบนของไม้ไผ่สานนำตาข่ายไนล่อน ปูทับอีกชั้นหนึ่งเพื่อกันเมล็ดข้าวเปลือกร่วงลงไปได้ ขนาดช่องตาข่าย 1 ช่อง มีพื้นที่ประมาณ 2.0 x 1.5 $มม.^2$ ชั้นตากอยู่สูงจากพื้นดิน 0.80 ม. ผนังทั้งสี่ด้านของชั้นตากกั้นไว้ด้วยไม้อัดสูง 0.30 ม. ด้านหลังของชั้นตากมีประตูทำด้วยโครงไม้ไผ่ ซึ่งคลุมด้วยพลาสติกใส พี.วี.ซี. หนา 0.30 มม. ขนาดของประตู 1.0 x 1.0 $ม.^2$ อัตราส่วนของพื้นที่ชั้นตาก ต่อพื้นที่แผงรับแสงอาทิตย์เป็น 1 ต่อ 3 หลังคากะบะและผนังด้านนอกทุกด้านคลุมด้วยพลาสติกใส พี.วี.ซี หนา 0.30 มม.

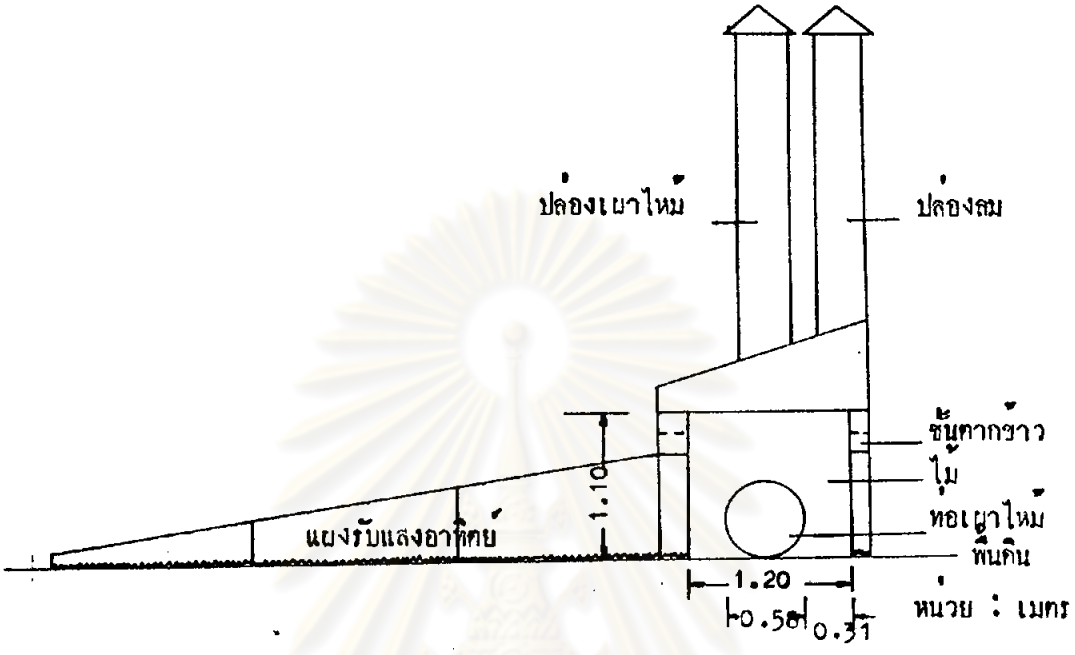
3.1.1.3 ปล่องลม ประกอบด้วยโครงไม้ไผ่ คลุมด้วยพลาสติกสีดำ จำนวน 2 ปล่อง ลักษณะของปล่องมองทางภาคตัดขวางเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ยาวด้านละ 0.40 ม. แต่ละปล่องสูง 4.0 ม. จากพื้นดินบนปล่องมีหมวกปิดกันฝนทำด้วยไม้อัด และคลุมด้วยพลาสติกสีดำ ใต้หมวกกันฝนจะเปิดเป็นที่โล่งไว้ ให้อากาศภายในเครื่องระบายออกสู่ภายนอก

3.1.2 ท่อเผาไหม้พร้อมด้วยปล่องเผาไหม้

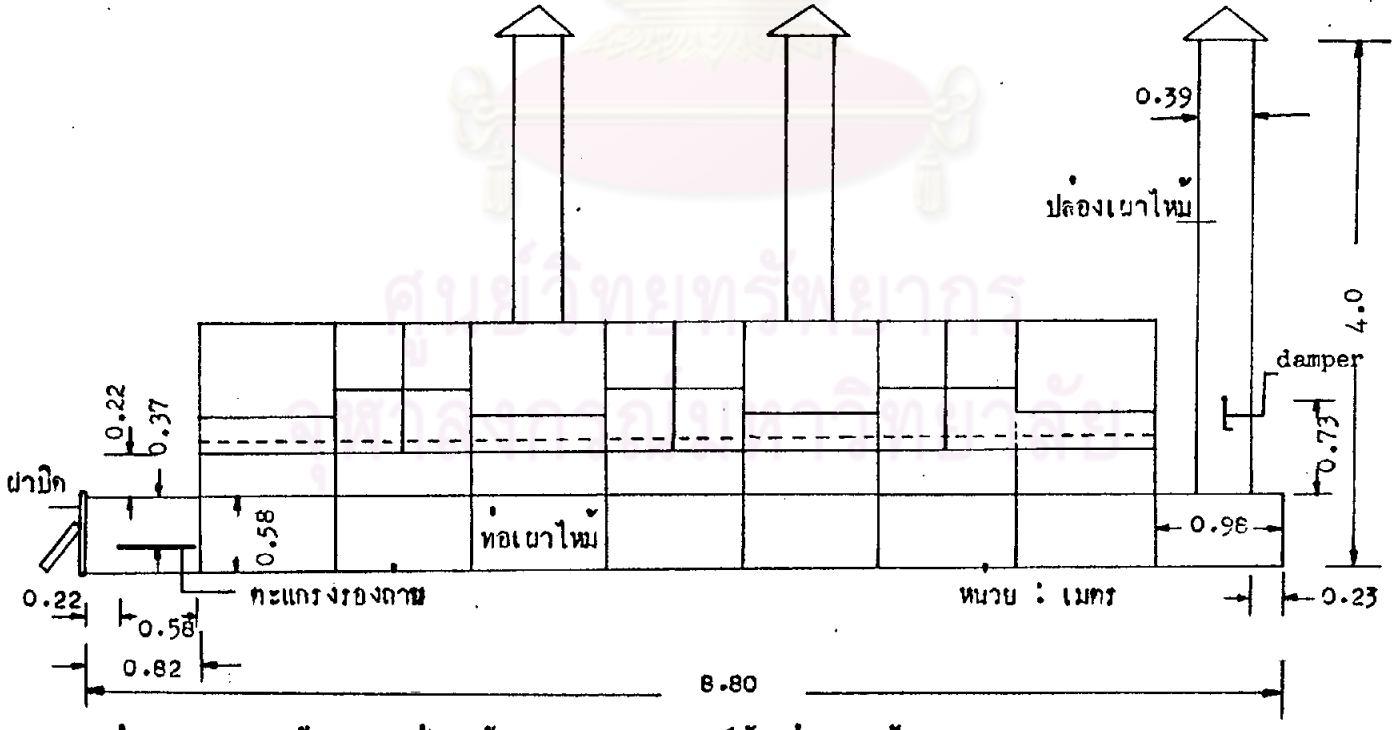
ลักษณะของท่อเผาไหม้พร้อมด้วยปล่องเผาไหม้ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.2 ก. และ 3.2 ข. ได้แก่

1. ท่อเผาไหม้
2. ปล่องเผาไหม้
3. ตะแกรงรองถ่าน
4. ฝาปิดหน้าท่อเผาไหม้
5. damper

3.1.2.1 ท่อเผาไหม้ ใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.58 ม. จำนวน 10 ลูก แต่ละลูกเอาฝาที่ปิดหัวท้ายออกยกเว้นลูกสุดท้ายเปิดหัว ปิดท้าย แล้วนำมาเชื่อมต่อกันเป็นแถวยาวได้ความยาวทั้งหมด 6.8 ม.



รูปที่ 3.2. ก. รูปด้านข้างของเครื่องอบข้าวพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมท่อเผาไหม้



รูปที่ 3.2.ข. รูปด้านหลังเครื่องอบข้าวพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมท่อเผาไหม้

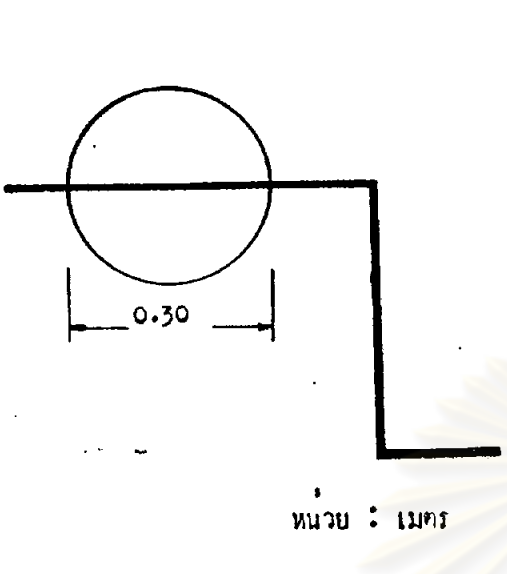
3.1.2.2 ปล่องเผาไหม้ ทำด้วยเหล็กบางหนา 1.5 มม. นำมาม้วนเป็นท่อทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.39 ม. ปลายปล่องเผาไหม้อยู่สูงจากพื้นดิน 4 เมตร ที่ปลายปล่องเผาไหม้มีหมวกกันฝนทำด้วยเหล็กบางหนา 1.5 มม. เช่นเดียวกัน ปล่องเผาไหม้เชื่อมต่อกับท่อเผาไหม้ที่ระยะห่างจากปลายท่อเผาไหม้ 0.23 ม. อากาศภายในท่อเผาไหม้สามารถไหลออกสู่บรรยากาศได้ทางปล่องเผาไหม้

3.1.2.3 ตะแกรงรองถ่านทำด้วยเหล็กเจาะรู แต่ละรูมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 มม. ขนาดของตะแกรง 0.58 x 0.55 $ม.^2$ ขอบทั้งสี่เชื่อมด้วยเหล็กฉาก โดยจะนำตะแกรงนี้ไปวางไว้ทางด้านต้นท่อเผาไหม้ ห่างจากขอบปลายประมาณ 0.22 ม. ตะแกรงอยู่ห่างจากผนังท่อด้านบน 0.37 ม. อยู่ห่างจากผนังท่อด้านล่าง 0.21 ม. ตะแกรงนี้สามารถเคลื่อนย้ายเข้าออกได้เช่น เมื่อเสร็จสิ้นการเผาไหม้จะมีเถ้ากองอยู่เต็มตะแกรง จึงสามารถที่จะยกออกไปเททิ้งข้างนอกก็ได้

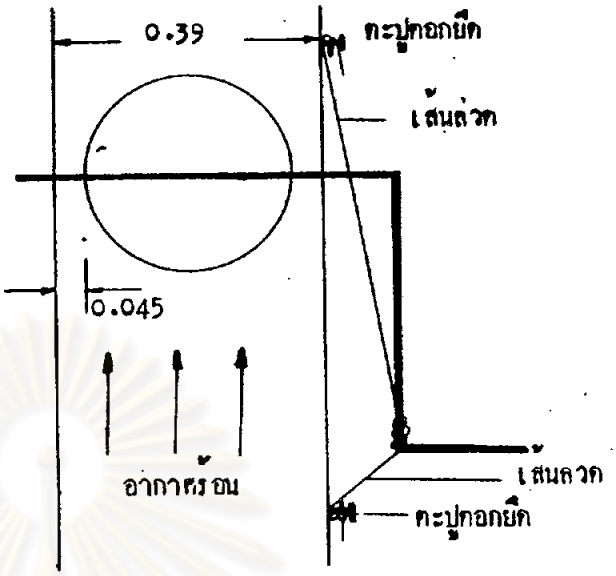
3.1.2.4 ฝาปิดหน้าท่อเผาไหม้ ทำด้วยฝาปิดถังน้ำมัน 200 ลิตร สามารถเปิดปิดมากน้อยได้ โดยใช้ไม้หรือก้อนอิฐค้ำหรือยันไว้ ใช้ปรับให้อากาศเข้าได้มากหรือน้อยตามต้องการ และยังกันปริมาณความร้อนสูญเสียโดยการพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อนด้วย

3.1.2.5 damper ทำด้วยฝาถังขนาด 5 แกลลอน เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 ม. นำมาเชื่อมต่อกับเหล็กเส้นดัดงอ ดังรูปที่ 3.3 ก. นำไปใส่ในปล่องเผาไหม้ที่ระยะห่างจากโคนปล่อง 0.73 ม. ลักษณะการติดตั้งแสดงในรูปที่ 3.3. ข

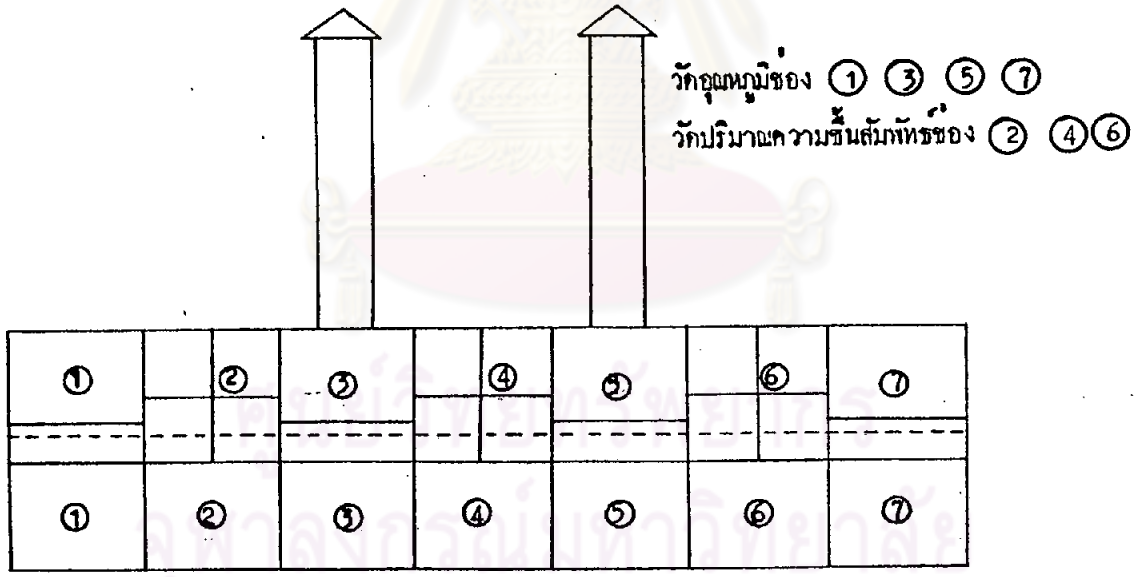
เมื่อทำการเตรียมท่อเผาไหม้พร้อมปล่องเผาไหม้เรียบร้อยแล้ว จะนำท่อเผาไหม้นี้สอดเข้าใต้ชั้นตากของเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเจาะพลาสติกด้านข้างทั้งสองใต้ชั้นตากเป็นรูวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าของท่อเผาไหม้ เมื่อสอดเข้าเรียบร้อยแล้วโดยให้ต้นท่อเผาไหม้อยู่ห่างจากตัวเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ 0.82 ม. และปลายท่อเผาไหม้อยู่ห่างจากเครื่องอบฯ 0.98 ม. จากนั้นนำไม้อัดสี่เหลี่ยมขนาด 1.20 x 1.10 $ม.^2$ จำนวน 2 แผ่น นำแต่ละแผ่นมาตัดเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าของท่อเผาไหม้ประมาณ 1 ซม. ให้สามารถครอบท่อเผาไหม้ได้ นำไปครอบท่อเผาไหม้ทั้งสองด้านของเครื่องอบ ตอกตะปูยึด



รูปที่ 3.3.ก. ลักษณะ damper



รูปที่ 3.3.ข. ลักษณะ damper ในปล่องเผาไหม้



รูปที่ 3.4 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิอากาศชั้นบนและชั้นล่างของกะบะที่ช่อง 1, 3, 5,และ 7 และแสดงตำแหน่งการวัดปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ชั้นบนและชั้นล่างของกะบะที่ช่อง 2, 4 และ 6

กับเครื่องอบฯ ให้แน่น อุดช่องว่างระหว่างไม้อัดและผนังท่อเผาไหม้ด้วย Silicone sealant rubber ซึ่งเมื่อแห้งจะแข็งตัวและเหนียวทนความร้อนได้สูงกว่า 300°ซ เพื่อกันไม่ให้อากาศร้อนหนีออกมาภายนอกเครื่องอบ จากนั้นนำพลาสติกมาคลุมรอบผนังท่อ โดยใช้เทปใสติดกับแผ่นไม้ โดยวิธีนี้พลาสติกจะไม่ไหม้ไฟ และไม้จะไม่ไหม้ เนื่องจากมี Silicone sealant rubber ซึ่งทนความร้อนได้สูงกั้นไว้อีกชั้นหนึ่ง

3.2 เครื่องวัดต่าง ๆ

เครื่องวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ มี ดังต่อไปนี้คือ

3.2.1 เครื่องวัดอุณหภูมิที่ใช้มี 3 แบบด้วยกันคือ

1. เทอร์โมมิเตอร์ แบบปรอท ของจีนแดง วัดอุณหภูมิช่วง 0–100°ซ

2. เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิของบริษัท Fuji แบบ New Kers Wide Scale Self-Balancing Recorder Type PGN บันทึกอุณหภูมิออกมาเป็นกราฟที่ระยะเวลาต่าง ๆ ในช่วง 0–300°ซ โดยมี Pt 100 Ω เป็นตัวส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังเครื่องและบันทึกค่าออกมาเป็นกราฟ ความถูกต้องของค่าที่วัดได้ร้อยละ ± 1.5 ของค่าเต็มสเกลของกราฟที่ใช้บันทึก

3. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบ Digital Temperature Indicators ของ RKC การวัดใช้กดออกมาเป็นตัวเลข โดยมีเทอร์โมคัปเปิลชนิด C.A. (K) เป็นตัวส่งสัญญาณไฟฟ้า วัดอุณหภูมิช่วง 0–400°ซ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1,200°ซ - ความถูกต้องร้อยละ 0.3 ของค่าเต็มสเกล

3.2.2 เครื่องวัดปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ได้แก่ Pocket Sling Psychrometer ของบริษัท Taylor Instrument สหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย Sling Pocket Case และ Slide Rule Sling Psychrometer วัดอุณหภูมิช่วง 20° ถึง 120°ฟ เมื่อจะนำมาใช้ให้หยดน้ำลงบนกะเปาะเปียกให้ชุ่มแล้วทำการแกว่งสักครู่ จึงอ่านค่าอุณหภูมิกะเปาะเปียกกับกะเปาะแห้งแล้วนำไปเทียบกับ Humidity Chart ได้เป็นค่าปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

3.2.3 เครื่องวัดอัตราเร็วของกำซร้อนที่ออกจากปล่อง เฉาไหม้และปล่องลม ได้แก่ Biram's Anemometer ของบริษัท Taylor สำหรับวัดความเร็วช่วง 200 ถึง 3,000 ฟุตต่อนาที ลักษณะเป็นใบพัด ซึ่งจะรับลมร้อนที่ออกมาแล้วหมุนไปตามขนาดของลม เมื่อใบพัดหมุนแกนที่ต่อเข้าเครื่องมิเตอร์แสดงตัวบอกอัตราการไหลของลมนั้น

3.2.4 เครื่องวัดปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก ใช้เครื่องมืออิเลคโทรนิคส์ ชนิด Kett Riceter Model 3 ของบริษัท Kett Electric Laboratory ใช้วัดปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวช่วงร้อยละ 12–30 มีความถูกต้องในการวัดร้อยละ ± 0.5 ในช่วงความชื้นร้อยละ 12–20 ใช้วัดได้ทั้งเมล็ดข้าวเปลือก ข้าวสาร ข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลี เครื่องมือประกอบด้วย Leather Case Sample Dish 2 อัน Cleaning Brush และ Spoon พร้อมด้วย tweezer. ขนาดของเครื่องมือสูง 7 ซม. กว้าง 15 ซม. ลึก 9 ซม. หนักประมาณ 950 กรัม ใช้ไฟจากแบตเตอรี่ DC 6V ก่อนทำการวัดต้องตรวจสอบแบตเตอรี่โดยกดปุ่มในเครื่องถ้าไฟขึ้นแสดงว่าใช้ได้ การหาปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าว ทำได้โดยนำเมล็ดข้าวที่ใช้เป็นตัวอย่างประมาณ 13 เม็ด มาเรียงใส่ไว้ใน Sample dish ที่สะอาดสอด dish เข้าไว้ในช่องด้านข้างของเครื่อง หมุนเกลียวให้แน่นสุด กดปุ่มเพื่ออ่านค่าตัวเลขแสดงปริมาณความชื้นที่ปรากฏบนสเกล ตัวเลขบนสเกลมี 2 ช่องคือ ร้อยละ 11–20 และร้อยละ 20–30 ซึ่งสามารถเลือกใช้สเกลได้ตามลักษณะความชื้นของเมล็ดข้าว

3.2.5 เครื่องวัดปริมาณ global radiation โดยใช้ pyranometer ของบริษัท Kipp & Zonen ประเทศ Holland ทำการวัดตลอดเวลาโดยต่อเข้ากับเครื่องบันทึก (recorder) ชื่อ Aleptation ของประเทศฝรั่งเศส

3.2.6 เครื่องชั่งน้ำหนัก ใช้ 2 เครื่อง เครื่องหนึ่งวัดน้ำหนักช่วง 0–150 กก. และอีกเครื่องหนึ่งวัดช่วง 0–40 กก.

3.3 วิธีการทดลอง

เนื่องจากในการทดลองนี้ได้ใช้แหล่งพลังงานจาก 2 แหล่งด้วยกันคือ ความร้อนจากการเผาไหม้ถ่านไม้ และพลังงานจากแสงอาทิตย์ จึงได้แบ่งการทดลองนี้ออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้คือ

1. การอบโดยใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ถ่านไม้
2. การอบโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์

3.3.1 การทดลองอบข้าวโดยใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ถ่านไม้

ในขั้นตอนการทดลองนี้จะเริ่มทำการทดสอบประสิทธิภาพของท่อเผาไหม้ที่ได้ทำการออกแบบไว้ในครั้งแรกก่อน และทำการปรับปรุงจนสามารถใช้งานได้ดีแล้ว จึงทำการทดลองอบข้าวตามต้องการ โดยมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้คือ

3.3.1.1 การทดลองเผาถ่านไม้ภายในท่อเผาไหม้ โดยยังไม่ติด damper

การทดลองกระทำในเวลากลางคืนประมาณ 18.00 น. ถึง 6.00 น. ของวันรุ่งขึ้น เพื่อไม่ให้ได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ ตอนแรกทำการศึกษาลักษณะการทำงานของท่อเผาไหม้ และอัตราการเติมถ่านเพื่อให้ได้อุณหภูมิอากาศร้อนได้ขั้นตามในช่วง 50–55 °ซ ตามต้องการ ก่อนทำการทดลองเตรียมติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิตามจุดต่าง ๆ ให้เรียบร้อย ดังนี้คือ

1. การวัดอุณหภูมิที่ผนังท่อเผาไหม้ใช้วัดด้วย Digital Temperature Indicators ของ RKC นำปลายของเทอร์โมคัปเปิล จำนวน 5 เส้น ทาด้วย Silicone Grease ติดบนส่วนสูงสุดของผนังท่อเผาไหม้นับจากพื้นดิน และปิดทับด้วย Aluminum tape อาจใช้ก้อนหินกดทับข้างบนเพื่อมิให้หลุด ทำการติดที่ระยะห่างจากขอบของเครื่องอบ ด้านหน้าท่อเผาไหม้ 0.7, 2.1, 3.5, 4.9 และ 6.3 ม. ตามลำดับ (ดูรูปที่ 3.5)

2. การวัดอุณหภูมิที่ชั้นตากและปล่องเผาไหม้ ใช้วัดโดยเครื่องบันทึกอุณหภูมิของบริษัท Fuji มี Pt 100 Ω เป็นตัวรับสัญญาณ นำสาย Pt 100 Ω จำนวน 5 เส้น ไปวางไว้บนชั้นตากที่ระยะเดียวกับที่วางเทอร์โมคัปเปิล ส่วนอีกสายหนึ่งนำไปวางในปากปล่องเผาไหม้ต่ำจากปากปล่องประมาณ 1 ฟุต เครื่องจะบันทึกอุณหภูมิออกมาเป็นกราฟตลอดเวลา

3. การวัดอุณหภูมิที่เหนือและใต้ชั้นตาก ใช้วัดโดยเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท 0–100 °ซ โดยแบ่งเครื่องอบออกตามแนวยาวออกเป็น 7 ช่อง ยาวช่องละ 1 เมตร ดังในรูปที่ 3.4 ทำการวัดที่กึ่งกลางของช่องที่ 1, 3, 5 และ 7 ทั้งช่วงบนและช่วงล่างของชั้นตาก โดยนำเทอร์โมมิเตอร์มาแขวนไว้ด้วยลวดเหนือชั้นตากข้าว ส่วนใต้ชั้นตากใช้เจาะพลาสติกเป็นรูแล้วสอดเทอร์โมมิเตอร์เข้าไป

เครื่องมือวัดอุณหภูมิดังกล่าวข้างต้นนี้จะติดตั้งไว้เช่นนี้ตลอดทุกการทดลอง

เมื่อเริ่มการทดลอง นำถ่าน 2 กก. วางไว้บนตะแกรงรองถ่าน ทำการติดไฟ เมื่อถ่านเริ่มติดไฟดีแล้วจึงปิดฝาหน้าเตา หลังจากนั้นทำการเติมถ่านครั้งละ 2 กก. ทุกครึ่งชม. โดยทำการเกลี่ยถ่านทุกครั้งก่อนที่จะเติมเข้าไปใหม่ ในขณะเดียวกันกับที่เริ่มทำการทดลองได้บันทึกค่าต่าง ๆ ไปพร้อม ๆ กันได้แก่

อุณหภูมิที่ผนังท่อเผาไหม้ อุณหภูมิอากาศเหนือและใต้ชั้นตากภายในเครื่องอบ อุณหภูมิ บรรยากาศ วัดทุก 1 ชม.

อุณหภูมิที่ชั้นตาก อุณหภูมิปากปล่องเผาไหม้ ความเร็วลม วัดตลอดระยะเวลาการทดลอง

3.3.1.2 การทดลองเผาถ่านไม้ภายในท่อเผาไหม้ โดยปิด damper การทดลองกระทำเช่นเดียวกับการทดลองหัวข้อ 3.3.1.1 ต่างกันที่ปิด damper ตลอดระยะเวลาการทดลอง

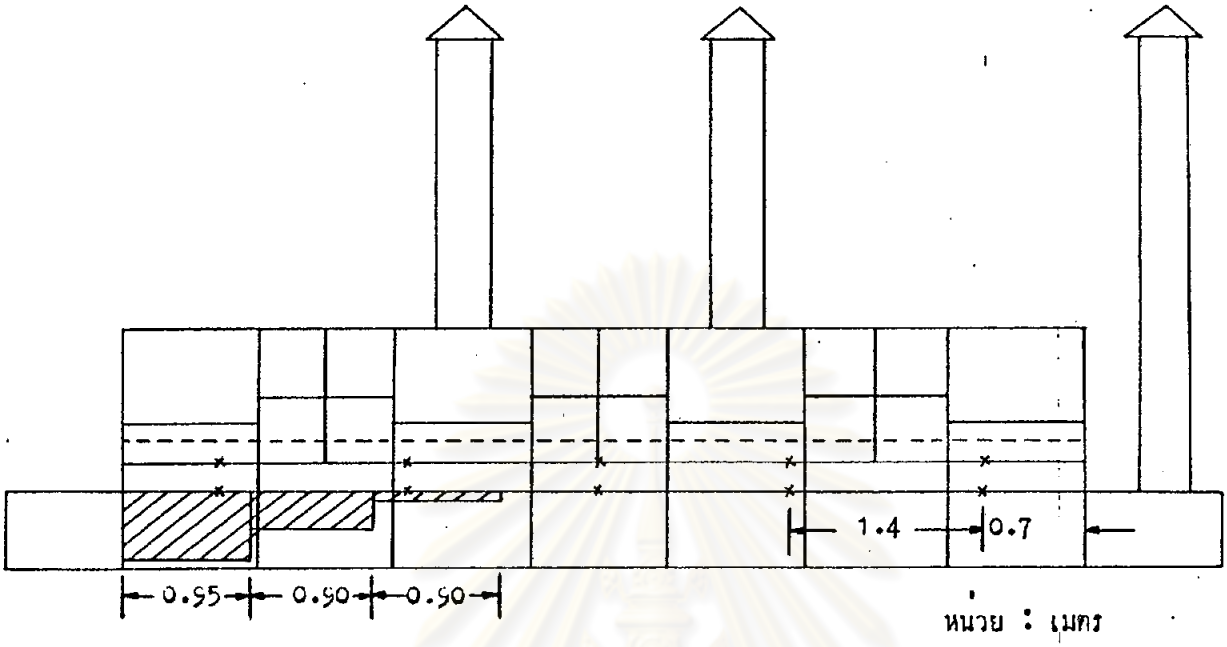
จากข้อมูลของการทดลองในหัวข้อ 3.3.1.1 และ 3.3.1.2 เราได้นำมาปรับปรุงท่อเผาไหม้ดังนี้คือ

3.3.1.3 การทดลองเผาถ่านไม้ภายในท่อเผาไหม้ เมื่อทำการหุ้มฉนวนผนังท่อเผาไหม้ด้วยดินเหนียว โดยนำดินเหนียวมาคลุกกับฟางข้าว เพื่อให้ฟางข้าวเป็นตัวยึดดินเหนียวเกาะติดกันเมื่อดินเหนียวแห้ง เพราะปกติดินเหนียวเมื่อแห้งจะแตกร้าวและร่วงหล่นได้ง่าย เมื่อผสมกันดีแล้วนำไปหุ้มผนังท่อเผาไหม้ โดยหุ้มทับแผ่น Aluminum tape ที่ปิดทับเทอร์โมคัปเปิลอยู่ หุ้มให้หนาประมาณ 1 นิ้ว หุ้มพื้นที่มากไปน้อยจากต้นท่อไปปลายท่อดังนี้คือ ช่วงที่หนึ่งพื้นที่ 1.53 x 0.95 $ม^2$ ช่วงที่สองพื้นที่ 0.90 x 0.90 $ม^2$ ช่วงที่สามพื้นที่ 0.34 x 0.90 $ม^2$ ลักษณะการหุ้มแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 เราทำการยึดดินเหนียวไว้ด้วยลวดอีกชั้นหนึ่งที่ระยะต่าง ๆ ห่างกันประมาณ 0.30 ม. เมื่อดินเหนียวแห้งแล้วจึงจะสามารถทำการทดลองได้ การทดลองกระทำในเวลากลางคืน วิธีการทดลองดำเนินไปเช่นเดียวกับการทดลองหัวข้อ 3.3.1.2

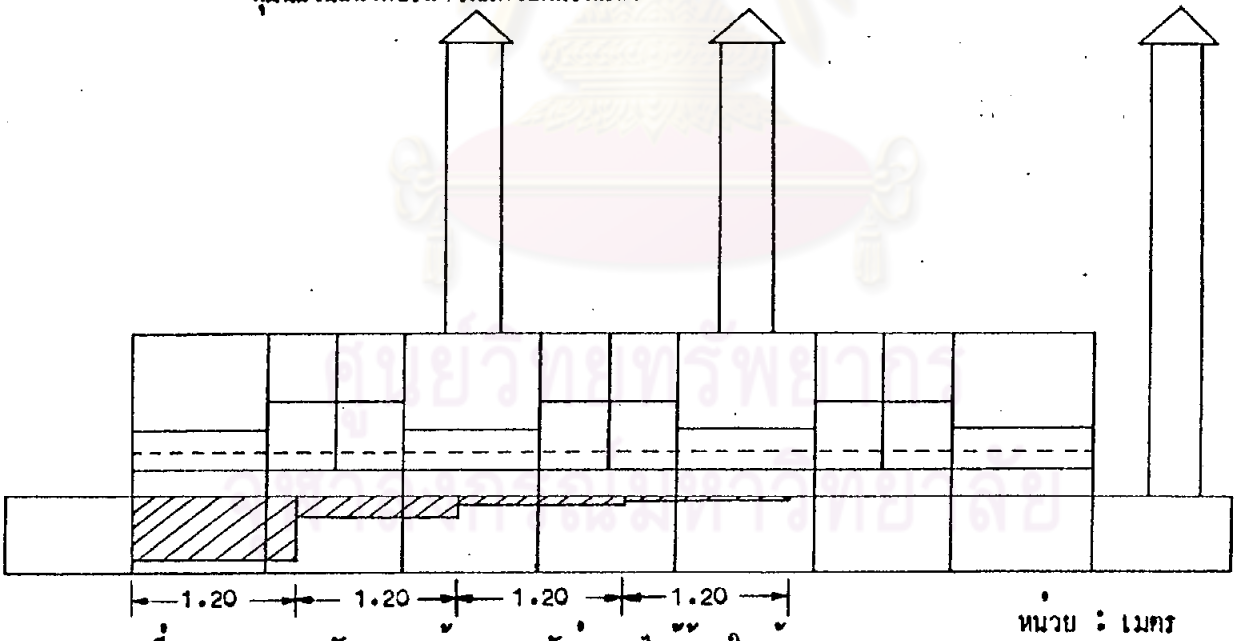
จากข้อมูลของการทดลองในหัวข้อ 3.3.1.3 ได้ทำการออกแบบปรับปรุงท่อเผาไหม้ดังนี้คือ

3.3.1.4 การทดลองเผาถ่านไม้ภายในท่อเผาไหม้ เมื่อทำการหุ้มฉนวนผนังท่อเผาไหม้ด้วยใยแก้ว โดยนำดินเหนียวที่หุ้มผนังท่อเผาไหม้อยู่เดิมนั้นออกไปแล้วหุ้มด้วยใยแก้วแทน ลักษณะการหุ้มเช่นเดียวกับการหุ้มด้วยดินเหนียว แต่พื้นที่ในการหุ้มแตกต่างกันดังนี้คือ ช่วงที่หนึ่งมีพื้นที่ 1.35 x 1.20 $ม^2$ ช่วงที่สองพื้นที่ 0.60 x 1.20 $ม^2$ ช่วงที่สามพื้นที่ 0.30 x 1.20 $ม^2$ ช่วงที่สี่พื้นที่ 0.20 x 1.20 $ม^2$ ลักษณะการหุ้มแสดงไว้ในรูปที่ 3.6 การทดลองกระทำในเวลากลางคืน วิธีการทดลองดำเนินไปเช่นเดียวกับการทดลองหัวข้อ 3.3.1.2

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงท่อเผาไหม้จนสามารถใช้งานได้ตามต้องการแล้ว จึงได้ทำการทดลองอบข้าวที่ความหนาชั้นข้าวต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ



รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิที่ผนังท่อเผาไหม้และอุณหภูมิที่ชั้นตาก และแสดงลักษณะการหุ้มฉนวนผนังท่อเผาไหม้ด้วยดินเหนียว



รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะการหุ้มฉนวนผนังท่อเผาไหม้ด้วยใยแก้ว

3.3.1.5 การทดลองอบข้าวเปลือกที่ความหนาชั้นข้าวต่าง ๆ โดยใช้พลังงานจากการเผาไหม้ถ่านไม้ การทดลองมีดังนี้คือ

3.3.1.5.1 ทดลองอบข้าวเปลือกที่ความหนาชั้นข้าว 8 ซม. โดยการเกลี่ยข้าวทุก 3 ซม. วิธีการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงที่หนึ่งเป็นการเตรียมข้าวใส่ในเครื่องอบ ส่วนช่วงที่สองเป็นการเผาไหม้ถ่านไม้ภายในห่อเผาไหม้เพื่อนำความร้อนที่ได้ไปใช้ในการอบข้าว

การทดลองช่วงที่หนึ่ง นำข้าวเปลือกมาชั่งน้ำหนักก่อน แล้วจึงนำไปใส่ในเครื่องอบ เกลี่ยให้ได้ความหนาชั้นข้าวตลอดชั้นตากหนาประมาณ 8 ซม. ที่ประตูทั้งสามของเครื่องอบเว้นที่ไว้บนชั้นตาก แล้วนำเมล็ดข้าวเปลือกมาใส่ให้เต็มตะแกรง ตะแกรงนี้ทำด้วยโครงไม้มีพื้นที่ 0.25 x 0.29 $ม^2$ สูง 2 ซม. ด้านล่างกั้นด้วยตาข่ายชนิดเดียวกับตาข่ายที่ปูบนชั้นตาก เพื่อให้อากาศผ่านชั้นข้าวได้ นำตะแกรงที่มีข้าวเปลือกใส่อยู่เต็ม 4 อันวางซ้อนกันเรียกว่า 1 ชุด นำตะแกรงข้าวเปลือกไปวางไว้ที่ช่องที่เว้นไว้ที่ประตูทั้งสามช่องละ 1 ชุด จากนั้นเกลี่ยข้าวในชั้นตากที่อยู่รอบตะแกรงให้ชิดขอบตะแกรง เพื่อไม่ให้มีช่องว่างเหลืออยู่ ข้าวเปลือกในตะแกรงที่ช่องประตูทั้งสามจะใช้เป็นตัวแทนของข้าวเปลือกภายในเครื่องอบทั้งหมด เพื่อนำไปหาปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกที่เวลาในการอบต่าง ๆ โดยจะใช้ค่าเฉลี่ยของค่าที่วัดได้จากประตูทั้งสาม ทำการทดลองเมื่อทำการเกลี่ยเท่านั้นโดยทำการเกลี่ยทุก 3 ซม. ทำการเกลี่ยข้าวภายในเครื่องอบทั้งหมด รวมทั้งในตะแกรง การเกลี่ยข้าวในตะแกรงทำได้โดยนำข้าวในตะแกรงชุดนั้นมาเทรวมกันในภาชนะจากนั้นเกลี่ยไปมาให้เข้ากัน แล้วจึงจัดใส่เข้าในตะแกรงนำไปวางไว้ในช่องที่เว้นไว้ตามเดิม

การทดลองช่วงที่สอง เมื่อเตรียมข้าวใส่ในเครื่องอบเรียบร้อยแล้ว ทำการเผาถ่านในอัตรา 2 กก. ทุกครึ่งชม. แต่หากช่วงใดอุณหภูมิสูงเกิน 55 °ซ ให้งดการเติมถ่านในช่วงนั้น ในขณะที่เริ่มทำการเผาถ่านจะทำการวัดข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ไปพร้อมกันได้แก่

1. ปริมาณความชื้นของข้าวเปลือก เมื่อเริ่มการทดลองวัดปริมาณความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือกก่อนโดยใช้เครื่องมืออิเลคโทรนิคส์ชื่อ Kett Riceter Model 3 เนื่องจากในการทดลองนี้ข้าวแห้งค่อนข้างช้ามาก จึงทำการวัดเฉพาะปริมาณความชื้นเริ่มต้นและปริมาณความชื้นสุดท้ายของข้าวเปลือกหลังเสร็จสิ้นการทดลอง การวัดปริมาณความชื้นของข้าวที่ทำการเกลี่ยนี้ จะวัดปริมาณความชื้นของข้าวแต่ละชั้นก่อนที่จะนำมาเกลี่ยรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยของความชื้นข้าวทั้งชุด เมื่อทราบว่าความชื้นข้าวที่เกลี่ยแต่ละชุดของที่ทั้งสามประตู จะนำค่ามาเฉลี่ยอีกครั้งเพื่อหาค่าปริมาณความชื้นข้าวภายในเครื่องอบในเวลานั้น

2. อุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องอบที่เหนือและใต้ชั้นตากและอุณหภูมิบรรยากาศ วัดทุก 1 ชม.

3. อุณหภูมิอากาศร้อนที่ออกจากปล่องเผาไหม้ วัดตลอดระยะเวลาการทดลอง

4. ความเร็วลมที่โคนปล่องลมทั้งสองและที่ปากปล่องเผาไหม้ วัดโดยใช้แอนนีโมมิเตอร์วางไว้ที่โคนปล่องลมทั้งสอง และที่ปากปล่องเผาไหม้ ทำการวัดตลอดระยะเวลาการทดลองแล้วนำมาเฉลี่ยต่อระยะเวลาที่ทำการทดลอง

5. ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในเครื่องอบ ทำการวัดเหนือและใต้ชั้นตากที่ช่อง 2, 4 และ 6 และวัดภายนอกเครื่องอบ ทำการวัดทุก 2 ชม.

3.3.1.5.2 การทดลองอบข้าวเปลือกที่ความหนาชั้นข้าว 4 ซม. โดยการเกลี่ยและไม่เกลี่ยในเวลาการทดลองเดียวกัน

การทดลองช่วงที่หนึ่ง เป็นการเตรียมข้าวใส่เครื่องอบ โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับการเตรียมข้าวใส่เครื่องอบในหัวข้อ 3.3.1.5.1 เพียงแต่ความหนาชั้นข้าวลดลงเหลือ 4 ซม. และนำข้าวเปลือกใส่ตะแกรงชุดละ 2 ชั้นตะแกรง วางไว้ที่ชั้นตากช่วงประตูทั้งสาม ประตูละ 2 ชุด โดยชุดหนึ่งทำการเกลี่ยและอีกชุดหนึ่งไม่ทำการเกลี่ย

การทดลองช่วงที่สอง ทำการทดลองเผาไหม้ถ่านไม้และบันทึกข้อมูลเช่นเดียวกับการทดลองช่วงที่สองหัวข้อ 3.3.1.5.1 เว้นแต่การหาปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกทำการวัดทุก 3 ชม. ข้าวเปลือกชุดที่ทำการเกลี่ย วิธีการวัดเช่นเดียวกับวิธีการวัด

ในหัวข้อ 3.3.1.5.1 ส่วนข้าวเปลือกชุดที่ไม่ทำการเกลี่ย จะทำการวัดปริมาณความชื้นของข้าวแต่ละชั้น ปริมาณความชื้นของข้าวชั้นบนของที่ทั้งสามประตูจะนำมาเฉลี่ยเป็นปริมาณความชื้นของข้าวชั้นบนของข้าวในเครื่องอบทั้งหมด ส่วนข้าวชั้นอื่น ๆ ก็จะนำของทั้งสามประตูมาเฉลี่ยเช่นเดียวกัน

3.3.1.5.3 การทดลองอบข้าวเปลือกที่ความหนาชั้นข้าว 4 ซม. โดยการเกลี่ยและเปิดประตูเครื่องอบ

การทดลองช่วงที่หนึ่ง การเตรียมข้าวใส่เครื่องอบคล้ายกับการทดลองช่วงที่หนึ่งในหัวข้อ 3.3.1.5.2 เพียงแต่มีตะแกรงที่ประตู ๆ ละ 1 ชุด เพื่อทำการเกลี่ยเท่านั้น และทำการเปิดประตูเครื่องอบทุกบาน

การทดลองช่วงที่สอง ทำการทดลองเผาไหม้ถ่านไม้และบันทึกข้อมูลเช่นเดียวกับการทดลองช่วงที่สองหัวข้อ 3.3.1.5.2

3.3.1.5.4 การทดลองอบข้าวเปลือกที่ความหนาชั้นข้าว 2 ซม. โดยการเกลี่ยและทำการทดลองอบข้าวที่ความหนาชั้นข้าว 2, 4, 6 และ 8 ซม. โดยการเกลี่ยในเวลาเดียวกัน

การทดลองช่วงที่หนึ่ง เป็นการเตรียมข้าวใส่เครื่องอบตลอดแนวชั้นตากหนา 2 ซม. ที่ช่องประตูที่หนึ่งวางตะแกรงไว้ 4 ชุด ชุดที่หนึ่งข้าวหนา 2 ซม. ชุดที่สองข้าวหนา 4 ซม. ชุดที่สามข้าวหนา 6 ซม. และชุดที่สี่ข้าวหนา 8 ซม. ส่วนในช่องประตูที่สองและสามวางตะแกรงไว้ช่องละ 1 ชุด หนา 2 ซม. ในการทดลองเปรียบเทียบความชื้นของข้าวหนา 2, 4, 6 และ 8 ซม. นั้นจะใช้ค่าความชื้นที่วัดในช่วงที่หนึ่งทำการเปรียบเทียบ ส่วนในการหาปริมาณความชื้นของข้าวหนา 2 ซม. ในเครื่องอบทั้งหมดนั้น จะใช้ค่าเฉลี่ยของค่าที่วัดได้จากทั้งสามช่องประตู

การทดลองช่วงที่สอง ทำการทดลองเผาถ่านไม้และบันทึกข้อมูล ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองหัวข้อ 3.3.2.5.2

3.3.2 การทดลองอบโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

เป็นการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบภายในเครื่องอบ กับการนำไปตากแดดกลางแจ้งธรรมดา โดยได้ใช้วัตถุดิบ 3 ชนิดด้วยกันคือ ขมิ้น ขิง และข้าวเปลือก

3.3.2.1 การทดลองอบขมิ้นภายในเครื่องอบ เปรียบเทียบกับการตากแดดกลางแจ้งธรรมดา เมื่อเริ่มการทดลองจะต้องเก็บขมิ้นส่วนหนึ่งประมาณ 5–10 หัว เป็นตัวแทนของขมิ้นทั้งหมดไปหาปริมาณความชื้นเริ่มต้น และนำขมิ้นส่วนหนึ่งประมาณ 35 กก. ไปเกลี่ยไว้ภายในเครื่องอบ อีกส่วนหนึ่งประมาณ 35 กก. นำมาเกลี่ยไว้กลางแจ้ง โดยวางบนพลาสติกใสซึ่งปูทับบนพื้นดินข้างเครื่องอบ ทำการตากตั้งแต่เช้าเมื่อเริ่มมีแสงแดดจนถึงตอนเย็นเมื่อไม่มีแสงแดด เมื่อสิ้นสุดการตากในแต่ละวันนำขมิ้นส่วนหนึ่งประมาณ 5–10 หัว ในเครื่องอบ และที่ตากแดดกลางแจ้งไปหาปริมาณความชื้น ขมิ้นภายในเครื่องอบที่เหลือนั้นจะคงทิ้งเอาไว้ตลอดคืนภายในเครื่องอบ ส่วนขมิ้นที่ตากแดดกลางแจ้งจะทำการเก็บไว้ในที่ร่มตอนกลางคืน เพื่อป้องกันน้ำค้าง และจะนำมาตากแดดอีกในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้น ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าขมิ้นจะมีความชื้นประมาณร้อยละ10 หรือขนาดความชื้นตามต้องการจึงหยุดการตากขมิ้น

3.3.2.2 การทดลองอบขิงภายในเครื่องอบ เปรียบเทียบกับการตากแดดกลางแจ้งธรรมดาขิงที่ใช้ในการทดลองนี้มี 2 ชนิดคือ ขิงจากจังหวัดเพชรบุรี และขิงจากจังหวัดนครปฐม ขิงแต่ละชนิดประมาณ 20 กก. นำมาหั่นบาง และอีกส่วนหนึ่งประมาณ 16 กก. นำมาลวกทั้งหัว ฉะนั้นขิงที่ใช้ในการอบประกอบด้วย ขิงนครปฐมหั่นบาง ขิงเพชรบุรีหั่นบาง ขิงนครปฐมลวก และขิงเพชรบุรีลวก นำขิงแต่ละแบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนหนึ่งนำไปอบภายในเครื่องอบ และอีกส่วนหนึ่งนำไปตากแดดกลางแจ้ง ทำการทดลองเช่นเดียวกับการอบขมิ้น เว้นแต่มิได้วัดปริมาณความชื้นของขิงแต่ละแบบทุกวัน แต่

ทำการวัดปริมาณความชื้นเริ่มต้น ปริมาณความชื้นสุดท้าย และระยะเวลาการอบชิงแต่ละแบบเท่านั้น

3.3.2.3 การทดลองอบข้าวเปลือกที่ความหนาชั้นข้าว 4 ซม. ภายในเครื่องอบโดยการเกลี่ยและไม่ทำการเกลี่ย เปรียบเทียบกับการตากข้าวเปลือกกลางแจ้งธรรมดาที่ความหนาชั้นข้าว 3 ซม. โดยการเกลี่ย

วิธีการทดลองข้างที่หนึ่ง การเตรียมข้าวใส่ในเครื่องอบ วิธีการดำเนินการเช่นเดียวกับในหัวข้อ 3.3.1.5.2 เมื่อใส่ข้าวในเครื่องอบเรียบร้อยแล้ว ในขณะเดียวกันนำข้าวเปลือกส่วนหนึ่งมาแผ่ลงบนพลาสติกใสซึ่งปูทับบนพื้นดินใกล้กับเครื่องอบ เพื่อตากแดดกลางแจ้ง ที่ความหนาชั้นข้าวประมาณ 3 ซม. เมื่อเตรียมวัตถุดิบเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงเริ่มทำการวัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ปริมาณความชื้นของข้าวเปลือก วิธีการวัดดำเนินการเช่นเดียวกับในการทดลองหัวข้อ 3.3.1.5.2

2. อุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบที่เหนือและใต้ชั้นตาก วิธีการวัดดำเนินการเช่นเดียวกับในการทดลองหัวข้อ 3.3.1.5.2 แต่ที่ปลายกะเปาะเทอร์โมมิเตอร์ที่แขวนไว้เหนือชั้นตาก และเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิของบรรยากาศมีหมวกคลุมไว้เพื่อกันรังสีแสงอาทิตย์ ซึ่งจะมีผลทำให้อุณหภูมิที่อ่านได้สูงกว่าอุณหภูมิที่แท้จริง

3. ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ วิธีการวัดดำเนินการเช่นเดียวกับในการทดลองหัวข้อ 3.3.1.5.2

4. ความเร็วลมที่ผ่านปล่องลมทั้งสอง วิธีการวัดดำเนินการเช่นเดียวกับในการทดลองหัวข้อ 3.3.1.5.2

5. ปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ วัดโดยใช้ Pyranometer บันทึกออกมาเป็นกราฟตลอดระยะเวลาการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I8207133