

สัญญาเลขที่ RDG60T0104

รายงานฉบับสมบูรณ์

การศึกษาและพัฒนาการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับ
พลังงานความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้กับ
เกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดศรีสะเกษ

Study and development of chilli drying using solar dryer with
biomass stove for small enterprise in Si sa ket province.

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. นายพิศาล สมบัติวงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
2. ดร.จักรพันธ์ โสมะเกษตริน	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
3. นางสาวอรัญญา จำปาไธ	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
4. นางสาวประภัสสรพรรณ สวัสดิ์วงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
5. นางสาวกนกกาญจน์ จิรศิริเลิศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2560

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย วช. - สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

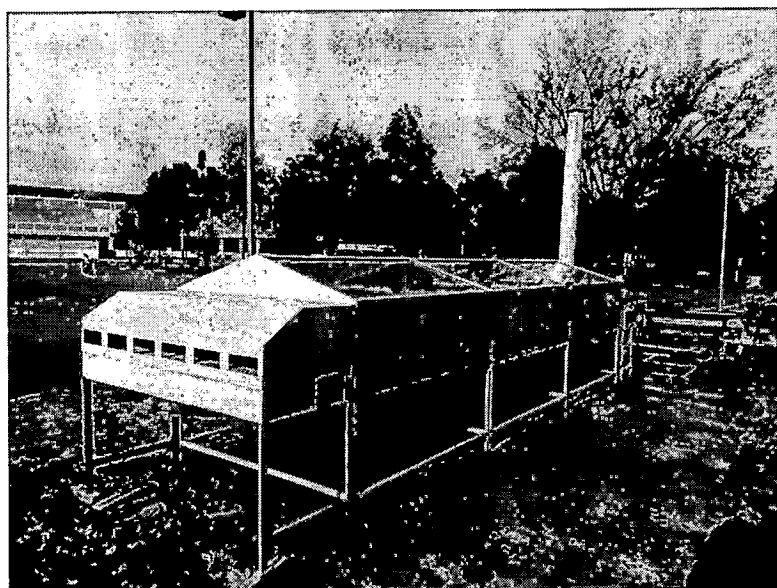
บทสรุปผู้บริหาร

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกเป็นเชื้อเพลิงร่วมเพื่อใช้ในการอบแห้งพริก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยและรูปแบบที่เหมาะสมในการอบแห้งพริกโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านเศรษฐศาสตร์ เปรียบเทียบต้นทุน ระยะเวลาในการอบแห้ง ระยะเวลาคืนทุน และวิเคราะห์คุณภาพของพริกแห้ง ระหว่างการใช้เครื่องอบแห้งพริกแบบต่าง ๆ และเพื่อพัฒนาเครื่องอบแห้งพริกที่เหมาะสมกับเกษตรกรที่เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ในการวิจัยเริ่มจากการสำรวจการผลิตพริกแห้งของเกษตรกร ศึกษาสภาพปัญหา แล้วนำมาออกแบบเครื่อง แล้วดำเนินการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการใช้งานลักษณะต่าง ๆ แล้วนำพริกแห้งที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความชื้น อัตราการอบแห้ง ค่าการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำ ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ค่าสี และการเกิดอะฟลาท็อกซิน ซึ่งจากผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลสามารถสรุปได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอก 1 เครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีกำลังในการอบแห้งพริก 100 กิโลกรัมสดต่อรอบอบแห้ง ซึ่งตัวเครื่องสามารถทำงานได้ใน 3 ลักษณะคือ 1) ใช้พลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียว 2) ใช้ความร้อนจากการเผาไหม้ของเตาชีวมวลอย่างเดียว และ 3) ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากเตาชีวมวล โดยเครื่องอบแห้งสามารถควบคุมอุณหภูมิในห้องอบแห้งได้ โดยมีชุดควบคุมการทำงาน เมื่อความร้อนในเครื่องอบสูงเกินค่าที่ตั้งไว้ พัฒลระบายอากาศจะทำงานเพื่อควบคุมอุณหภูมิในห้องอบแห้งให้อยู่ในค่าที่ต้องการ



รูปที่ 1 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอก

2. คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองอบแห้งพริกทั้งหมด 5 กรณี คือ 1) ตากแดดโดยตรงโดยวางพริกไว้บนตะแกรงแล้วนำไปวางบนโต๊ะ ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิมที่เกษตรกรปฏิบัติ 2) ตากแดดโดยตรงโดยวางพริกไว้บนผ้าใบสีดำ ซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้ในการทำแห้งพริกในปัจจุบัน 3) อบแห้งพริกในเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์อย่างเดียว 4) อบแห้งพริกในเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานจากเตาชีวมวลทรงกระบอกรูปอย่างเดียว และ 5) อบแห้งพริกในเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกรูป โดยทดลองกรณีละ 3 ชั่วโมง ใช้พริกแดงสด พันธุ์หัวเรียวอ่อน ในการทดลองครั้งละ 50 กิโลกรัม

3. เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการทำแห้งแบบต่าง ๆ พบว่า การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เวลาในการอบแห้ง 4-5 วัน ในขณะที่การตากแดดโดยตรงใช้เวลาในการทำแห้ง 7-8 วัน โดยใช้เวลาอบแห้งวันละ 8 ชั่วโมง เท่ากันกับกรณีอบแห้งในเครื่องอบ ส่วนการใช้เชื้อเพลิงร่วมและการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกรูปใช้เวลาในการอบแห้ง 3-5 วัน โดยใช้เวลาอบแห้งวันละ 7-13 ชั่วโมง

4. เมื่อเปรียบเทียบความชื้นของพริกแห้งจากการทำแห้งแบบต่าง ๆ พบว่า กรณีอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 8-12 % (wb) ในขณะที่การตากแดดโดยตรงมีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 11-13.8 % (wb) ส่วนการใช้เชื้อเพลิงร่วมมีความชื้นสุดท้าย 8.13 – 10.17 % (wb) และการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกรูปเพียงอย่างเดียว วัดความชื้นสุดท้ายของพริกแห้งได้ 7.4-9.7% (wb)

5. เมื่อเปรียบเทียบค่าวอเตอร์แอคทิวิตีจากการทำแห้งแบบต่าง ๆ พบว่า กรณีอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 0.577-0.604 ในขณะที่การตากแดดโดยตรงมีค่าเท่ากับ 0.58-0.643 ส่วนการใช้เชื้อเพลิงร่วมมีค่าเท่ากับ 0.442-0.563 และการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกรูปเพียงอย่างเดียวมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีเท่ากับ 0.438-0.556 ซึ่งปลอดภัยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

6. เมื่อเปรียบเทียบการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะจากการทำแห้งแบบต่าง ๆ พบว่า กรณีอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 21.05 - 25.27 MJ/kg H₂O_{evap} ถึงแม้จะมีระยะเวลาในการอบแห้งที่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาพลังงานจำเพาะแล้วพบว่ามีความใกล้เคียงกัน ในขณะที่การตากแดดโดยตรงมีค่าเท่ากับ 30.75 - 41.44 MJ/kg H₂O_{evap} ส่วนการใช้เชื้อเพลิงร่วมมีค่าการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 50.79 – 68.60 MJ/kg H₂O_{evap} และการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกรูปเพียงอย่างเดียวมีค่าการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 70 – 101.7 MJ/kg H₂O_{evap} ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศในการทดลอง

7. ในการเปรียบเทียบการเกิดอะฟลาท็อกซินในตัวอย่างพริกแห้ง จากการส่งตัวอย่างพริกแห้งที่ได้จากการทำแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ ส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ วิธีละ 9 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่พบอะฟลาท็อกซินมากที่สุดคือพริกทำแห้งด้วยการตากแดดโดยตรง ซึ่งมีระยะเวลาในการทำแห้งหลายวัน รวมทั้งมีความชื้นสุดท้ายและค่าวอเตอร์แอคทิวิตีที่สูงกว่าวิธีอื่น ๆ โดยตรวจพบอะฟลาท็อกซิน 4 ตัวอย่างจาก 9 ตัวอย่าง และมี 1 ตัวอย่างที่มีค่าสูงถึง 212.52 µg/kg ซึ่งเกินมาตรฐาน (20 µg/kg) ค่อนข้างมาก ส่วนพริกที่ทำแห้งด้วยความร้อนจากเตาชีวมวลเพียงอย่างเดียวไม่พบการเกิดอะฟลาท็อกซินในพริกตัวอย่าง

8. ในการเปรียบเทียบสีและลักษณะทางกายภาพของพริกที่ทำแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ พบว่ามีลักษณะทางกายภาพและค่าสีที่ใกล้เคียงกัน

9. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า การทำแห้งด้วยเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีต้นทุนต่ำที่สุด คือ 70 บาทต่อกิโลกรัมพริกแห้ง ในขณะที่การอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกเพียงอย่างเดียวมีต้นทุนสูงที่สุด คือ 81 บาทต่อกิโลกรัมพริกแห้ง เมื่อพิจารณาผลตอบแทนรายปี พบว่ากรณีโรงเรือนอบแห้งแบบพาราโบลาให้ผลตอบแทนสุทธิสูงสุด คิดเป็น 467,855 บาท แต่เมื่อพิจารณาจากราคาต้นทุนเครื่องแล้วเกษตรกรทั่วไปไม่อาจลงทุนได้เพราะมีราคาสูงกว่า 1,200,000 บาท เมื่อเปรียบเทียบที่ได้จากการทดลองทั้ง 3 กรณี พบว่ากรณีอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียว กรณีใช้พลังงานร่วมและกรณีใช้ชีวมวลอย่างเดียวให้ระยะเวลาคืนทุน 1.7 ปี, 1.88 ปี และ 2.16 ปี ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากผลตอบแทนสุทธิต่อปีจะเห็นว่า กรณีที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมจะให้ผลตอบแทนสุทธิต่อปีมากที่สุด คิดเป็น 77,254 บาทต่อปี เนื่องจากมีระยะเวลาการอบแห้งที่สั้นกว่า ทำให้เพิ่มรอบการอบแห้งได้มากกว่า

10. เปรียบเทียบแนวโน้มอัตราการแห้งด้วยการอบแห้งแบบต่าง ๆ พบว่า ในการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวทั้งในกรณีที่อยู่ในเครื่องอบแห้งและตากแดดโดยตรง ในช่วงต้นของการทำแห้งมีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการทำแห้ง เนื่องจากในช่วงต้นของการอบแห้ง พริกจากได้รับความร้อนจากภายนอกที่ผิวของพริกก่อนแล้วค่อย ๆ ถ่ายเทความร้อนเข้าไปด้านในของเนื้อพริกทำให้ผิวของพริกเกิดการหดตัวและน้ำที่อยู่ในพริกจะเคลื่อนที่มาที่ผิวของพริกได้ยากขึ้น ส่งผลให้อัตราการอบแห้งลดลง เมื่อพิจารณาอัตราการแห้งในแต่ละช่วงเวลาของวันจะพบว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงตามความเข้มแสง โดยช่วงที่มีความเข้มแสงสูง จะมีอัตราการอบแห้งที่สูงตาม โดยเฉพาะช่วงต้นของรอบการอบแห้ง แต่ในช่วงท้ายซึ่งมีความชื้นเหลือน้อย ความเข้มแสงไม่มีผลอย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากน้ำที่อยู่ในพริกมีเหลือน้อย ส่วนการอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกนั้น ความร้อนที่ได้จากเตาชีวมวลช่วงแรกจะถูกนำไปใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อนำความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิในห้องอบแห้งและถ่ายเทความร้อนให้กับพริกที่อยู่ในห้องอบแห้ง แล้วรักษาอุณหภูมิในห้องอบแห้งด้วยพัดลมระบายอากาศ และช่วงท้ายอัตราการเผาไหม้ชีวมวลลดลงทำให้อุณหภูมิของห้องอบแห้งและห้องอบแห้งลดลงไปด้วย ส่งผลต่ออัตราการอบแห้งที่ลดลง

11. เมื่อดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ผลเสร็จ คณะผู้วิจัยได้จัดอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพริกในอำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 31 คน ซึ่งได้รับความสนใจจากเกษตรกรเป็นอย่างมาก

ปัญหา อุปสรรค และการแก้ไข

1. ปัญหาฝนตกและความชื้นสูง ในบางช่วงของการทดลอง ส่งผลให้ระยะเวลากลับแห้งนานขึ้น รวมถึงเชื้อเพลิงที่ซื้อบางครั้งมีความชื้นสูง ดังนั้นในการทดลองได้บันทึกค่าความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อย่างละเอียด เพื่อใช้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการอบแห้ง อัตราการอบแห้งและพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งได้ ที่เกิดขึ้นจากความแตกต่าง ของสภาพอากาศ ส่วนเชื้อเพลิงที่ซื้อมามีความชื้นสูงแก้ไขโดยการตากบนผ้าใบให้แห้งสนิทก่อนนำไปใช้

2. ในการทดลองต้องมีการบันทึกข้อมูลน้ำหนัก อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ทุก 15 นาที แต่ผู้วิจัยไม่สามารถทำงานต่อเนื่องได้ตลอด 24 ชั่วโมง จึงทดลองได้ในช่วงเวลา 09.00 น. – 22.00 น. ของแต่ละวัน โดยไม่สามารถทดลองการอบแห้งแบบต่อเนื่องได้

ข้อเสนอแนะ

ในกรณีซื้อเพลิงร่วมหรือกรณีใช้เตาชีวมวลอย่างเดียว หากสามารถอบแห้งแบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงต่อวันได้ จะลดระยะเวลาการอบแห้งได้เหลือเพียง 1.5-2 วัน ซึ่งสามารถเพิ่มรอบการอบได้มากขึ้น ทำให้ได้ผลผลิตพริกแห้งเพิ่มมากขึ้น และควบคุมอุณหภูมิการอบแห้งให้คงที่ได้ดีกว่าการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว และเนื่องจากเครื่องอบแห้งในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องต้นแบบจึงมีราคาต้นทุนค่อนข้างสูง หากสามารถลดต้นทุนลงได้ จะทำให้ระยะเวลาคืนทุนสั้นลง และเกษตรกรสามารถลงทุนเพื่อใช้ในกิจกรรมการแปรรูปของตนเองได้ และเนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการแปรรูปพริกสดเป็นพริกแห้ง ซึ่งมีมูลค่าเพิ่มไม่มากนักเมื่อเทียบกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์อื่น เช่น กลัวย มะขาม อินทผาลัม หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีมูลค่าสูง ดังนั้น ผู้ที่สนใจสามารถนำไปต่อยอดในการอบแห้งพืชผลทางการเกษตรอื่น ๆ ได้ ซึ่งจะทำให้เกิดการใช้งานเครื่องอบแห้งได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด

บทคัดย่อภาษาไทย

พริกเป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัดศรีสะเกษ โดยสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรทั้งการขายสดและการทำแห้ง แต่วิธีทำแห้งที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบันคือ การตากแดดโดยตรง ทำให้เสี่ยงต่อความเสียหายจากแมลง สัตว์ และฝน รวมถึงฝุ่นละอองในอากาศ และยังมีระยะเวลาการอบแห้งที่นาน 7-8 วัน ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกเป็นเชื้อเพลิงร่วม เพื่อลดระยะเวลาในการทำแห้งและป้องกันเสียหายของพริกระหว่างการทำแห้ง โดยได้ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งพริกพลังงานรวมขนาด 2×6 ตารางเมตร สามารถอบแห้งพริกได้ 50 – 100 กิโลกรัม ต่อรอบการอบแห้ง ภายหลังการติดตั้งได้ดำเนินการทดลองอบแห้งพริก 5 กรณีเทียบกัน คือ 1) ตากแดดโดยตรงโดยวางพริกไว้บนตะแกรงแล้วนำไปวางบนโต๊ะ 2) ตากแดดโดยตรงโดยวางพริกไว้บนผ้าใบสีดำ 3) อบแห้งพริกในเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์อย่างเดียว 4) อบแห้งพริกในเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานจากเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว และ 5) อบแห้งพริกในเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก โดยทดลองกรณีละ 3 ชั่วโมง ใช้พริกแดงสด พันธุ์หัวเรือเย็น ในการทดลองครั้งละ 50 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่า การตากแดดโดยตรงที่ใช้เวลาในการตากแห้ง 7-8 วัน โดยมีความชื้นสุดท้าย 11-13.8 % (wb) ส่วนการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานรวมใช้เวลาในการอบแห้ง 3-5 วัน โดยมีความชื้นสุดท้าย 8.13 – 10.17 % (wb) โดยมีอัตราการอบแห้งในช่วงแรกสูงและลดลงช่วงท้ายของการอบแห้ง หากสามารถอบแห้งแบบต่อเนื่องได้จะลดเวลาในการอบแห้งเหลือ 1.5-2 วัน ซึ่งจะเพิ่มผลผลิตจากเดิมได้ 4 เท่า เมื่อเทียบกับการตากแดดโดยตรง การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกติวิตี พบว่าการทำแห้งโดยใช้เชื้อเพลิงร่วมมีค่าเท่ากับ 0.442-0.563 ซึ่งเป็นค่าที่ปลอดภัยจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การวิเคราะห์การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ พบว่าการใช้พลังงานรวมมีค่าการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 50.79 – 68.60 MJ/kg H_2O_{evap} ซึ่งสูงกว่าการใช้พลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียวที่มีค่า 21.05 - 25.27 MJ/kg H_2O_{evap} การพิจารณาลักษณะทางกายภาพและวัดค่าสี พบว่า การทำแห้งในแต่ละกรณีมีลักษณะทางกายภาพและสีที่ใกล้เคียงกันและเหมือนกับพริกในท้องตลาด การวิเคราะห์หาอะฟลาท็อกซินพบว่าการตากแดดโดยตรงมีความเสี่ยงต่อการเกิดอะฟลาท็อกซินสูงกว่าวิธีอื่น ๆ ถึง 4 เท่า ส่วนการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า กรณีอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียว กรณีใช้พลังงานรวมและกรณีใช้ชีวมวลอย่างเดียว มีต้นทุนการผลิตพริกแห้ง 70 บาท, 77 บาท และ 81 บาท ตามลำดับ และให้ระยะเวลาคืนทุน 1.7 ปี, 1.88 ปี และ 2.16 ปี ตามลำดับ ที่ผลตอบแทนสุทธิรายปี เท่ากับ 47,168 บาท, 77,254 บาท และ 67,158 บาท ตามลำดับ เมื่อดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ผลเสร็จ ได้จัดอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเกษตรกรผู้ปลูกพริกในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 31 คน

คำสำคัญ : พริก (Chilli), อบแห้ง (Drying), พลังงานรวม (Combine heat), พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar energy), เตาชีวมวล (Biomass stove)

สารบัญ

บทที่	หัวข้อ	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร		
บทคัดย่อภาษาไทย		
สารบัญ		ก
สารบัญตาราง		ค
สารบัญรูป		ง

บทที่ 1	บทนำ	1
1.1	ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	2
1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3	ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	3
1.5	กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัยในภาพรวม	4
1.6	แผนงานโครงการ	5
บทที่ 2	การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	6
2.1	พริกแห้ง	7
2.2	การอบแห้ง	7
2.3	เตาชีวมวลทรงกระบอก	16
2.4	การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	28
2.5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้งพริก	30
2.6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	34
2.7	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเตาชีวมวลทรงกระบอก	43
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	46
3.1	การลงพื้นที่สัมภาษณ์เกษตรกรผู้ผลิตพริกแห้ง	47
3.2	การทดลองอบแห้งพริกเบื้องต้นเพื่อเก็บข้อมูลสำหรับสร้างเครื่องและ ออกแบบการทดลอง	53
3.3	เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง	58
3.4	วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง	65
3.5	ขั้นตอนการทดลอง	69
3.6	การวิเคราะห์สมบัติของพริกแห้ง	71

บทที่	หัวข้อ	หน้า
	3.7 สถานที่ทดลอง	71
บทที่ 4	ผลการวิจัย	72
	4.1 ผลการทดลองอบแห้งพริกแบบต่าง ๆ	73
	4.2 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์	103
	4.3 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี	105
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	108
	5.1 สรุปผลการวิจัย	109
	5.2 ปัญหา อุปสรรคและวิธีการแก้ไข	110
	5.3 ข้อเสนอแนะ	111
เอกสารอ้างอิง		
ภาคผนวก		
	ก. ภาพการลงพื้นที่	ก.1
	ข. แบบเครื่องอบแห้ง	ข.1
	ค. ภาพขั้นตอนการทดลอง	ค.1
	ง. กราฟความเข้มแสง อุณหภูมิความชื้นแต่ละวัน	ง.1
	จ. ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้ง	จ.1
	ฉ. ผลการวิเคราะห์อะฟลาท็อกซิน	ฉ.1
	ช. รายชื่อผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	ช.1
	ซ. คู่มือการใช้งาน	ซ.1
	ณ. แผ่นพับโครงการ	ณ.1

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลพื้นที่ปลูกพริกจังหวัดศรีสะเกษ ปีการผลิต 2559/2560	47
ตารางที่ 4.1 ช่วงเวลาในการทดลองแต่ละกรณี	73
ตารางที่ 4.2 ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 22-29 มีนาคม 2561	75
ตารางที่ 4.3 ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 28 มีนาคม 2561-3 เมษายน 2561	78
ตารางที่ 4.4 ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 3-10 เมษายน 2561	82
ตารางที่ 4.5 ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 20-23 เมษายน 2561	85
ตารางที่ 4.6 ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงวันที่ 27 เมษายน 2561-1 พฤษภาคม 2561	88
ตารางที่ 4.7 ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 2-4 พฤษภาคม 2561	93
ตารางที่ 4.8 ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 7-9 พฤษภาคม 2561	96
ตารางที่ 4.9 ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในช่วงวันที่ 10-14 พฤษภาคม 2561	96
ตารางที่ 4.10 ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 16-19 พฤษภาคม 2561	99
ตารางที่ 4.11 ผลการตรวจวิเคราะห์หาอะฟลาท็อกซินและค่าวอเตอร์แอกติวิตี	102
ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์การทำแห้งพริกแบบต่าง ๆ	104
ตารางที่ 4.13 กำหนดการถ่ายทอดเทคโนโลยี	105

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย	4
รูปที่ 2.1 ช่วงการอบแห้ง	8
รูปที่ 2.2 ขนาดเตาชีวมวลทรงกระบอกขนาดกลางและโครงสร้างด้านใน	17
รูปที่ 2.3 ที่กั้นทางเข้าอากาศ หรือ เกือกม้า	17
รูปที่ 2.4 ที่กั้นตัวเตา หรือแผ่นคาคเตา	18
รูปที่ 2.5 ฝาครอบด้านบนเตา	18
รูปที่ 2.6 เครื่องบดย่อยชีวมวล และชีวมวลที่บดย่อยแล้ว	19
รูปที่ 2.7 เครื่องอัดไฮดรอลิกที่ใช้บรรจุเตาชีวมวล	19
รูปที่ 2.8 ตำแหน่งการวางชิ้นส่วนต่างๆ ก่อนบรรจุเชื้อเพลิง	20
รูปที่ 2.9 การบรรจุและอัดเชื้อเพลิง	20
รูปที่ 2.10 การอัดเชื้อเพลิงให้เต็ม	21
รูปที่ 2.11 การวางฝาครอบเตาด้านบน และเตาที่สำเร็จแล้ว	21
รูปที่ 2.12 การจุดเตา	22
รูปที่ 2.13 แผ่นควบคุมปริมาณอากาศเข้าเตา และการป้อนฟืน	22
รูปที่ 2.14 การปิดทางเข้าออกของอากาศเพื่อดับเตา	23
รูปที่ 2.15 โครงภายในของเตาชีวมวลทรงกระบอกเมื่ออัดบรรจุเชื้อเพลิงแล้ว	24
รูปที่ 2.16 การเริ่มจุดเตาและลักษณะการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นภายในเตาในช่วงเริ่มต้นการใช้งาน	24
รูปที่ 2.17 การเกิดกระบวนการเกิดก๊าซในเตาทรงกระบอก	24
รูปที่ 2.18 แสดงเปลวไฟที่เกิดจากการจุดก๊าซจากเตาชีวมวลทรงกระบอก	25
รูปที่ 2.19 การใช้งานเตาชีวมวลทรงกระบอกในระดับครัวเรือน ร้านค้า	26
รูปที่ 2.20 การใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกในการอบแห้งลำไย	26
รูปที่ 2.21 การใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกในการอบแห้งลำไย	27
รูปที่ 2.22 หม้อไอน้ำชีวมวลที่ใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกเป็นเชื้อเพลิง	27
รูปที่ 2.23 การทำงานของการตากแดดโดยตรง	28
รูปที่ 2.24 การทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง	29
รูปที่ 2.25 การทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยทางอ้อม	29
รูปที่ 2.26 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Sodha et al. (1984)	34
รูปที่ 2.27 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Ezeike (1986)	35
รูปที่ 2.28 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Othieno et al. (1981)	35
รูปที่ 2.29 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Ezekwe (1981)	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.30 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Ekechukwu and Norton (1997)	36
รูปที่ 2.31 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Li et al. (2006)	37
รูปที่ 2.32 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Singh et al. (2006)	38
รูปที่ 2.33 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Condori et al. (2001)	38
รูปที่ 2.34 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Tiris et al. (1996)	39
รูปที่ 2.35 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Bala et al. (2003)	40
รูปที่ 2.36 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Al-juamily et al. (2007)	41
รูปที่ 2.37 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Sarsavadia (2007)	41
รูปที่ 2.38 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Smitabhinduc et al.,	42
รูปที่ 2.39 การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลทรงกระบอกเมื่อใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ	44
รูปที่ 2.40 กำลังความร้อนของเตาชีวมวลทรงกระบอกขนาดอุตสาหกรรมจากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ	45
รูปที่ 3.1 ลักษณะการตากพริกของเกษตรกรโดยทั่วไป	52
รูปที่ 3.2 ลักษณะของถังบรรจุพริกแห้งที่มีความชื้นสูง	52
รูปที่ 3.3 ข้อมูลอุณหภูมิภายในและนอกห้องอบ วันที่ 12 สิงหาคม 2560	53
รูปที่ 3.4 ข้อมูลอุณหภูมิภายในและนอกห้องอบ วันที่ 13 สิงหาคม 2560	54
รูปที่ 3.5 ข้อมูลอุณหภูมิภายในและนอกห้องอบ วันที่ 14 สิงหาคม 2560	54
รูปที่ 3.6 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและนอกห้องอบ วันที่ 12 สิงหาคม 2560	55
รูปที่ 3.7 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและนอกห้องอบ วันที่ 13 สิงหาคม 2560	55
รูปที่ 3.8 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและนอกห้องอบ วันที่ 14 สิงหาคม 2560	56
รูปที่ 3.9 การทดลองอบแห้งพริกในโรงอบ Greenhouse	56
รูปที่ 3.10 ผลการทดลองหาความชื้นสุดท้ายของพริกแห้ง	57
รูปที่ 3.11 ลักษณะและองค์ประกอบของเครื่องอบแห้งต้นแบบ	62
รูปที่ 3.12 ภาพขั้นตอนการติดตั้งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก	63
รูปที่ 3.13 พริกแดงสดที่ซื้อจากกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษบ้านยางน้อย	65
รูปที่ 3.14 เครื่องบันทึกพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบบยี่ห้อ TES รุ่น TES-132	66
รูปที่ 3.15 เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ Extech รุ่น RHT10	66
รูปที่ 3.16 เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สิ่งแวดล้อม ยี่ห้อ Onset HOBO รุ่น U14	67
รูปที่ 3.17 เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ยี่ห้อ Applent รุ่น AT4208	67
รูปที่ 3.18 เครื่องวัดความเร็วลมชนิดใบพัด	68
รูปที่ 3.19 เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Tscale	68

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.20 เครื่องวิเคราะห์ water activity ยี่ห้อ Aqualap Pre	69
รูปที่ 4.1 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1	75
รูปที่ 4.2 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1	76
รูปที่ 4.3 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1	76
รูปที่ 4.4 อัตราการแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ ความชื้นต่าง ๆ รอบที่ 1	77
รูปที่ 4.5 อัตราส่วนความชื้นของพริก กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง รอบที่ 1	77
รูปที่ 4.6 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2	79
รูปที่ 4.7 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2	80
รูปที่ 4.8 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2	80
รูปที่ 4.9 อัตราการแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ ความชื้นต่าง ๆ รอบที่ 1	81
รูปที่ 4.10 อัตราส่วนความชื้นของพริก กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง รอบที่ 2	81
รูปที่ 4.11 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 3	83
รูปที่ 4.12 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 3	83
รูปที่ 4.13 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 3	83
รูปที่ 4.14 อัตราการแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้ง กับ การตากแดดโดยตรง ณ ความชื้นต่าง ๆ รอบที่ 3	84

สารบัญรูป (ต่อ)

[illegible]

สารบัญรูป (ต่อ)

[illegible]

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

พริกเป็นผักที่มีความสำคัญในด้านอาหารกับคนไทยและคนทุกชาติทั่วโลก และไม่สามารถหาพืชอื่นมาทดแทนได้ ในปัจจุบันพริกถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมมากขึ้น ทั้งอุตสาหกรรมอาหาร โดยการแปรรูปเป็นพริกแห้ง น้ำพริกต่าง ๆ ซอสพริก และ อุตสาหกรรมสกัดสาร capsaicin และนำสาร capsaicin ไปผสมเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ เวชภัณฑ์ยาคน อาหารเสริม (nutraceutical products) ผลิตภัณฑ์แก้ง่วง เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ป้องกันตนเองจากสัตว์และคน อาหารเสริม (feed additive) สำหรับการเลี้ยงสัตว์รวมถึงใช้ผสมกับสารกำจัดและไล่แมลง ปลวกและหนู พริกจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรและกลุ่มผู้แปรรูปเป็นอย่างดี จากการสอบถามเกษตรกรผู้ปลูกพริก และข้อมูลจากคณะทำงานพริกและพืชเศรษฐกิจ สมาเกษตรกรแห่งชาติพบว่า บางฤดูกาลผลิต มีการล้นตลาดของพริกทำให้ราคาตก รวมถึงการคัดเกรดพริกทำให้มีพริกที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวนหนึ่งซึ่งขายได้ราคาต่ำ จึงมีการแก้ปัญหาโดยการทำพริกแห้ง วิธีที่ใช้ในปัจจุบันคือการตากแห้งในลานตาก ซึ่งจะมีปัญหาในช่วงฤดูฝน ทำให้พริกเสียหายได้ และมีการปนเปื้อนของฝุ่นหรือมูลสัตว์ ทำให้คุณภาพของพริกแห้งลดลง และข้อจำกัดของการตากด้วยแสงแดดอีกอย่างคือสามารถตากแห้งได้เฉพาะช่วงกลางวัน ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาที่มีใช้ในปัจจุบันคือ ใช้เรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งช่วยเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งและป้องกันฝุ่น แต่ยังติดปัญหาเดิมคือสามารถทำแห้งได้เฉพาะช่วงกลางวัน และอีกวิธีคือการใช้เครื่องอบแห้งลำโพงซึ่งสามารถใช้ออบแห้งพริกได้ แต่มีต้นทุนด้านพลังงานสูงเนื่องจากใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง วิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้คือใช้แหล่งความร้อนที่มีราคาถูก เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ในที่นี้นักวิจัยเล็งเห็นว่าเตาชีวมวลทรงกระบอกที่มีการเผยแพร่โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน และมีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ มีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ในงานอบแห้งได้ รวมถึงในจังหวัดศรีสะเกษมีชีเลื้อยที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปไม้จำนวนมาก ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ จึงมีแนวคิดที่จะนำเอาพลังงานความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ในการอบแห้งพริก ซึ่งจะช่วยให้ทางเลือกให้กับเกษตรกรโดยการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ช่วยลดเวลาและช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตได้อีกทางด้วย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการอบแห้งพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ได้อีกด้วย

งานวิจัยนี้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ยุทธศาสตร์ที่ 4 ยุทธศาสตร์การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจสู่การเติบโตอย่างมีคุณภาพและยั่งยืน ข้อ 4.1 การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม และสอดคล้องนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2560-2564) ตามยุทธศาสตร์การวิจัยที่ ๓ : ส่งเสริมการนำกระบวนการวิจัย ผลงานวิจัย องค์ความรู้ นวัตกรรม และ เทคโนโลยีจากงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม โดยความร่วมมือของ ภาคส่วนต่าง ๆ กลยุทธ์ที่ ๒ : ส่งเสริมการถ่ายทอดกระบวนการวิจัย องค์ความรู้ นวัตกรรม และเทคโนโลยี จากผลงานวิจัยอย่างทั่วถึงสู่ภาคอุตสาหกรรม/พาณิชย์ สังคม/ชุมชน วิชาการ และนโยบาย เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม และสอดคล้องกับนโยบายรัฐบาลในการส่งเสริมและพัฒนาวิสาหกิจชุมชน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยและรูปแบบที่เหมาะสมในการอบแห้งพริกโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ทั้งทางด้านเทคนิคและทางด้านเศรษฐศาสตร์

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบต้นทุน ระยะเวลาในการอบแห้ง ระยะเวลาคืนทุน และวิเคราะห์คุณภาพของพริกแห้ง ระหว่างการใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ การใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกและการใช้พลังงานความร้อนร่วมจากพลังงานแสงอาทิตย์และความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอก

1.2.3 เพื่อพัฒนาเครื่องอบแห้งพริกที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกที่เหมาะสมกับเกษตรกรที่เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ในการวิจัยนี้ศึกษาการทำแห้งพริกสายพันธุ์ที่มีปลูกในจังหวัดศรีสะเกษ เช่น พันธุ์หัวเรือ

1.3.2 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้เป็นแบบอุโมงค์

1.3.3 ใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกที่เผยแพร่โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน และมีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ เป็นแหล่งพลังงานความร้อนร่วม โดยใช้เชื้อเพลิงเป็นเชื้อเพลิง

1.3.4 ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อผลิตลมร้อนสำหรับอบแห้ง

1.3.5 เปรียบเทียบลักษณะอุณหภูมิ อัตราการอบแห้ง ต้นทุนการอบแห้ง ระยะเวลาในการอบแห้ง ระยะเวลาคืนทุน ใน 3 กรณี คือ 1) การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียว 2) การใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว และ 3) การใช้พลังงานความร้อนร่วมจากพลังงานแสงอาทิตย์และความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอก

1.3.6 วิเคราะห์ประสิทธิภาพการอบแห้งจาก อัตราการอบแห้ง ระยะเวลาในการอบแห้ง และ ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ

1.3.7 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพทั่วไปของพริกหลังการทำแห้ง ตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551 และวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาของพริกแห้ง

1.3.8 ถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ให้กับเกษตรกรผู้ผลิตพริก และผู้สนใจ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1.4.1 ได้ชุดต้นแบบเครื่องอบแห้งพริกและพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก

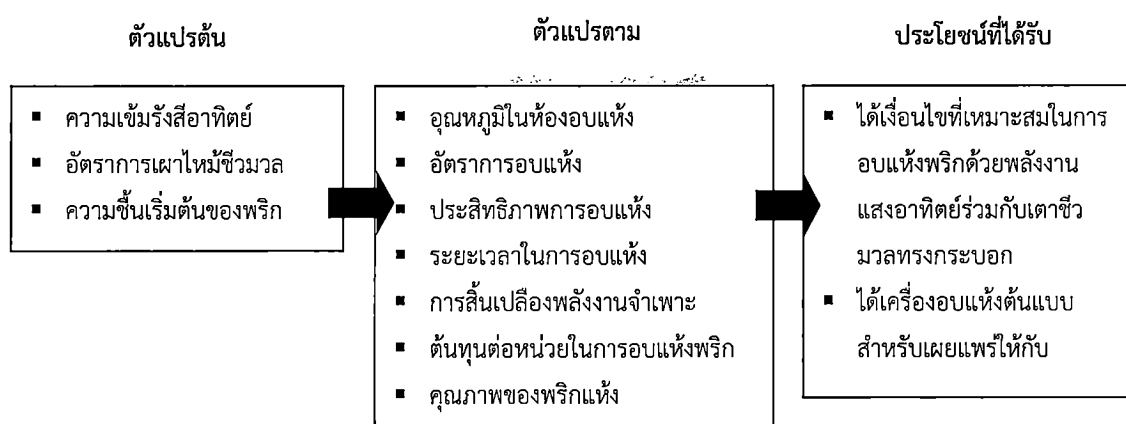
1.4.2 ลดระยะเวลาการอบแห้งพริก ลดความเสียหายในการผลิตพริกแห้ง และเพิ่มอัตราการผลิตให้กับเกษตรกร

1.4.3 เผยแพร่ผลการศึกษาในวารสารหรือประชุมทางวิชาการในระดับต่าง ๆ

1.4.4 เผยแพร่ผลการศึกษาสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพริกแห้ง เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้งานต่อไป

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัยในภาพรวม

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการใช้พลังงานฟรี สะอาดและสะดวกกับผู้ปฏิบัติงาน แต่จากการศึกษาข้อมูลพบว่าการตากแห้งพริกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงใช้เวลาประมาณ 5-8 วัน เมื่อใช้เรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะลดระยะเวลาการตากลงได้เหลือ 2.5 – 4 วัน แล้วแต่ฤดูกาล แต่มีข้อจำกัดคือตากแห้งได้เฉพาะช่วงกลางวัน และมีปัญหาในฤดูฝน หรือวันที่ไม่มีแดด ซึ่งใช้ระยะเวลาในการตากนานขึ้น ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายได้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเอาเตาชีวมวลทรงกระบอกซึ่งสามารถใช้เศษวัสดุทางการเกษตรซึ่งมีต้นทุนต่ำ เช่น ชี้อ้อย ซึ่งให้ความร้อนสูง ควบคุมความร้อนได้ ใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง 6-8 ชั่วโมง และสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย มาใช้ร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ในการอบแห้งพริก ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีปลูกมากในจังหวัดศรีสะเกษ เพื่อช่วยลดระยะเวลาการอบแห้ง และเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกร ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะได้ทำการศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งพริกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกที่เหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพริกแห้งรายย่อย โดยศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นสีอาทิตย์ อัตราการสลับเปลี่ยนพลังงานของชีวมวล ที่มีต่ออุณหภูมิในห้องอบแห้ง อัตราการอบแห้ง ประสิทธิภาพการอบแห้ง และคุณภาพของพริกแห้ง ซึ่งผลที่ได้จะมีประโยชน์ในการออกแบบเงื่อนไขการทำงานของเครื่องอบแห้งให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยยังคงคุณภาพของพริกแห้งที่อยู่ในระดับมาตรฐาน รวมถึงนำไปใช้ประโยชน์ในการอบแห้งผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป ดังแสดงกรอบแนวความคิดการวิจัยในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 กรอบแนวความคิดของงานวิจัย

1.6 แผนงานโครงการ

ตารางที่ 1 ระยะเวลาทำการวิจัย 12 เดือน (ขอขยายเวลา 3 เดือน)

การดำเนินงาน	เดือนที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15.1 รวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง															
15.2 ออกแบบ จัดหาอุปกรณ์ และสร้างอุปกรณ์															
15.3 ทำการทดลอง															
15.4 ปรับปรุงชุดทดลอง และทดลองซ้ำ															
15.5 ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน															
15.6 จัดทำรายงานปิดโครงการ และเผยแพร่ผลงานวิชาการ															

←→ แผน

 การดำเนินการ

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม และสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

2.1 พริกแห้ง

พริก เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก และเป็นพืชเศรษฐกิจของหลายประเทศ เช่น จีน สหรัฐอเมริกา โบลิเวีย รวมทั้งประเทศไทย นอกจากจะใช้ประโยชน์ในการปรุงรสอาหารเพื่อช่วยเพิ่มกลิ่นและรสชาติในอาหารแล้ว ยังมีการศึกษาพบว่าพริกมีคุณสมบัติเป็นยารักษาโรคและมีสรรพคุณเป็นอาหารเสริมสุขภาพด้วย เช่น ช่วยบรรเทาอาการหวัด ช่วยลดการอุดตันของเส้นเลือด ลดปริมาณคอเลสเตอรอล และลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์จากพริกสดยังมีข้อจำกัด เช่น เกิดการเน่าเสีย คุณภาพของพริกไม่สม่ำเสมอ หรือมีปริมาณที่มากเกินไปเกินความต้องการ จึงทำให้ผู้บริโภคหันไปนิยมใช้พริกแห้งมากขึ้น ซึ่งการทำพริกแห้งที่นิยมกันโดยทั่วไป คือ การตากแดดกลางแจ้ง แต่ก็ต้องขึ้นอยู่กับสภาพอากาศด้วย คุณภาพของพริกแห้งจึงไม่มีความสม่ำเสมอ รวมทั้งเกิดการปนเปื้อนจากแมลง หนู นก และจุลินทรีย์ ส่งผลให้คุณภาพของพริกแห้งไม่ได้มาตรฐานความปลอดภัยของ GMP ที่เพียงพอสำหรับส่วนอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่รับซื้อผลิตภัณฑ์พริกแห้ง เพื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์พริกชนิดต่าง ๆ (อนุชา คินิมาน, 2555)

ตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551 ได้ให้นิยามของ พริกแห้ง หมายถึง ผลพริกที่สุกหรือแก่จัด ที่ผ่านกระบวนการทำให้แห้ง อาจมีก้านหรือไม่มีก้านติดอยู่ก็ได้ สำหรับจำหน่ายปลีกหรือบรรจุปริมาณมากเพื่อขายส่ง เพื่อใช้ปรุงรสหรือใช้เป็นส่วนประกอบอาหารเพื่อการบริโภค รวมถึงพริกแห้งที่จำหน่ายเพื่อนำไปแบ่งบรรจุ หรือใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งพริกแห้งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ พริกชี้ฟ้าแห้ง และพริกใหญ่แห้ง

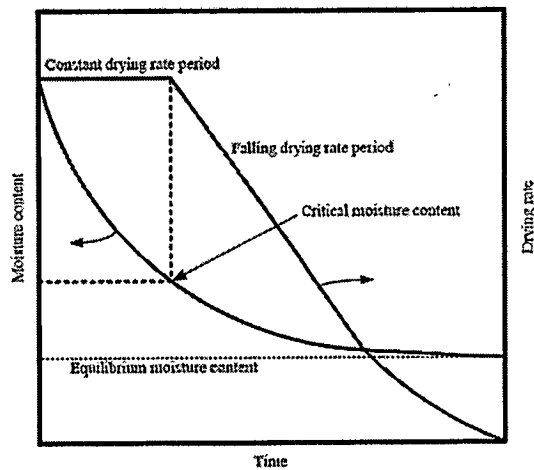
พริกแห้งต้องมีคุณภาพดังต่อไปนี้

- (1) ไม่มีกลิ่นอับ หรือกลิ่นแปลกปลอม
- (2) พริกแห้งในบรรจุภัณฑ์เดียวกันต้องเป็นชนิดเดียวกัน
- (3) ไม่มีศัตรูพืช หรือชิ้นส่วนของศัตรูพืช
- (4) ไม่เน่าเสียจนทำให้ไม่เหมาะต่อการบริโภค
- (5) ไม่เห็นเส้นใยของเชื้อรา เมื่อมองด้วยตาเปล่า
- (6) ความชื้นไม่เกิน 13.5%
- (7) ไม่มีการแต่งสี

2.2 การอบแห้ง

2.2.1 หลักการอบแห้ง

การอบแห้งวัสดุโดยทั่วไปใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลางในการอบแห้ง ความร้อนจะถ่ายเทจากอากาศร้อนไปยังผิวผลิตภัณฑ์ โดยมีกระบวนการอบแห้งเกิดขึ้นสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกอัตราการอบแห้งคงที่และเมื่ออบต่อไปจนถึงความชื้นค่าหนึ่งจะพบว่า อัตราอบแห้งลดลงซึ่งเรียกความชื้นที่จุดนี้ว่า ค่าความชื้นวิกฤติ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ช่วงการอบแห้ง

2.2.2 อัตราการอบแห้ง

1) อัตราการอบแห้งคงที่ สำหรับช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ (Constant rate drying period) ช่วงนี้บริเวณผิวผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้น การถ่ายเทมวลและความร้อนระหว่างผลิตภัณฑ์กับอากาศจึงคล้ายกับการถ่ายเทมวลและความร้อนที่เกิดขึ้นที่กระเปาะเปียกของเทอร์โมมิเตอร์ โดยการถ่ายเทความร้อนระหว่างพื้นผิวผลิตภัณฑ์กับอากาศเป็นแบบการพาความร้อน และการถ่ายเทมวลเกิดขึ้นพร้อมๆ กับการถ่ายเทความร้อน โดยการถ่ายเทมวลเกิดจากการแพร่เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวผลิตภัณฑ์และที่อากาศรอบนอก ตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งคือ อุณหภูมิ ความชื้นและความเร็วของอากาศ สามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ของอัตราการถ่ายเทมวลได้ดังนี้

$$DR = \frac{hA (T_a - T_{wb})}{h_{fg}} \quad (2.1)$$

เมื่อ

- DR คือ อัตราการถ่ายเทมวล, kg/h
- h คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อน, $\text{kJ/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
- A คือ พื้นที่, m^2
- h_{fg} คือ ความร้อนแฝงของการระเหย, kJ/kg
- T_a คือ อุณหภูมิอากาศแวดล้อม, $^\circ\text{C}$
- T_{wb} คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียก, $^\circ\text{C}$

2) อัตราการอบแห้งลดลง ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling rate drying period) ความชื้นของผลิตภัณฑ์จะมีค่าต่ำกว่าความชื้นวิกฤต การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลจะเกิดขึ้นภายในผลิตภัณฑ์และที่ผิวผลิตภัณฑ์ด้วย แต่การเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในผลิตภัณฑ์มายังผิวจะช้ากว่าการพาความชื้นจากผิวผลิตภัณฑ์ไปยังอากาศทำให้อัตราการอบแห้งลดลง อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศสำหรับกลไกที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของความชื้นภายในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของความเข้มข้นของความชื้น สามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ของอัตราการถ่ายเทมวลรวมได้ดังนี้

$$\dot{m} = -AD \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right) \quad (2.2)$$

เมื่อ

- $\dot{m}$ คือ อัตราการถ่ายเทมวล, kg/h
- A คือ พื้นที่การถ่ายเทมวล, m^2
- D คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้น, m^2/h
- C คือ ความเข้มข้นของความชื้น, kg/m^3
- x คือ ระยะ, m

2.2.3 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้ง

ในการอบแห้งโดยทั่วไปมีปัจจัยหลายประการที่ทำให้การอบแห้งนั้นเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็ว ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ วัสดุที่มีความพรุนสูง น้ำในเนื้อผลิตภัณฑ์จะสามารถระเหยได้ง่ายกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีความพรุนน้อย นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาสสูงจะมีความเหนียวกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำ ทำให้แห้งช้า ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีการลวก นวดคลึง ทำให้เซลล์แตกจะแห้งเร็วกว่า ขนาดและรูปร่างจะมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก เช่น รูปร่างเหมือนกันขนาดเล็กจะมีพื้นที่ต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งเร็วกว่า แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศที่เคลื่อนย้ายไอน้ำออกไป ถ้าชิ้นเล็กมากเกินไปจะเกิดการทับถมกัน การระเหยจะเกิดขึ้นได้เฉพาะพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศ จึงแห้งช้าทั้ง ๆ ที่พื้นที่ต่อน้ำหนักมาก ตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ในห้องอบแห้ง น้ำในผลิตภัณฑ์ที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่าหรือสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า นอกจากนั้น ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อนก็ปัจจัยอีกข้อที่ทำให้การอบแห้งนั้นเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็ว ซึ่งอากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากจะรับไอน้ำได้น้อยและจะมีผลกระทบมากในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่

และสามารถสรุปพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้ง ได้ดังนี้

1) ความชื้นสมมูล

ในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งจำเป็นต้องทราบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เช่น ความชื้นสมมูลและคุณสมบัติเชิงความร้อน เมื่อทำการอบแห้งผลิตภัณฑ์โดยใช้สภาวะอากาศคงที่ ความชื้นของผลิตภัณฑ์จะต่ำลงจนถึงจุดหนึ่ง ซึ่งผลิตภัณฑ์มีความชื้นคงที่หรือความชื้นของผลิตภัณฑ์จะมีความดันไอเท่ากับความดันไอของอากาศที่อยู่รอบ ๆ เรียกค่าความชื้นนี้ว่า ค่าความชื้นสมมูล ซึ่งค่าความชื้นสมมูลนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิและความชื้นของอากาศ

2) ความร้อนจำเพาะ

ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้วัสดุหนึ่งหน่วยมีอุณหภูมิสูงขึ้นหนึ่งองศา ที่ความดันหรือปริมาตรคงที่ ค่าความร้อนจำเพาะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามค่าความชื้นของวัสดุ

3) ความหนาแน่น

ความหนาแน่นแบ่งออกได้เป็นสองชนิด คือ ความหนาแน่นจริงและความหนาแน่นปรากฏ ความหนาแน่นจริง หมายถึง อัตราส่วนมวลวัสดุต่อปริมาตรของวัสดุ ส่วนความหนาแน่นปรากฏ (Bulk density) มักใช้กับวัสดุเม็ดซึ่งกองรวมกันอยู่เป็นจำนวนมาก และหมายถึงอัตราส่วนของมวลต่อปริมาตรทั้งหมดซึ่งรวมปริมาตรของเม็ดและปริมาตรของอากาศแทรกตัวอยู่ตามช่องว่าง ซึ่งความค่าความหนาแน่นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามค่าความชื้นของวัสดุ

4) สัมประสิทธิ์การแพร่

สัมประสิทธิ์การแพร่ คือ ค่าที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการระเหยน้ำจากภายในวัสดุสู่ผิวนอก ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความความดันไภายในและภายนอกวัสดุซึ่งเกิดจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งวัสดุเป็นสำคัญ

5) ความชื้นในอากาศ

ความชื้นในอากาศหรือ ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศกับปริมาณความชื้นที่อากาศขณะนั้นจะมีได้ ณ อุณหภูมิเดียวกัน

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ} \times 100}{\text{ไอน้ำสูงสุดที่อากาศสามารถรับไว้ได้ที่อุณหภูมินั้น}} \quad (2.3)$$

ถ้าอากาศชื้นมากจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ความชื้นสัมพัทธ์ 100 % หมายความว่า อากาศรับความชื้นได้เต็มที่แล้วไม่สามารถรับความชื้นได้อีก

6) ความชื้นในวัสดุ

ความชื้นในวัสดุ คือ ค่าบ่งชี้ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุขึ้นหรือแห้ง สามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ 2 แบบ คือ

6.1) ความชื้นมาตรฐานเปียก

$$M_w = \left(\frac{w - d}{w} \right) \quad (2.4)$$

6.2) ความชื้นมาตรฐานแห้ง

$$M_d = \left(\frac{w - d}{d} \right) \quad (2.5)$$

เมื่อ

M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก, % w.b.

M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง, % d.b.

w คือ มวลของวัสดุเปียก, kg

d คือ มวลของวัสดุแห้ง, kg

การคำนวณหาความชื้นของวัสดุที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งทางทฤษฎี คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง เพราะช่วยให้การคำนวณสะดวกขึ้น เนื่องจากมวลแห้งของวัสดุมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมากในระหว่างการอบแห้ง

จากสมการ (2.4) และ (2.5) สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นแบบมาตรฐานแห้งได้ดังนี้

$$M_w = \left(\frac{M_d}{1 - M_d} \right) \quad (2.6)$$

และ

$$M_d = \left(\frac{M_w}{1 - M_w} \right) \quad (2.7)$$

2.2.4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการอบแห้ง

สมการที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพด้านการอบแห้งของเครื่องอบแห้ง มีดังนี้

1) อัตราการอบแห้ง

อัตราการอบแห้ง (Drying rate, DR) เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง que แสดงถึงค่าประสิทธิภาพการอบแห้งของการลดความชื้นของวัสดุ สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$DR = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผลิตภัณฑ์ (kg)}}{\text{ระยะเวลาอบแห้ง (h)}} \quad (2.8)$$

2) ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ

ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific energy consumption, SEC) คือ ดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการระเหยน้ำ สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$SEC = \frac{\text{ความสิ้นเปลืองพลังงานทั้งหมด (MJ)}}{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผลิตภัณฑ์ (kg)}} \quad (2.9)$$

2.2.5 การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์แห้ง

2.2.5.1 สีของผลิตภัณฑ์แห้ง สีของวัสดุชิ้นหนึ่งจะถูกกำหนดจาก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ สีที่ปรากฏ (Hue) ความบริสุทธิ์ของสี (Chroma) และความสว่างของสี (Lightness) โดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1) สีที่ปรากฏ (Hue) เป็นสีของวัสดุ เช่น สีแดง ส้ม เหลือง และเขียว เป็นต้น สีของผลิตภัณฑ์แห้งมีได้หลากหลาย มีทั้งสีหลัก เช่น สีแดง เหลือง เขียว และน้ำเงิน เป็นต้น และสีที่อยู่ระหว่างสีหลัก เช่น แดงอมเหลือง และสีส้ม เป็นต้น

2) โครมา (Chroma) เป็นตัวบ่งชี้ระดับบริสุทธิ์ของสีหรือความสดของสี ผลิตภัณฑ์แห้ง แต่ละอย่างถึงแม้จะมีสีเดียวกัน แต่อาจมีความบริสุทธิ์หรือความสดของสีแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น มะเขือเทศแช่อิ่มอบแห้ง ถึงแม้จะมีสีแดง แต่ผลจากการอบแห้งแต่ละครั้งอาจได้มะเขือเทศอบแห้งที่มีสีแดงสดมาก กล่าวคือ มีความบริสุทธิ์ของสีแดงมาก แต่บางครั้งจะมีสีแดงหม่น เพื่อให้สามารถแยกแยะสีของวัสดุที่มีสีเดียวกัน แต่มีความบริสุทธิ์หรือความสดแตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์จึงได้กำหนดระดับความบริสุทธิ์หรือความสดของสีซึ่งเรียกว่า โครมา

3) ความสว่าง (Lightness) สีของผลิตภัณฑ์สีหนึ่งซึ่งมีความบริสุทธิ์หรือความสดของสีระดับหนึ่ง จะสามารถแปรค่าความสว่างได้อีกหลายระดับขึ้นกับความส่องสว่าง (Luminance) ของแสงที่ออกมาจากผลิตภัณฑ์นั้น โดยความส่องสว่างจะขึ้นกับสภาพสะท้อนแสง (Reflectivity) และสภาพเปล่งแสง (Emissivity) ของผิววัตถุนั้น นอกจากนี้ยังขึ้นกับความเข้มของแสงที่ตกกระทบวัตถุนั้นด้วย วัตถุทุกสี ถ้าความ

ส่องสว่างที่ออกมาจากวัตถุนั้นมีค่าต่ำมาก ๆ วัตถุดังกล่าวจะปรากฏเป็นสีดำหรือมืด (Dark) แต่ถ้ามีค่าความส่องสว่างสูง เราจะเห็นวัตถุนั้นปรากฏเป็นสีขาวสว่าง

เพื่อให้การระบุสีมีความชัดเจนในเชิงปริมาณ คณะกรรมการสากลด้านความสว่าง (Commission International d' Eclairage, CIE) และองค์การต่างๆ จึงได้กำหนดระบบการระบุสี โดยที่สำคัญมีดังนี้

1) ระบบ CIE (ค.ศ. 1931) ระบบนี้อยู่บนพื้นฐานแนวคิดที่ว่าสีของวัตถุขึ้นกับสเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสง สเปกตรัมของสภาพสะท้อนแสงของวัตถุ (Spectral reflectivity) และสภาพการตอบสนองของผู้สังเกต (Colour matching function) ที่มีต่อสีแดง เขียว และน้ำเงิน โดยสีของวัตถุบอกได้ด้วยตัวแปร 3 ตัว คือ X, Y และ Z ซึ่งจะเรียกว่า ค่าไตรสติมูลัส (Tristimulus)

2) ระบบฮันเตอร์แล็บ (Hunter Lab system) จากปัญหาความไม่สม่ำเสมอของระบบ Yxy ฮันเตอร์ (Hunter, 1958) จึงได้เสนอระบบการระบุสีที่มีความสม่ำเสมอมากขึ้น ระบบดังกล่าวระบุสีโดยใช้พารามิเตอร์ 3 ตัว ได้แก่ L, a และ b โดย L แทนความสว่างของสี และ a และ b เป็นตัวแปรที่บอกทั้งสีที่ปรากฏและความบริสุทธิ์ของสี โดย a จะแปรจากสีแดง (ค่า a เป็นบวก) ไปยังสีเขียว (ค่า a เป็นลบ) และ b จากสีเหลือง (ค่า b เป็นบวก) ไปยังสีน้ำเงิน (ค่า b เป็นลบ) ระยะทางในแนว a และ b จะแปรตามความบริสุทธิ์ของสี

3) ระบบ CIELAB (ค.ศ. 1976) (Hunter and Pointer, 2011; Janjai et al., 2011) ระบบนี้มีแนวคิดทำนองเดียวกับระบบฮันเตอร์ แต่ได้ปรับปรุงให้ละเอียดถูกต้องยิ่งขึ้น ระบบ CIELAB จะใช้สัญลักษณ์ L^* แทนความสว่าง และ a^* และ b^* บอกสีที่ปรากฏและความบริสุทธิ์ของสี โดย L^* แปรจากดำไปขาว (0 ถึง 100) a^* แปรจากเขียวไปแดง (-60 ถึง +60) และ b^* แปรจากน้ำเงินไปเหลือง (-60 ถึง +60)

2.2.5.2 วอเตอร์แอกติวิตี (Water activity) หรือ A_w เป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่ออายุการเก็บของอาหารในขณะที่ยืดอายุ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปัจจัยอื่น ๆ เพียงแค่มีผลกระทบต่อความเร็วในการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารเท่านั้น โดยทั่วไปปริมาณของน้ำที่แทรกตัวอยู่ในวัสดุขึ้นแต่ละชนิดจะยึดเกาะกับโครงสร้างของแข็งด้วยแรงต่าง ๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น วัสดุบางอย่างมีปริมาณน้ำอิสระมาก และบางอย่างมีปริมาณน้ำอิสระน้อย โดยจุลชีพ (Micro-organism) แต่ละประเภทมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากน้ำประเภทต่าง ๆ ได้แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของจุลชีพ และความ แอกทีฟ (active) ของน้ำ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์จึงได้บอกระดับความแอกทีฟของน้ำด้วยพารามิเตอร์ที่เรียกว่า “แอกติวิตีของน้ำ (a_w)” วอเตอร์แอกติวิตีเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการควบคุมการเสี้ยวของอาหาร ตัวอย่างเช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเติบโตได้ที่วอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่า 0.91 ในขณะที่ราส่วนมากหยุดการเจริญเติบโตเมื่อวอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่า 0.80 ถ้ามีวัสดุขึ้นจำพวกอาหาร 2 ชิ้น ถึงแม้ว่าจะมีความชื้นเท่ากัน แต่มีปริมาณน้ำอิสระต่างกัน จะมีค่าแอกติวิตีของน้ำแตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลให้วัสดุ 2 ชิ้น ถูกทำลายด้วยจุลชีพในระดับที่แตกต่างกันด้วย นอกจากนั้น วอเตอร์แอกติวิตียังมีผลกระทบต่อการทำงานของเอนไซม์ และวิตามินในอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสี รส และกลิ่นของอาหารอย่างชัดเจน

ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์สามารถวัดได้จากความชื้นสัมพัทธ์สมดุลของอากาศที่ปล่อยให้สมดุลกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะต้องถูกวางไว้ในระบบปิดเพื่อให้เกิดความสมดุลได้ จุดที่สมดุลคือจุดที่วอเตอร์แอกติวิตีของตัวอย่างมีค่าเท่ากับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ นอกจากการวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตีโดยการวัดความชื้นสัมพัทธ์สมดุลแล้ว ยังมีเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตีโดยตรงเพื่อความสะดวกในการใช้งาน

2.2.5.3 การประเมินเชิงจุลชีววิทยา การอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ถ้าความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงช้า เช่น กรณีการอบกล้วยที่อบแห้งในช่วงฤดูฝนที่ไม่มีระบบให้ความร้อนเสริม จะเกิดราขึ้นกล้วยในช่วงแรกของการอบและถ้าอบต่อไปอีกหลายวัน ถึงแม้จะได้ผลิตภัณฑ์แห้งที่มีสีสวย รสชาติดี และมีสมบัติทางเคมีอาหาร เช่น วิตามินบีสูง แต่กล้วยที่ได้อาจมีสารพิษจากเชื้อรา เช่น สารอะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) อยู่ หรือมีเชื้อราและแบคทีเรียปนเปื้อนอยู่ ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เครื่องอบแห้งฯ ที่ผู้ใช้ต้องสามารถทำความสะอาดภายในเครื่องได้สะดวก ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้ทำความสะอาดเครื่องอบแห้งได้สม่ำเสมอซึ่งจะสามารถป้องกันเชื้อราและแบคทีเรียสะสมอยู่ภายใน

อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) คือสารพิษที่ผลิตจากเชื้อรา (Mycotoxin) ซึ่งผลิตจากเชื้อรา *Aspergillus flavus* และ *Aspergillus paraciticus* ซึ่งเชื้อราสองชนิดนี้สร้างสารพิษในภาวะที่อาหารมีความชื้น (Moisture content) สูง มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity) มากกว่า 0.93 และอุณหภูมิค่อนข้างสูง (25-30 องศาเซลเซียส) เป็นอันตรายทางเคมี (Chemical hazard) เป็นสาเหตุของโรคที่มีอาหารเป็นสื่อ (Foodborne disease)

สารอะฟลาทอกซินที่พบตามธรรมชาติจะมีอยู่ 4 ชนิด คือ aflatoxin B1, B2, G1 และ G2 โดย aflatoxin B1 จะมีความเป็นพิษสูงที่สุด ซึ่ง *Aspergillus flavus* จะสร้างเฉพาะสาร aflatoxin B ขณะที่ *A. parasiticus* จะสร้างทั้ง aflatoxin B และ G เชื้อราที่พบทั่วไปในผลิตผลเกษตรโดยเฉพาะประเทศไทย จะเป็นเชื้อรา *Aspergillus flavus* มากกว่า *A. parasiticus* บี (B) หมายถึง blue คืออะฟลาทอกซินที่เรืองแสงให้สีฟ้า เมื่อดูภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร จี (G) หมายถึง green คืออะฟลาทอกซินที่เรืองแสงให้สีเขียว เอ็ม (M) หมายถึง milk คืออะฟลาทอกซินที่พบในน้ำนมวัว (milk) ซึ่งเปลี่ยนรูปมาจากอะฟลาทอกซินปีจากอาหารโดยกลไกของร่างกาย

สารพิษอะฟลาทอกซินละลายในน้ำได้เล็กน้อย คงตัวในสภาพที่เป็นกรด แต่จะสลายตัวในสภาพที่เป็นด่าง และทนความร้อนได้ถึง 260 องศาเซลเซียส เมื่อส่องดูภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต เรืองแสงได้ และสลายตัวภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต

ปัจจุบันองค์การ IARC (International Association Research Cancer) ได้จัดสารอะฟลาทอกซิน เป็นสารก่อมะเร็ง Class I ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่ตับ และอาจก่อมะเร็งในอวัยวะอื่นๆ เช่น ไต ระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ระบบประสาท ระบบสืบพันธุ์ และระบบภูมิคุ้มกัน

อะฟลาทอกซินB1 เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลองหลายชนิดอย่างชัดเจน จึงอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้ ประเทศไทยกำหนดให้มีการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินได้ไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม หรือ 20 พีพีบี ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 พ.ศ.2529

คณะกรรมการอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius Commission) กำหนดให้มีการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงที่ต้องนำไปผ่านกระบวนการต่อไปได้ไม่เกิน 15 พีพีบี (ppb, part per billion)

อะฟลาทอกซิน พบได้ในเมล็ดธัญชาติ ถั่วเมล็ดแห้ง และเมล็ดพืชน้ำมันชนิดต่างๆ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าว ข้าวสาลี ถั่วลิสง มะพร้าว สมุนไพร เครื่องเทศ และในผลิตภัณฑ์แปรรูปแทบทุกชนิดที่ใช้วัตถุดิบจากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่มีเชื้อราชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่ก่อน

การปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินในอาหารคนและอาหารสัตว์เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงและคาดการณ์ได้ยากมาก เพราะเชื้อราที่สร้างสารพิษชนิดนี้ส่วนใหญ่จะพบอยู่ทั่วไปในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ซึ่งเจริญได้ดีบนผลิตภัณฑ์เกษตรเกือบทุกชนิด รวมทั้งผลิตภัณฑ์แปรรูปชนิดต่าง ๆ จากผลิตภัณฑ์เกษตรด้วย เชื้อราเหล่านี้เกิดขึ้นได้ทุกสถานการณ์ ตั้งแต่กระบวนการผลิต กระบวนการเก็บเกี่ยว และกระบวนการเก็บรักษา กระบวนการขนส่ง สารพิษเหล่านี้อาจปนเปื้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ได้ ถึงแม้จะไม่มีเชื้อราปรากฏให้เห็นบนผลิตภัณฑ์นั้นๆ เพราะตัวเชื้อราเองอาจถูกจัดออกไปโดยวิธีต่างๆ หลังจากที่เราสร้างสารพิษเอาไว้บนผลิตภัณฑ์แล้ว

การป้องกันเบื้องต้น คือการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์หลังการเก็บเกี่ยวอย่างรวดเร็วด้วยการทำแห้ง (Dehydration) เพื่อลดปริมาณ water activity ของอาหารให้ต่ำกว่าที่เชื้อราจะเจริญและสร้างสารพิษ

เนื่องจากสารพิษทนความร้อนได้สูงถึง 260 องศาเซลเซียส ความร้อนจากการแปรรูปอาหารทั่วไปๆ ไม่สามารถทำลายได้ วิธีการทำลายสารอะฟลาทอกซินโดยทั่วไป จะเป็นวิธีทางเคมี เช่น การใช้กรดแก่หรือด่างแก่ และวิธีทางกายภาพ เช่น การใช้วิธีการคัดแยก (Sorting) เมล็ดธัญพืช หรือการใช้รังสี เป็นต้น แต่ไม่มีวิธีการใดเลยที่สามารถทำลายสารพิษได้หมด

การปนเปื้อนของสารพิษอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์ เป็นทั้งอาหารคนและอาหารสัตว์ เป็นปัญหาที่สำคัญมากเพราะก่อให้เกิดความเสียหายต่อประเทศชาติทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลกระทบทางตรงคือทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ราคาตกต่ำ สัตว์เลี้ยงมีคุณภาพต่ำ หรือตายเป็นจำนวนมาก และที่สำคัญประชาชนที่บริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของสารพิษเข้าไปอาจได้รับอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ส่วนผลกระทบทางอ้อม คือการนำเอาปริมาณการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินมาเป็นข้อกีดกันทางการค้า ทำให้ไม่สามารถส่งออกได้ และทำให้มูลค่าทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ลดลงด้วย

2.3 เตาชีวมวลทรงกระบอกรูป

การใช้ประโยชน์ด้านพลังงานจากชีวมวลมีสองรูปแบบ คือ การเผาไหม้ตรง (Direct combustion) และการใช้ในรูปแบบก๊าซเชื้อเพลิง (Producer gas) จากกระบวนการแก๊สซิฟิเคชัน (Gasification process) แต่ทั้งสองรูปแบบนี้ยังมีข้อจำกัดคือ การใช้งานแบบเผาไหม้ตรงนั้นให้ประสิทธิภาพต่ำและปล่อยมลพิษในปริมาณสูงอันเนื่องมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ส่วนการใช้งานในรูปแบบก๊าซเชื้อเพลิงนั้น ถึงแม้จะให้ประสิทธิภาพสูงแต่ก็มีข้อจำกัดคือ ต้นทุนการผลิตสูง มีกระบวนการอันซับซ้อน ต้องมีการใส่พลังงานเข้าไป (โดยทั่วไปคือพลังงานไฟฟ้า) เพื่อให้ทำงานได้ เชื้อเพลิงต้องมีขนาดที่พอเหมาะกับเตา ผู้ใช้งานต้องมีความรู้และทักษะที่ดีจึงจะใช้งานได้มีประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมเท่านั้น ดังนั้น จึงมีแนวคิดในการสร้างเตาชีวมวลที่มีประสิทธิภาพสูง ปล่อยมลพิษต่ำ ใช้งานง่าย มีรูปแบบไม่ซับซ้อน ต้นทุนต่ำ ใช้กับเชื้อเพลิงได้หลากหลาย ใช้งานต่อเนื่องได้อย่างยาวนานและสามารถใช้งานได้ทั้งในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถกำจัดข้อจำกัดในการใช้งานของชีวมวล โดยเฉพาะของเหลือใช้จากการผลิตทางการเกษตร เช่น ชานอ้อย ชี้อ้อย ชังข้าวโพด เศษกิ่งไม้ และใบไม้ ซึ่งมีลักษณะและรูปร่างแตกต่างกัน ไม่เหมาะต่อการเผาไหม้ในเตาโดยทั่วไปได้

เตาชีวมวลทรงกระบอกรูปได้มีการพัฒนาขึ้นโดย นายจรัส ดินเจตชู นักประดิษฐ์ชาวนครพนม โดยการสนับสนุนของ ศูนย์วิจัยและบริการด้านพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พัฒนาเตาเชื้อเพลิงชีวมวลลดละอองเขม่าและมลพิษ หรือที่ผู้ประดิษฐ์ตั้งชื่อว่า "เตาเหวดา" สามารถใช้ชี้อ้อย แกลบ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร กิ่งไม้ใบไม้ หรือชีวมวลทุกชนิดเป็นเชื้อเพลิงเตาเชื้อเพลิงชีวมวลลดละอองเขม่า หรือ เตาเหวดาได้รับสิทธิบัตรการประดิษฐ์ เลขที่ 28196 นับได้ว่าเป็นนวัตกรรมของภูมิปัญญาไทย และสิ่งประดิษฐ์คิดค้นที่สามารถกำจัดข้อจำกัดของชีวมวลซึ่งมีลักษณะ รูปร่างแตกต่างกัน ไม่เหมาะต่อการเผาไหม้ในเตาโดยทั่วไปได้ และใช้ชีวมวลได้หลากหลายชนิดและนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางทั้งครัวเรือนและอุตสาหกรรม อันนำมาซึ่งผลประโยชน์อย่างกว้างขวางต่อการใช้งานชีวมวลในรูปพลังงาน

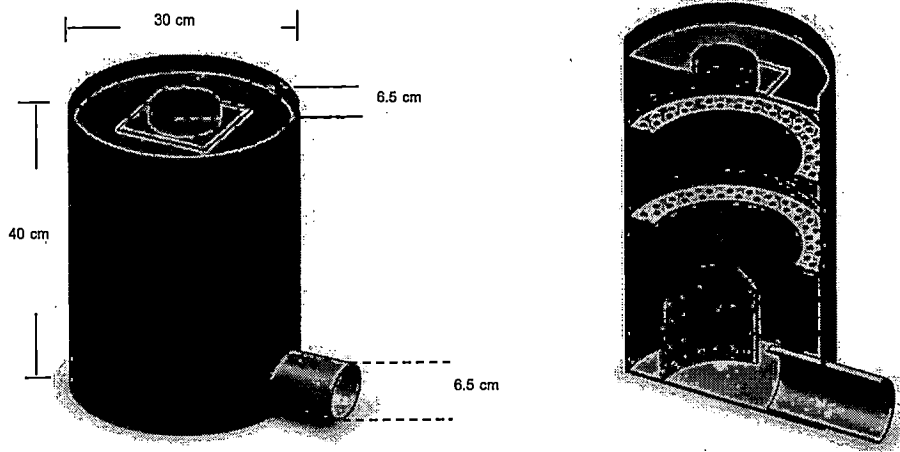
2.3.1 กระบวนการผลิตเตาชีวมวลทรงกระบอกรูป

เตาชีวมวลทรงกระบอกรูป เป็นเตาให้กำลังความร้อนสูง มลพิษต่ำ ใช้งานง่าย สามารถสร้างขึ้นได้โดยใช้วัสดุที่มีอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด สร้างได้ง่ายโดยใช้เครื่องมือช่างทั่วไป โดยมีรายละเอียดของตัวเตา เครื่องมือและวิธีการผลิตดังนี้

2.3.1.1 รายละเอียดของเตาชีวมวลทรงกระบอกรูป

1) ตัวเตา

เตาชีวมวลทรงกระบอกรูปขนาดกลาง มีโครงสร้างทำจากเหล็กแผ่นบาง 1 มิลลิเมตร ม้วนขึ้นรูปเป็นทรงกลม สำหรับขนาดคร่าวเรือนั้น มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร ทางเข้าอากาศเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6.5 เซนติเมตร ทางออกของเปลวไฟขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2.2



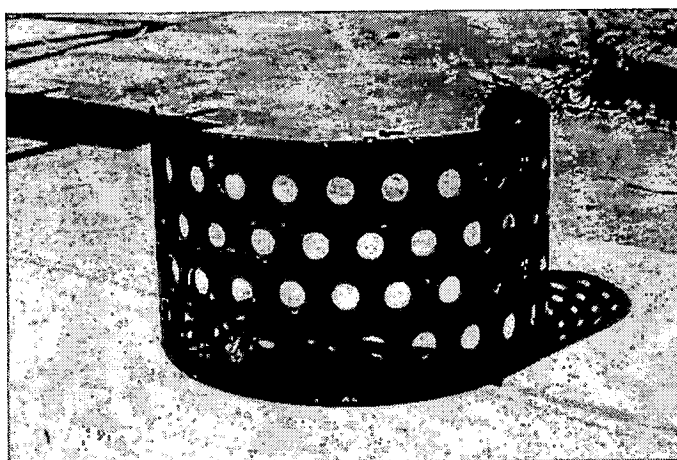
รูปที่ 2.2 ขนาดเตาชีวมวลทรงกระบอกขนาดกลางและโครงสร้างด้านใน

2) อุปกรณ์ประกอบโครงสร้างภายในของเตาชีวมวลทรงกระบอก

ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ในภายในเตาเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยรักษาสภาพของชีวมวลในเตาชีวมวลทรงกระบอกไม่ให้พังทลายขณะเผาไหม้และช่วยรักษารูปแบบการเผาไหม้ให้คงที่ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ 4 อย่าง ซึ่งมีรายละเอียดและคุณสมบัติที่แตกต่างกันดังนี้

(1) ที่กั้นทางเข้าอากาศ หรือ เกือกม้า

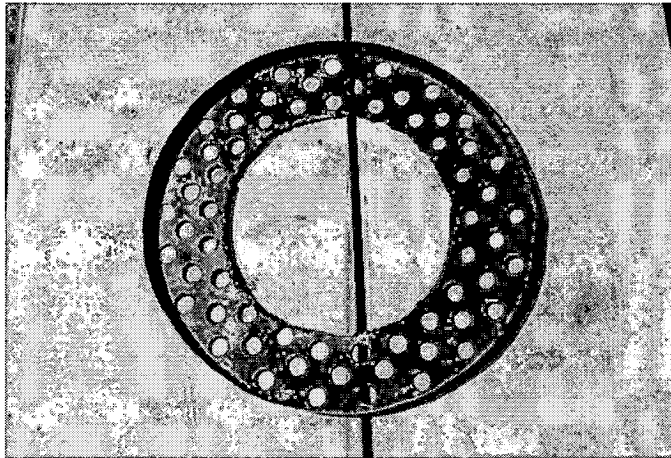
ที่กั้นทางเข้าของอากาศหรือแผ่นเกือกม้า ดังรูปที่ 2.3 คืออุปกรณ์ที่วางกั้นภายในเตาตรงทางอากาศเข้าทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายบริเวณด้านล่างของเตาอันเนื่องมาจากการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว ป้องกันการพังทลายของชีวมวลในขณะที่ชีวมวลกำลังเผาไหม้ โดยแผ่นเกือกม้าจะมีลักษณะโค้งตามขนาดความโค้งของเตามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณสองในสามของเส้นผ่าศูนย์กลางเตา



รูปที่ 2.3 ที่กั้นทางเข้าอากาศ หรือ เกือกม้า

(2) ที่กั้นตัวเตา หรือ แผ่นคาคเตา

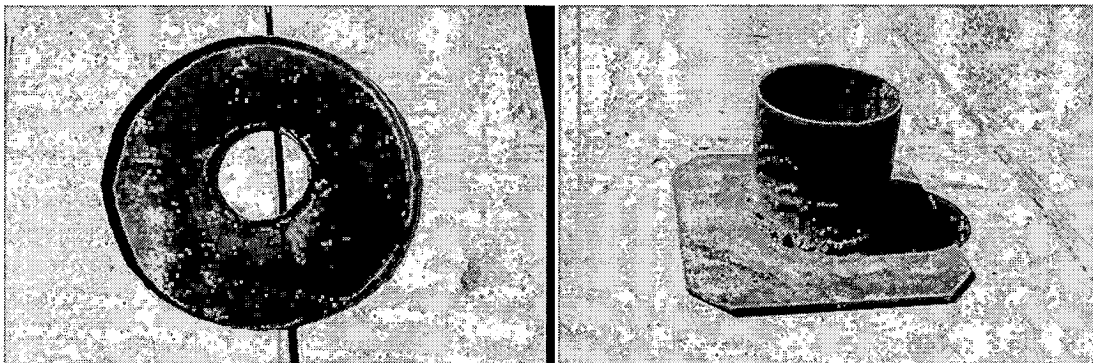
ที่กั้นตัวเตาหรือแผ่นคาคเตา คือ อุปกรณ์ที่กั้นระหว่างเตาตามแนวรัศมีของเตา ดังรูปที่ 2.4 มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเตา ทำหน้าที่กั้นไม่ให้เชื้อเพลิงที่กำลังเผาไหม้พุ่งลงมา และให้เตาคงสภาพดั้งเดิมจนกระทั่งการเผาไหม้สิ้นสุดลง



รูปที่ 2.4 ที่กั้นตัวเตา หรือแผ่นคาคเตา

(3) ฝาครอบด้านบนเตา

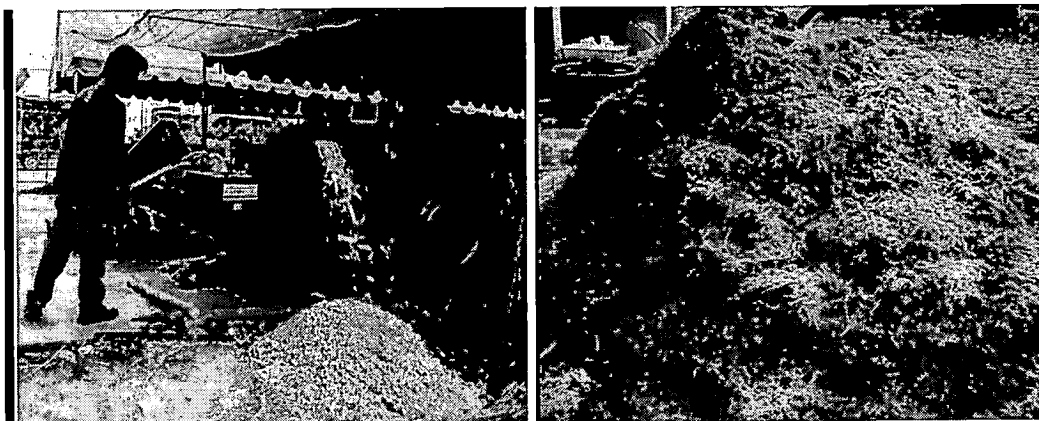
ฝาครอบด้านบนเตาประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ชิ้น ดังรูปที่ 2.5 โดยชิ้นแรกคือ แผ่นเหล็กที่ใช้สำหรับครอบชีวมวลที่ผ่านการอัดแล้วป้องกันไม่ให้เกิดการระเหยออกของแก๊สที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้โดยบังคับให้แก๊สไหลออกตรงกลางเพียงช่องทางเดียว และอีก 1 ชิ้นคือ อุปกรณ์ที่เป็นปล่องไฟ ทำให้เปลวไฟที่ออกจากเตาอยู่สูงกว่าระดับผิวบนของเตา ทำให้มีอากาศเข้ามาช่วยเผาไหม้ให้สมบูรณ์มากขึ้น



รูปที่ 2.5 ฝาครอบด้านบนเตา

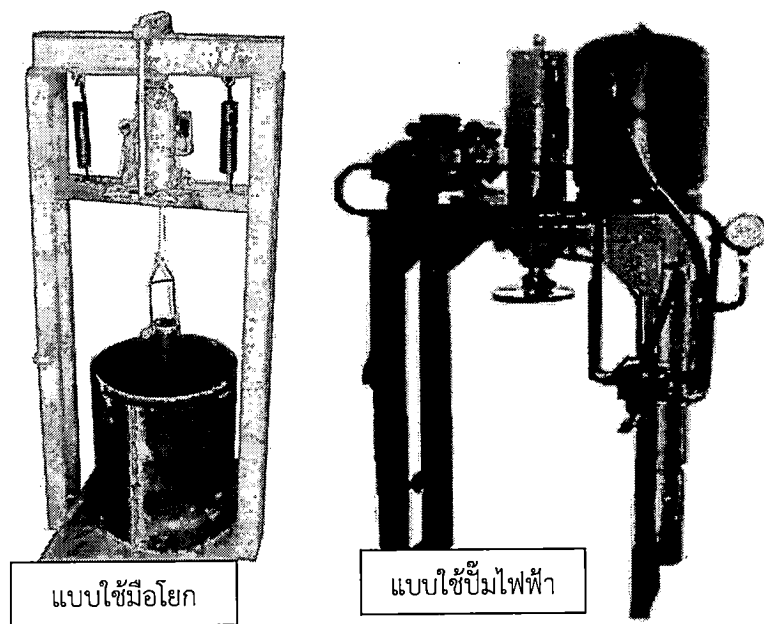
2.3.1.2 การบรรจุเตาชีวมวลทรงกระบอ

ในการบรรจุเชื้อเพลิงนั้น เชื้อเพลิงที่จะต้องใช้จะต้องผ่านการบดให้ละเอียดก่อน โดยใช้เครื่องบดย่อย หรือเป็นเชื้อเพลิงที่ละเอียดอยู่แล้วเช่นขี้เลื่อย ดังรูปที่ 2.6



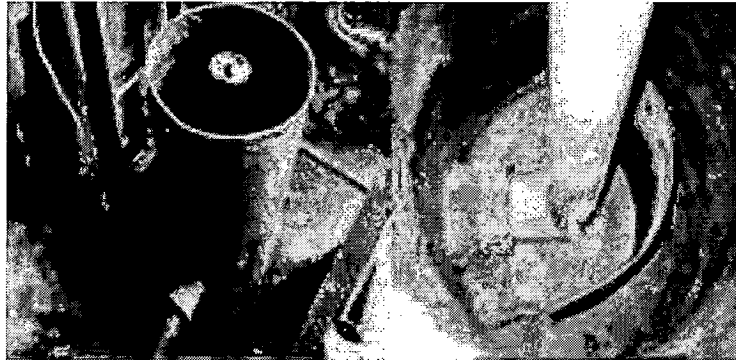
รูปที่ 2.6 เครื่องบดย่อยชีวมวล และชีวมวลที่บดย่อยแล้ว

อุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุเตาประกอบไปด้วย เครื่องอัดไฮดรอลิกส์ ดังรูปที่ 2.7 ท่อสำหรับทำแกนกลาง ท่อสำหรับสอดเข้าทางปากเตา และตัวจับดึงท่อแกนกลางออก



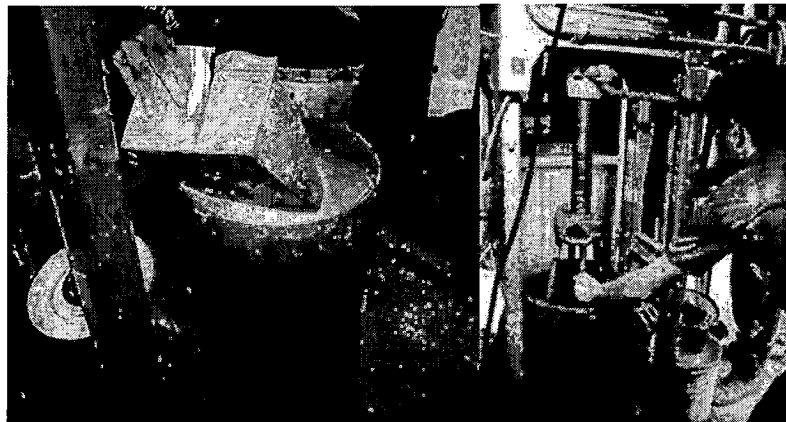
รูปที่ 2.7 เครื่องอัดไฮดรอลิกที่ใช้บรรจุเตาชีวมวล

เมื่อเตรียมเชื้อเพลิงและอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการบรรจุเชื้อเพลิง โดยเริ่มจาก นำตัวเตมาวางที่ด้านล่างของแท่นอัดไฮดรอลิกส์ วางเกือกม้าที่ตำแหน่งตรงข้ามกับปากเตา สอดท่อเข้าทางปากเตาและวางท่อแกนกลางให้ตรงตำแหน่งกึ่งกลางเตา ดังรูปที่ 2.8



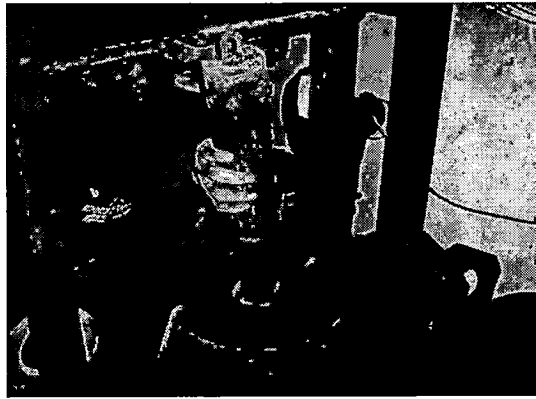
รูปที่ 2.8 ตำแหน่งการวางชิ้นส่วนต่างๆ ก่อนบรรจุเชื้อเพลิง

เทเชื้อเพลิงลงไปในเตาประมาณ $1/2 - 3/4$ ของเตา แล้วอัดลงไปให้แน่น ในขั้นตอนนี้ควรระวังไม่ให้กระบอกอัดชนกับแผ่นเกือกม้า ดังแสดงในรูปที่ 2.9



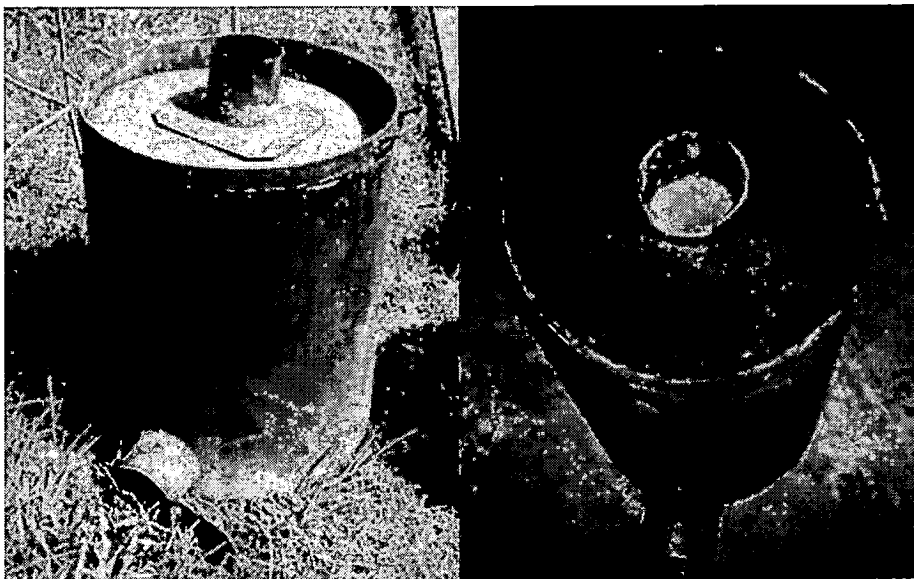
รูปที่ 2.9 การบรรจุและอัดเชื้อเพลิง

เมื่ออัดลงไปแน่นแล้ว ให้ปล่อยกระบอกไฮดรอลิกส์ขึ้นให้สุด วางที่คาดเตาตัวแรก ลงไปซึ่งควรจะอยู่ที่ระดับ $1/2$ ของเตา ในกรณีใช้แผ่นเดียว หรือที่ระดับ $1/3$ ของเตา กรณีใช้ 2 แผ่น เติมเชื้อเพลิงลงไปอีกให้เต็ม แล้วอัดเชื้อเพลิงลงไปอีกครั้งให้แน่น ปล่อยกระบอกไฮดรอลิกส์ขึ้นให้สุด วางที่คาดเตาตัวที่สองลงไปซึ่งควรจะอยู่ที่ระดับ $2/3$ ของเตา เติมและอัดเชื้อเพลิงที่เหลือแน่นจนถึงระดับ 1 นี้วก่อนถึงขอบเตาด้านบน ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การอัดเชื้อเพลิงให้เต็ม

วางฝาครอบเตา 2 ชั้นด้านบนลงไป โดยให้แผ่นกลมลงไปก่อนแล้ววางปล่องไฟตามไป ดังรูปที่ 2.11 นำเถ้าแกลบผสมดินและน้ำหมาด ๆ ใส่ที่ด้านบนให้ถึงระดับขอบเตา แล้วอัดด้วยไฮดรอลิกส์ให้แน่น เสร็จแล้วจะได้เตาชีวมวลทรงกระบอก หรือเตาเหวดดาที่พร้อมใช้งาน



รูปที่ 2.11 การวางฝาครอบเตาด้านบน และเตาที่สำเร็จแล้ว

2.3.1.3 การใช้งานเตาชีวมวลทรงกระบอก

1) การจุดเตา

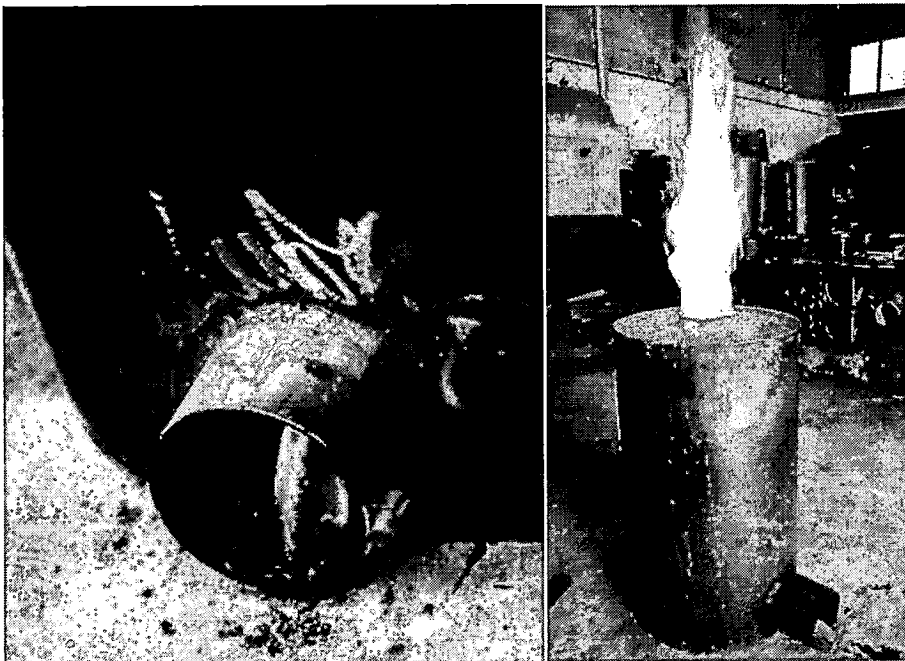
การจุดเตาชีวมวลทรงกระบอกทำได้โดยง่าย เพียงแค่นำเชื้อไฟ เช่น กระดาษ, ไม้, ขี้เลื่อยผสมน้ำมัน หรือวัสดุติดไฟอื่น วางไว้ที่ปากเตา เปลวไฟจะวิ่งไปตามรูอากาศภายในเตา ชีวมวลภายในเตาจะเริ่มติดไฟ โดยไม่ต้องมีการใช้แรงภายนอกเข้าช่วย แต่ข้อควรระวังคือ ควรเขี่ยเศษเชื้อเพลิงที่ร่วงลงมาออกก่อน จะทำให้จุดติดได้ง่ายขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การจุดเตา

2) การเร่งและหรีเตา

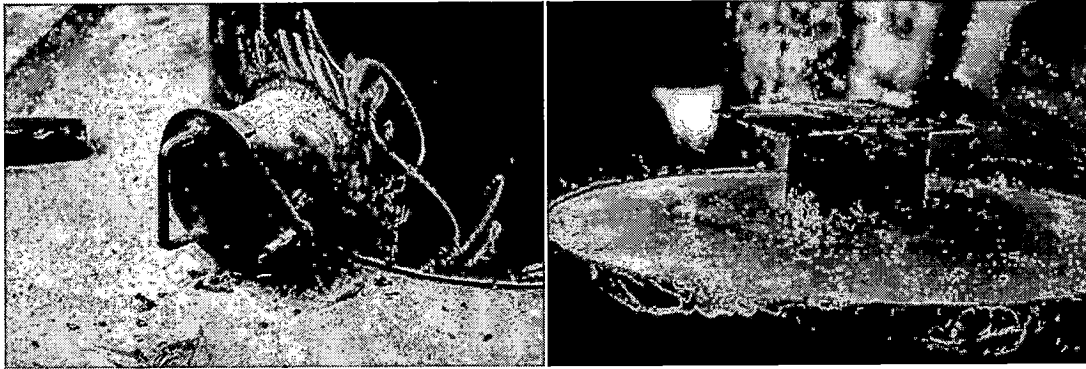
เตาชีวมวลทรงกระบอกสามารถเพิ่มหรือลดความร้อนได้ตามความต้องการโดยการเพิ่มหรือลดปริมาณอากาศที่เข้าไปในเตา ด้วยแผ่นควบคุมปริมาณอากาศหน้าเตา ดังรูปที่ 2.13 หรือสามารถเร่งความแรงของเตาด้วยการป้อนแท่งฟืนเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้เปลวไฟมีความรุนแรงมากขึ้นได้



รูปที่ 2.13 แผ่นควบคุมปริมาณอากาศเข้าเตา และการป้อนฟืน

3) การดับเตา

การดับเตาชีวมวลทรงกระบอกนั้นทำได้โดยง่าย โดยการปิดทางเข้าออกของอากาศทั้งหมด ดังรูปที่ 2.14 ทำให้ไม่มีอากาศในการสันดาป โดยเริ่มจากการปิดด้านล่างก่อน แล้วค่อยปิดด้านบน เตาจะดับไปเองในที่สุด และนอกจากนี้หากยังคงมีเชื้อเพลิงอยู่ในเตามาก ยังสามารถนำมาจุดใช้งานได้ซ้ำอีก โดยยังคงให้ความร้อนสูงเช่นเดิม



รูปที่ 2.14 การปิดทางเข้าออกของอากาศเพื่อดับเตา

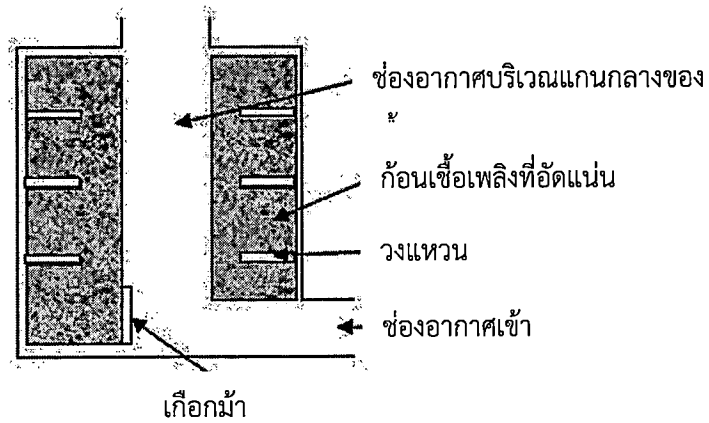
2.3.1.4 หลักการทำงาน

เตาชีวมวลทรงกระบอกที่ได้รับการบรรจุเชื้อเพลิงเรียบร้อยแล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.15 ในการเริ่มต้นใช้งานจะใช้เปลวไฟ (จากเชื้อไฟ เช่น ไม้ฟืนติดไฟ หรือ กระดาษติดไฟ) จุดที่ด้านล่างดังแสดงในรูปที่ 2.16 เปลวไฟนี้จะวิ่งเข้าไปตามช่องทางเดินอากาศภายในเตาตามกระแสของอากาศร้อน ทำให้เชื้อเพลิงในเตาเกิดการติดไฟเพราะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมและมีอากาศที่เพียงพอต่อการสันดาป โดยในช่วงเริ่มต้น ผิวของเชื้อเพลิงบริเวณแกนกลางของเตาจะติดไฟ เกิดการเผาไหม้แบบตรง (Direct combustion) จนกระทั่งใช้งานไประยะหนึ่ง เมื่ออุณหภูมิภายในเตาสูงถึง 1,000 – 1,200 องศาเซลเซียส จะเกิดกระบวนการผลิตก๊าซขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.17 ซึ่งก๊าซที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าว ไม่สามารถออกไปทางอื่นได้ นอกจากแกนกลาง จึงถูกเผาไหม้โดยเปลวไฟและอากาศที่ไหลเข้ามา ทำให้เกิดความร้อนสูง และมีมลพิษต่ำเนื่องจากคาร์บอนมอนอกไซด์ถูกเผาไหม้เข้าจนหมด ในรูปที่ 2.17 สามารถอธิบายการเกิดกระบวนการเกิดก๊าซได้ดังนี้

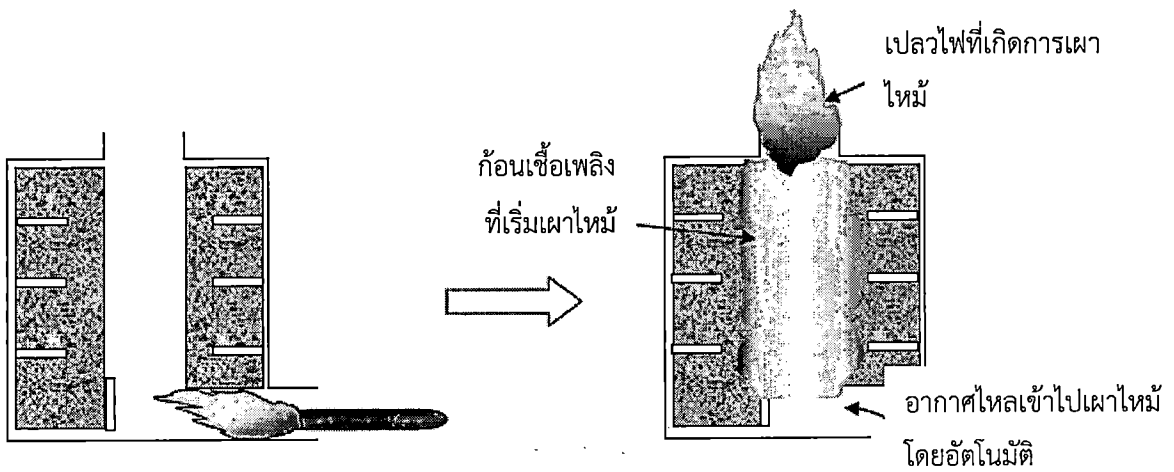
ในช่วงเริ่มต้นการเผาไหม้ชีวมวลซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน ถูกเผาไหม้และได้ผลิตภัณฑ์คือ คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ และปลดปล่อยความร้อนสูงถึง 1,000-1,200 องศาเซลเซียส

ไนโตรเจน ไพรโรไลซิส ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ จะไปกลั่นสลายสารระเหยที่อยู่ในเนื้อไม้จนหมด ทำให้ไม้กลายเป็นถ่าน(คาร์บอน) ซึ่งไนโตรเจน ไพรโรไลซิส นี้มีอุณหภูมิ 200 – 700 องศาเซลเซียส และก๊าซไพโรไลซิสที่เกิดขึ้นจะไหลเข้าสู่กลางเตาและถูกเผาไหม้ ปลดปล่อยความร้อนออกมา

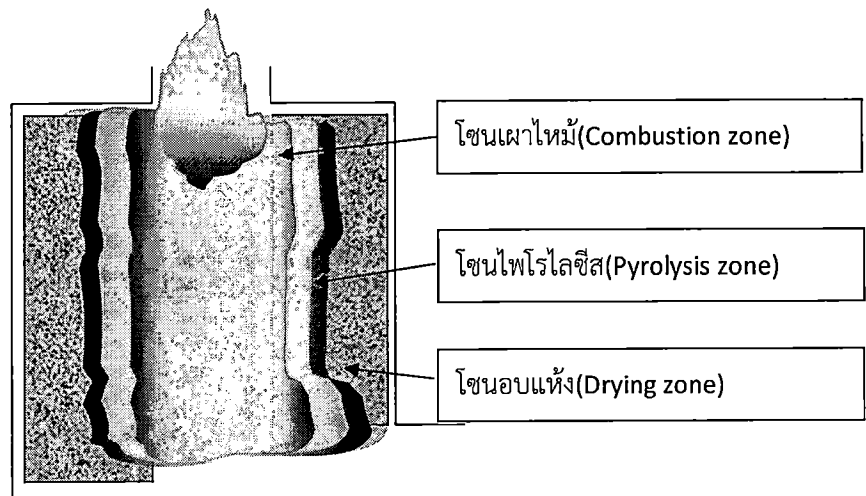
ความร้อนที่เหลือจากกระบวนการไพโรไลซิสประมาณ 100 – 200 องศาเซลเซียส จะทำให้น้ำที่อยู่ในชีวมวลเกิดการระเหยออก ทำให้ชีวมวลแห้ง ซึ่งเรียกว่ากระบวนการอบแห้ง



รูปที่ 2.15 โครงภายในของเตาชีวมวลทรงกระบอกเมื่ออัดบรรจุเชื้อเพลิงแล้ว

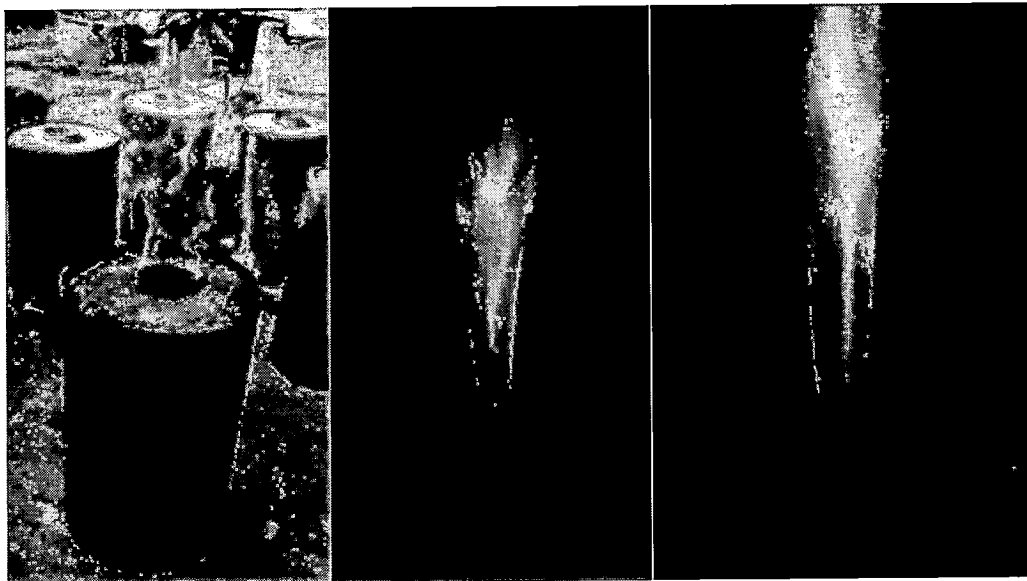


รูปที่ 2.16 การเริ่มจุดเตาและลักษณะการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นภายในเตาในช่วงเริ่มต้นการใช้งาน



รูปที่ 2.17 การเกิดกระบวนการเกิดก๊าซในเตาทรงกระบอก

โดยสรุป การเผาไหม้ในเตาชีวมวลทรงกระบอกลงเป็นการเผาไหม้ของชีวมวล (คาร์บอน) โดยตรง ร่วมกับการเผาไหม้ก๊าซชีวมวล หรือ ก๊าซผลิตภัณฑ์ (producer gas) และก๊าซไพโรไลซิส ที่เกิดจากชั้น เชื้อเพลิงที่อัดแน่น ทำให้ได้เปลวไฟที่สะอาด และอุณหภูมิเปลวไฟสูง กว่าปกติ (เทียบกับการเผาชีวมวลโดยทั่วไป) สามารถประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม ขนาดเล็กได้ เช่น การใช้เป็นแหล่งความร้อน (heat source) กับงาน อบแห้ง ลำไย หรือ งานหมักไอน้ำขนาดเล็ก (500-1000 กก/ชม)



(a) แสดงเปลวไฟจากเตาชีวมวล

(b) แสดงเปลวไฟจากการจุดก๊าซ

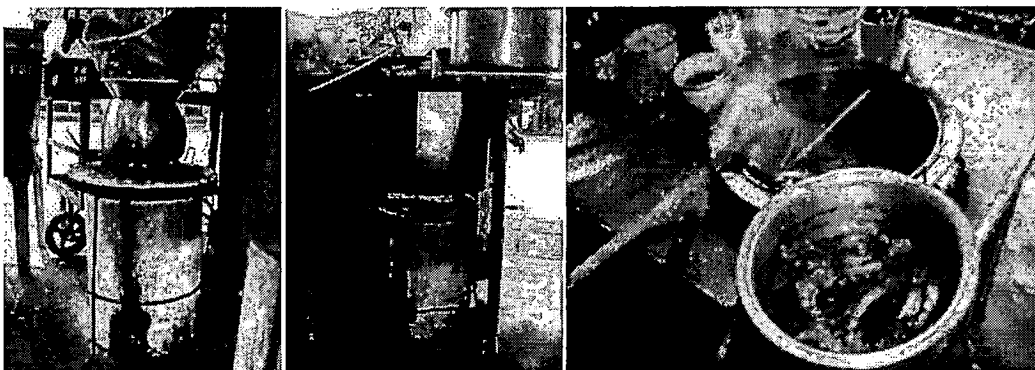
รูปที่ 2.18 แสดงเปลวไฟที่เกิดจากการจุดก๊าซจากเตาชีวมวลทรงกระบอกลง

2.3.1.5 การประยุกต์ใช้งานเตาชีวมวลทรงกระบอกลง

เตาชีวมวลทรงกระบอกลงสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายทั้งในระดับครัวเรือน ร้านค้า และอุตสาหกรรม เนื่องจากประหยัดค่าใช้จ่าย ใช้งานง่าย โดยมีรายละเอียดการใช้งานแบบต่าง ๆ ดังนี้

1) การประยุกต์ใช้งานระดับครัวเรือน ร้านค้า

การใช้งานในระดับครัวเรือนนั้นได้รับความนิยมใช้กันมากในจังหวัดนครพนม ซึ่งเป็นแหล่งต้นกำเนิดของเตาชีวมวลทรงกระบอกลง โดยส่วนมากเป็นร้านอาหารที่ต้องการความร้อนยาวนาน ต่อเนื่อง เช่น การนึ่งข้าว ร้านก๋วยเตี๋ยว ร้านข้าวต้ม เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.19



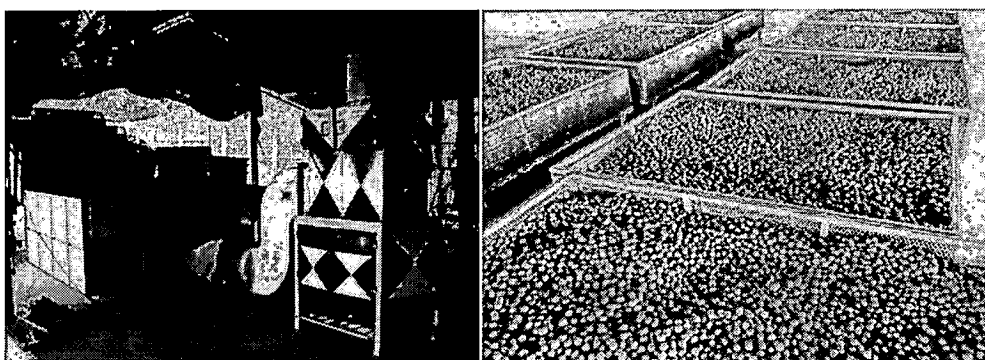
รูปที่ 2.19 การใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกระดับครัวเรือน ร้านค้า

2) การประยุกต์ใช้งานระดับอุตสาหกรรม

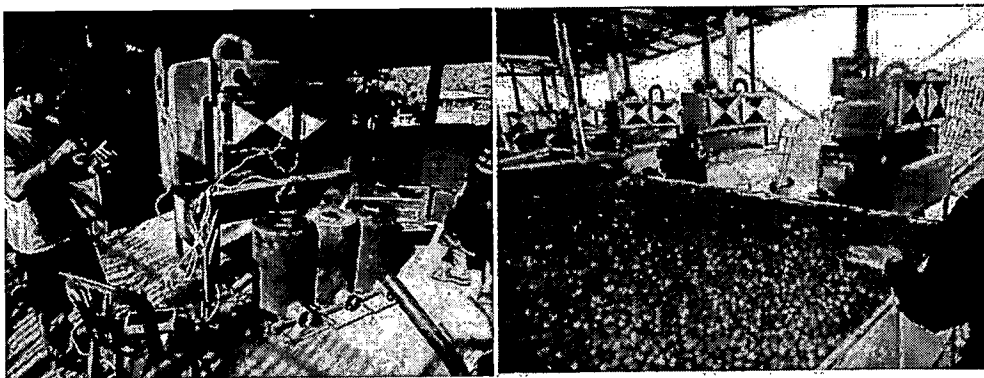
เนื่องจากเตาชีวมวลทรงกระบอกรให้ความร้อนสูงมาก จึงเหมาะสำหรับนำมาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมที่ต้องการความร้อนในปริมาณมากและต่อเนื่อง เช่น อุตสาหกรรมอบแห้ง อุตสาหกรรมที่ใช้หม้อไอน้ำ เป็นต้น ซึ่งที่ผ่านมา มีกรณีศึกษาที่ประสบความสำเร็จแล้ว ได้อุตสาหกรรมอบแห้ง และอุตสาหกรรมที่ใช้หม้อไอน้ำชีวมวล ดังจะได้ยกตัวอย่างต่อไปนี้

2.1) การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอบแห้ง

ในการใช้งานในระดับอุตสาหกรรมนั้นได้มีการนำไปใช้ในการอบแห้งลำไย ดังแสดงในรูปที่ 2.20 และ 2.21 โดยเริ่มจากสหกรณ์การเกษตรสันป่าตอง และเกษตรกรเครือข่าย ในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งสามารถลดต้นทุนการผลิตเมื่อเทียบกับการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) ได้ 3,425 บาทต่อรอบการอบ เมื่อเทียบกับการใช้ฟืนลดต้นทุนได้ 660 บาทต่อรอบการอบ ทำให้ได้กำไรเพิ่มขึ้นปีละ 68,500 บาท



รูปที่ 2.20 การใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกรในการอบแห้งลำไย

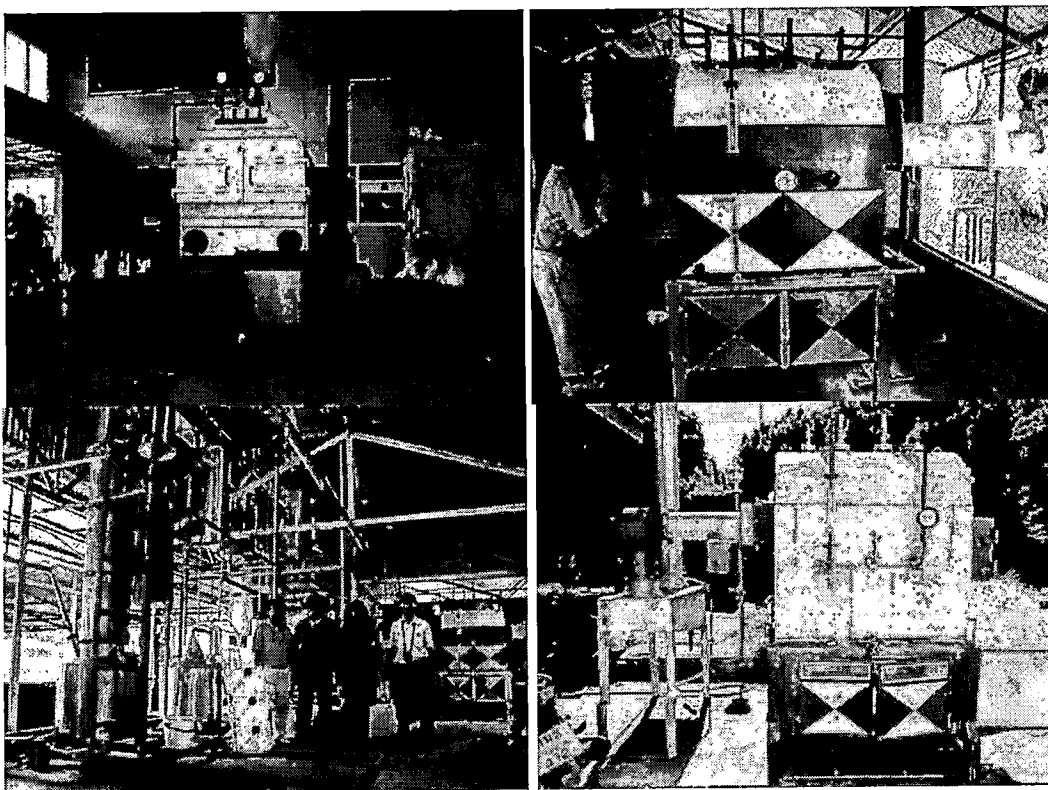


รูปที่ 2.21 การใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกในการอบแห้งลำไย

2.2) การใช้กับหม้อไอน้ำชีวมวล

มีการนำเตาชีวมวลทรงกระบอกไปใช้งานร่วมกับหม้อไอน้ำชีวมวลที่โรงผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวหรินครพนม จากเดิมใช้น้ำมันเตาวันละ 230 ลิตร คิดเป็นเงิน 3,795 บาท หลังจากเปลี่ยนมาใช้หม้อไอน้ำชีวมวลจะมีค่าใช้จ่ายในการผลิตไอน้ำวันละ 300 บาท

หจก.นางรองทรัพย์อนันต์ ได้ใช้หม้อไอน้ำชีวมวล ทดแทนหม้อไอน้ำเดิมที่ใช้ก๊าซแอลพีจี พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตไอน้ำจาก 2,400 บาท เหลือ 180 บาทต่อวัน



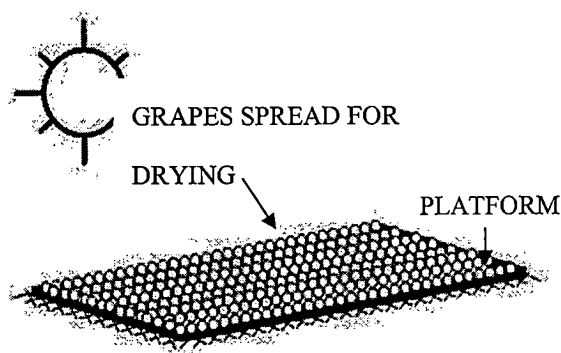
รูปที่ 2.22 หม้อไอน้ำชีวมวลที่ใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกเป็นเชื้อเพลิง

2.4 การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ การตากแดดโดยตรง การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงและการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยทางอ้อม

2.4.1 การตากแห้งโดยตรง

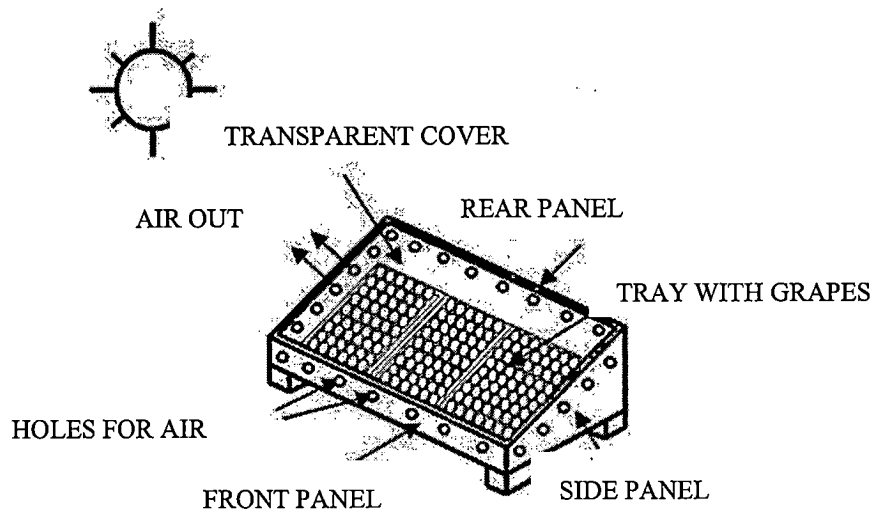
เมื่อนำวัสดุไปตากแดด พลังงานแสงอาทิตย์ช่วงคลื่นสั้นจะตกกระทบกับผิววัสดุที่ตากแห้ง ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบจะแบ่งพลังงานออกเป็นพลังงานที่สะท้อนกลับและส่วนที่วัสดุดูดซับไว้ ซึ่งขึ้นอยู่กับสีของผิววัสดุ พลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกดูดซับไว้จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน ส่งผลให้อุณหภูมิของวัสดุเพิ่มขึ้นและทำให้เกิดการระเหยของน้ำออกจากวัสดุ



รูปที่ 2.23 การทำงานของการตากแดดโดยตรง

2.4.2 การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง

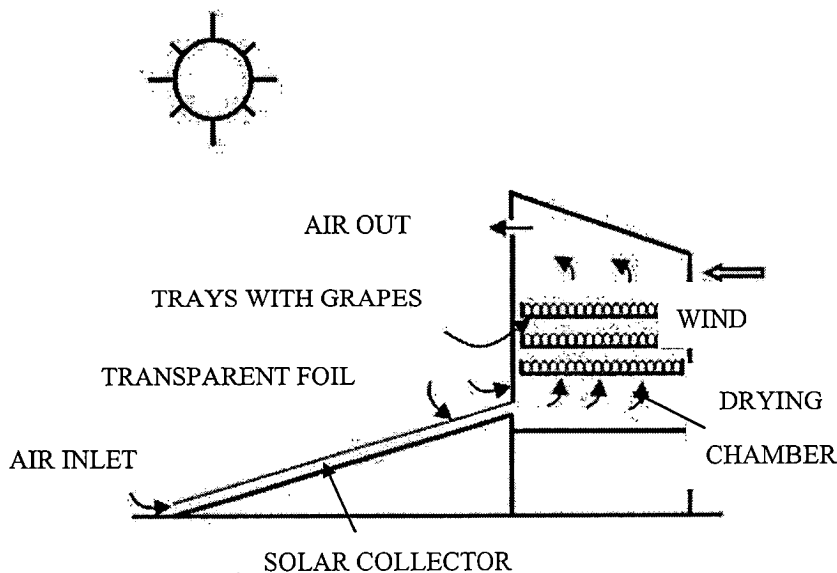
การทำงานของเครื่องอบแห้ง คือ พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบกระจกด้านบน กระจกด้านบนจะสะท้อนกลับไปยังบรรยากาศ บางส่วนจะถูกส่งผ่านไปยังภายในของเครื่องอบแห้งและมีการดูดซับพลังงานของผลิตภัณฑ์ทำให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นและปล่อยพลังงานออกมาในช่วงคลื่นยาว แต่ไม่สามารถถ่ายเทไปยังอากาศภายนอกได้เนื่องจากมีกระจกครอบไว้ ซึ่งแตกต่างจากการตากแห้งโดยตรง ดังนั้นจึงทำให้อุณหภูมิเหนือวัสดุภายในห้องอบแห้งสูงขึ้น ซึ่งจุดประสงค์ของกระจกครอบคือ ลดการสูญเสียความร้อนสู่บรรยากาศ อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของเครื่องอบแห้งประเภทนี้คือ มีความจุที่จำกัดเนื่องจากมีขนาดเล็ก หากอุณหภูมิภายในสูงเกินไปจะเกิดการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ การกลั่นตัวของน้ำภายในห้องอบแห้งไปเกาะที่กระจกทำให้การส่งถ่ายพลังงานไปยังผลิตภัณฑ์น้อยลง และบางครั้งอุณหภูมิไม่สูงพอต่อการระเหยของน้ำ



รูปที่ 2.24 การทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง

2.4.3 การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยทางอ้อม

เป็นการอบแห้งโดยไม่ให้ผลิตภัณฑ์รับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง เพื่อลดการเปลี่ยนสีของผิวผลิตภัณฑ์ การแตกของผิวผลิตภัณฑ์และได้คุณภาพดี หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบได้รับพลังงานแสงอาทิตย์โดยทางอ้อมนั้นประกอบด้วย ตัวสร้างอากาศร้อนโดยใช้ตัวเก็บรังสีจากนั้นอากาศที่ได้รับความร้อนจากตัวเก็บรังสีจะไหลไปยังห้องอบแห้ง ซึ่งจะมีการส่งถ่ายพลังงานระหว่างอากาศกับวัสดุและทำให้เกิดการระเหยของน้ำ โดยการอบแห้งจะเกิดจากระดับความเข้มข้นความชื้นที่แตกต่างระหว่างอากาศร้อนและอากาศบริเวณใกล้เคียงกับผิวของวัสดุ



รูปที่ 2.25 การทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยทางอ้อม

2.4.4 การแบ่งประเภทเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 2 ระบบหลัก คือ

2.4.4.1 ระบบหมุนเวียนอากาศแบบธรรมชาติ

เป็นการทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่

- 1) ตากแห้งโดยธรรมชาติ เป็นการวางวัสดุที่อบไว้ที่กลางแจ้ง อาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์และกระแสลมในบรรยากาศในการระเหยความชื้นออกจากวัสดุ
- 2) เครื่องอบแห้งแบบรับแสงอาทิตย์โดยตรง วัสดุที่อบจะอยู่ในเครื่องอบแห้งที่ประกอบด้วยวัสดุที่โปร่งใส ความร้อนที่ใช้ออบแห้งได้มาจากการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ และอาศัยหลักการขยายตัวของอากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศเพื่อช่วยถ่ายเทอากาศขึ้น
- 3) เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสม เครื่องอบแห้งชนิดนี้วัสดุที่อยู่ภายในจะได้รับความร้อน 2 ทาง คือ ทางตรงจากดวงอาทิตย์และทางอ้อมจากตัวเก็บรังสีทำให้อากาศร้อนก่อนที่จะผ่านวัสดุอบแห้ง

2.4.4.2 ระบบหมุนเวียนอากาศแบบบังคับ

เป็นระบบอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น พัดลมติดตั้งในระบบเพื่อบังคับให้มีการไหลของอากาศผ่านห้องอบแห้ง พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกให้ไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์เพื่อรับความร้อนจากตัวเก็บรังสี อากาศร้อนที่ไหลผ่านพัดลมและห้องอบแห้งจะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าความชื้นของวัสดุอบแห้ง จึงพาความชื้นจากวัสดุออกสู่ภายนอกทำให้วัสดุที่อบไว้แห้งได้เร็วกว่า

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้งพริก

ชนากานต์ อาษาสุจริต (2538) ได้ศึกษาสมรรถนะและศักยภาพการอบแห้งพริกชี้ฟ้าแดงที่ผ่าเอาเมล็ดออกโดยใช้พลังงานความร้อนจากก๊าซชีวมวล โดยระบบของเครื่องอบแห้งประกอบด้วย ระบบผลิตก๊าซชีวมวล และระบบอบแห้ง ก๊าซชีวมวลมีความร้อนประมาณ $17,319 \text{ kJ/Nm}^3$ การไหลของอากาศในห้องอบแห้งเป็นแบบบังคับ โดยพัดลมขนาด 750 W มีระบบการควบคุมอัตราการไหลของอากาศภายในห้องอบแห้งตามต้องการได้ และระบบอบแห้งนี้ทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง ตู้บรรจุผลิตภัณฑ์อบแห้งมีขนาดความกว้าง 0.6 เมตร ยาว 1.0 เมตร สูง 1.0 เมตร วางลาดบรรจุภัณฑ์ได้ 8 ถาด การทดลองนี้สามารถควบคุมคุณภาพของพริกชี้ฟ้าแดงได้ โดยปราศจากฝุ่นละอองและสิ่งปนเปื้อน ซึ่งตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพของพริกชี้ฟ้าแดงคือ ระยะเวลาของการอบแห้ง และอัตราการไหลของอากาศ พบว่า เงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมของการอบแห้งครั้งนี้ คือ อัตราการไหลของอากาศ 0.082 kg/s อุณหภูมิห้องอบโดยเฉลี่ย 63.23°C ใช้อบแห้งพริกชี้ฟ้าแดง ปริมาณ 17.18 kg ที่ความชื้นเริ่มต้น $615.24 \% \text{d.b}$ จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายลดเหลือประมาณ $17.82 \% \text{d.b}$ โดยเป็นการอบแห้งแบบต่อเนื่องนาน 19 ชั่วโมง ประสิทธิภาพทางความร้อนของของเครื่องผลิตก๊าซชีวมวล เตาเผาและอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และเครื่องอบแห้ง คือ 88.92% , 7% , 9.2% พลังงานความร้อนทั้งหมดที่ใช้ในการอบแห้งพริกชี้ฟ้าแดง 17.18 kg คิดเป็น 33.46

MJ/kg H₂O_{evap} เมื่อกำหนดอายุใช้งานของเครื่องอบแห้ง 10 ปี จะมีต้นทุนในการระเหยน้ำ 1 kg ออกจากฟริกซ์ฟ้าแดงของเครื่องอบแห้งมีค่า 54.25 Baht/kg H₂O_{evap}

พัฒนาภรณ์ ใจอุตม์ (2542) ศึกษาการอบฟริกซ์แห้งด้วยเครื่องอบแห้งระบบสลับหมุนเวียนลมร้อน วัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการอบฟริกซ์ที่เหมาะสม โดยใช้เครื่องอบแห้งระบบสลับหมุนเวียนลมร้อน ในการอบแต่ละครั้งจะบรรจุฟริกซ์ประมาณ 23 กิโลกรัม ความหนาของชั้นอบ 60 เซนติเมตร ความเร็วลม 0.2 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ 75 องศาเซลเซียส โดยการทดลองพบว่า การสลับลมร้อนทุก 7 ชั่วโมง มีความเหมาะสม เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาและแรงงานในการสลับลมมากครั้ง การสลับลมร้อนทุก 7 ชั่วโมงจะใช้เวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมงในการอบแห้งฟริกซ์จากความชื้นเริ่มต้น 74.91% (wb) จนเหลือความชื้นสุดท้าย 12.42% (wb)

กิตติ สิทธิประภาพร (2547) ได้คุณลักษณะการอบฟริกซ์แห้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไดซ์เบด โดยสนใจในเรื่องแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้เป็นตัวควบคุมในการอบฟริกซ์แห้ง โดยทำการทดลองภายใต้เงื่อนไขการอบแบบชั้นบาง อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ทางเข้าห้องอบแห้งมี 4 ระดับ คือ 70, 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส ความเร็วของอากาศร้อนมี 5 ระดับคือ 7, 7.5, 8, 8.5 และ 9 เมตรต่อวินาที จากผลการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมต่อการอบฟริกซ์แห้งด้วยเทคนิคฟลูอิดไดซ์เบดคือ อุณหภูมิอากาศร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส และความเร็วของอากาศร้อนที่ 8 เมตรต่อวินาที ใช้ระยะเวลา 2-4 ชั่วโมง

นพมาศ นามแดงและคณะ (2550) ได้ศึกษาศักยภาพการผลิตฟริกซ์แห้งในจังหวัดอุบลราชธานี และศรีสะเกษ พบว่า การรวบรวมฟริกซ์แห้งมีผลผลิตรวม 5,009 ตัน คิดเป็นมูลค่า 320 ล้านบาท แหล่งผลิตและรวบรวมฟริกซ์แห้งมากกว่าร้อยละ 99 ของปริมาณรวมทั้งหมด หรือ 4,958.91 ตัน ผลิตและรวบรวมฟริกซ์แห้งอยู่ในจังหวัดศรีสะเกษ เขตบ้านทุ่งมัน้ำ ตำบลอิปาด บ้านหมัด ตำบลทาม บ้านเมืองน้อย ตำบลเมืองน้อย อำเภอกันทรารมย์ บ้านยางชุมใหญ่ บ้านจอม ตำบลยางชุมใหญ่ อำเภอยางชุมน้อย บ้านระกา ตำบลโคกเพชร อำเภอขุขันธ์ และบ้านวังแต้ ตำบลบุสูง อำเภอวังหิน ส่วนจังหวัดอุบลราชธานีมีการผลิตฟริกซ์แห้งเล็กน้อยเพียงร้อยละ 1 ของผลผลิตทั้งหมด สัดส่วนรายได้ของเกษตรกร คิดเป็น ร้อยละ 92.35 และเป็นรายได้ของผู้รวบรวมและพ่อค้าส่ง ร้อยละ 7.65 ของมูลค่ารวม พันธุ์ฟริกซ์แห้ง ที่พบในจังหวัดศรีสะเกษและอุบลราชธานี ที่สำคัญอันดับหนึ่ง คือ พันธุ์หัวเรียว ซึ่งพันธุ์ฟริกซ์ในท้องถิ่นปลูกเพื่อผลิตฟริกซ์แห้ง มีเฉพาะในเขตจังหวัดศรีสะเกษ และปลูกมากที่สุดในเขตอำเภอกันทรารมย์ รองลงมา คือ พันธุ์จินดา ผลผลิตส่วนใหญ่ มักจัดอยู่ในเกรด A ราคาฟริกซ์แห้งที่รับซื้อจากเกษตรกรเฉลี่ยตลอดฤดูกาลไม่น้อยกว่า 60 บาทต่อกิโลกรัม

สันต์ภฤต ต้นแทน (2551) ศึกษากระบวนการผลิตฟริกซ์แห้งโดยการอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ เพื่อหาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมของฟริกซ์พันธุ์จินดา โดยผลการทดสอบการอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ มีสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมของฟริกซ์ทั้ง 3 ขั้นตอนคือ 1,280 วัตต์ 1,600 วัตต์ และ 1,280 วัตต์ ตามลำดับ โดยมีระยะเวลาในการอบคือ 40 นาที

วัลลภ หอมระหัด (2553) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งฟริกซ์พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบปั๊มความร้อนต้นแบบ โดยเครื่องอบแห้งมีขนาด 6.6 x 12 x 4 เมตร ส่วนห้องอบแห้งมีขนาด 0.8 x 12 x

2 เมตร มีช่องอากาศไหลกลับขนาด $0.8 \times 12 \times 0.5$ เมตรซึ่งภายในห้องอบแห้งมีถาดบรรจุอยู่ 70 ถาด และสามารถบรรจุผลิตภัณฑ์ได้ 210 กิโลกรัม มีปั๊มความร้อนขนาด 2 ตัน มีการติดตั้งพัดลมจำนวน 2 ตัว ซึ่งกำหนดอุณหภูมิที่ใช้คือ 60 องศาเซลเซียส และถ้าอบพริกในเวลากลางวันจะใช้ระยะเวลา 10 ชั่วโมง และถ้าอบพริกในเวลากลางคืนจะใช้ระยะเวลา 15 ชั่วโมง โดยทำการอบที่มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 304% (db) ให้เหลือปริมาณความชื้นที่ 14% (db) ซึ่งเป็นมาตรฐานในการอบแห้ง การสร้างเครื่องอบแห้งมีเงินทุนในการสร้างเครื่องอบแห้งเท่ากับ 200,000 บาท และผลตอบแทนสุทธิรายปี คือ 140,640 บาท ระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 1.54 ปี โดยการอบพริกแห้งสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

เพียรพรรณ สุภะโครต (2554) ได้ศึกษาการหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งพริกแบบอุณหภูมิสองชั้น โดยเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิ และเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งแบบอุณหภูมิสองชั้น โดยใช้พริกพันธุ์จินดา และพริกพันธุ์หัวเรื้อน โดยผลการทดสอบการอบแห้งพบว่า การทำแห้งพริกพันธุ์จินดาในชั้นที่หนึ่ง ที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของพริกได้ดีกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แต่พบว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ประหยัดพลังงานมากกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล (2554) ได้ออกแบบเครื่องอบแห้งพริกพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลา เพื่อนำพลังงานทดแทนที่ได้จากแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ สำหรับทำการอบแห้ง ผลที่ได้จากการทดสอบในช่วงการทดสอบที่เวลาระหว่าง 9.00 น. ถึง 15.00 น. วันละ 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน ในการอบแห้งพริกเป็นเวลา 30 ชั่วโมง ซึ่งใช้พริกทั้งหมด 2.5 กิโลกรัม สามารถลดน้ำหนักพริกได้ 0.45 กิโลกรัม และได้ผลต่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียกและมาตรฐานแห้งที่ดีกว่าการตากแดดด้วยวิธีดั้งเดิม เมื่อคิดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างการทดลองทั้งสองจะแตกต่างกันอยู่ที่ 29.7 % และได้ค่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอยู่ที่ 12.4 % การทำงานจริง การทำงานของเครื่องอบแห้งพริกสามารถลดค่าความชื้นได้เร็วกว่าการตากแห้งด้วยวิธีการดั้งเดิมเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

เวียง อากรชี และคณะ (2556) ศึกษาการใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางร่วมกับโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทำพริกแห้ง ศึกษาการใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวาง โดยใช้แก๊สหุงต้มเป็นแหล่งกำเนิดความร้อน ร่วมกับการใช้โรงอบแห้งสะสมพลังงานความร้อนแสงอาทิตย์แบบภาชนะเรือนกระจกในการอบแห้งพริก เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานความร้อน ระยะเวลาการทำแห้งและคุณภาพพริกแห้ง ผลการทดสอบอบพริกขี้นุสุด 100 กิโลกรัม จากความชื้นเริ่มต้น 60% ให้ลดลงเหลือความชื้น 14% ด้วยการทดสอบ 3 แบบ คือ 1) ใช้เครื่องอบลมร้อนแบบชั้นวางอย่างเดียว ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าใช้เวลา 16 ชั่วโมง ใช้แก๊สหุงต้ม 16 กิโลกรัม สีของพริกแห้งค่อนข้างดำเข้ม ตรงสักลางไม่ค่อยแห้ง 2) ใช้โรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าใช้เวลา 4-5 วัน ปัญหาที่พบเนื่องจากสภาวะแสงแดดไม่แน่นอน บางวันไม่มีแดด แสงน้อย หรือฝนตก การตากในโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์จะมีปัญหามาก และอาจเกิดเชื้อราขึ้นได้ 3) ใช้ตู้อบลมร้อนแบบชั้นวาง อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง และต่อด้วยโรงตากพลังงานแสงอาทิตย์ 1-2 วัน พบว่าสามารถประหยัดแก๊สหุงต้มได้ 50 % พริกแห้งสีสวย ผลการทดสอบพบว่า การใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางใช้แก๊สหุงต้มเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนต่อเนื่องด้วยโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สะสม

ความร้อนแบบภาวะเรือนกระจกมีความเหมาะสมในการผลิตพริกแห้งคุณภาพดี เป็นการประหยัดพลังงาน ความร้อนจากการใช้แก๊สหุงต้มอย่างเดียว ลดเวลาในการตากและแก้ปัญหาการเน่าเสียหรือเกิดเชื้อราจาก สภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม ได้ผลิตพันธุ์พริกแห้งที่มีคุณภาพดีสวยงามเป็นที่ต้องการของตลาด

อนุชา คินนิมาน (2555) ได้ศึกษา ออกแบบ สร้าง และทดสอบ การประยุกต์ใช้เครื่องอุ่นอากาศแบบ ท่อความร้อนชนิดล้นวงรอบ ที่ติดตั้งวาล์วก้นกลับที่โหนดความร้อนอยู่ตำแหน่งด้านบน สำหรับอบแห้งพริก เพื่อหาค่าอัตราการถ่ายโอนความร้อน และค่าประสิทธิภาพทางความร้อน โดยใช้สมการสหสัมพันธ์ในการ คำนวณ และออกแบบ โดยใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.00203 เมตร มีความยาวส่วนทำ ระบายและส่วนควบแน่นเท่ากับ 0.05 เมตร ในการทดลองจะใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าส่วนทำระเหย 3 ค่า คือ 60, 70 และ 80°C ความเร็วลมร้อนขาเข้าส่วนทำระเหยและความเร็วลมขาเข้าส่วนควบแน่น 3 ค่า คือ 0.5, 0.75 และ 1 m/s สารทำงาน 3 ค่า คือ น้ำ R123 และ Ethanol ที่อัตราการเติมสาร 50 % โดยปริมาตรรวม จากการทดลองพบว่า เมื่อทำการอบพริกให้ได้ความชื้นสุดท้ายที่ร้อยละ 14 (มาตรฐานแห้ง) ค่าการถ่ายโอน ความร้อนและค่าประสิทธิภาพสูงสุด ได้จากสารทำงาน R123 ที่ความเร็วลมร้อน 0.5 m/s อุณหภูมิลมร้อน ขาเข้าส่วนทำระเหย 80°C คือ 60.15 W และ 0.1 W ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการอบแห้งพริกน้อยที่สุด ที่เวลา 2 ชั่วโมง 20 นาที ผลการทดลองพบว่า เครื่องอุ่นอากาศแบบท่อความร้อนชนิดล้นวงรอบที่ติดตั้งวาล์ว ก้นกลับที่โหนดความร้อนอยู่ตำแหน่งด้านบนสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องอุ่นอากาศสำหรับอบแห้งพริก โดยนำความร้อนจากแหล่งความร้อนทิ้งที่ได้จากในกระบวนการ

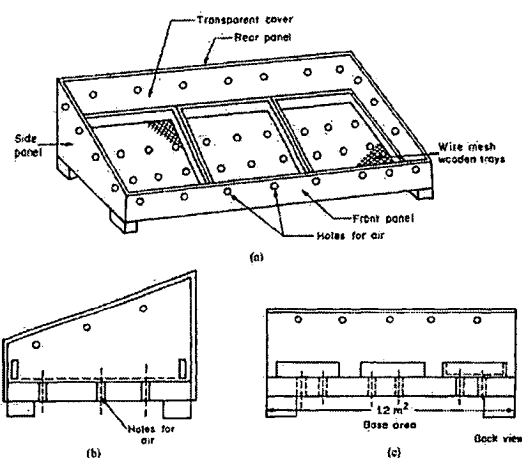
ธนพงศ์ แสนจุ่ม (2556) ได้ออกแบบและประเมินสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับระบบเก็บกักความร้อนสำหรับการอบแห้งพริกมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและประเมินสมรรถนะ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบเก็บกักความร้อน โดยใช้พาราฟินเป็นวัสดุในการเปลี่ยนสถานะ เพื่อเก็บกักความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลารับแสงอาทิตย์ และจะให้ความร้อนออกมาในรูปแบบ ความร้อนแฝงในช่วงเวลาที่ไม่สามารถใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ ใช้พริกเป็นวัสดุในการอบแห้ง ในการ อบแห้งจะใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหลัก และในเวลาที่ไม่มีพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้พลังงานจาก ระบบเก็บกักความร้อนโดยใช้วัสดุเปลี่ยนสถานะ ในการทดสอบอบแห้งพริกครั้งละ 1.5 kg ที่ความชื้นประมาณ 72% มาตรฐานแห้ง (wb) ให้เหลือความชื้นสุดท้าย 13 % มาตรฐานแห้ง (wb) ทากการทดสอบ 2 กรณีคือ 1) อบแห้งพริกโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว 2) อบแห้งพริกโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับ ระบบเก็บกักความร้อน ผลการทดสอบการอบแห้งพริกโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว พบว่า ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งทั้งหมด 2.5 วัน โดยสามารถใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ในช่วงเวลา 9.00 – 17.00 น. อุณหภูมิเฉลี่ย 57.1°C และหลังจาก 17:00 น. ความเข้มแสงอาทิตย์จะเริ่ม ลดน้อยลงจนไม่สามารถให้ความร้อนแก่ห้องอบแห้งได้ ในการทดสอบกรณีที่ 2 ผลการทดสอบการอบแห้งพริก โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบเก็บกักความร้อน พบว่าสามารถอบแห้งภายในระยะเวลา 1.5 วัน โดย ในวันแรกใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์อบแห้งในช่วงเวลา 9.00 – 17.00 น. และสามารถให้ความร้อนจากระบบ เก็บกักความร้อนต่อได้ 4 ชั่วโมง อุณหภูมิเฉลี่ยในห้องอบแห้งในช่วงเวลาที่ใช้ความร้อนจากระบบเก็บกัก ความร้อนคือ 41.12°C และสามารถทำการอบแห้งต่อให้เหลือความชื้นสุดท้าย 13 % มาตรฐานเปียกได้ใน

วันถัดมาโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์อบแห้งต่ออีก 6 ชั่วโมง ทำให้ลดระยะเวลาในการอบแห้งได้ 1 วัน เมื่อเทียบกับการอบแห้งโดยใช้แสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว สมรรถนะในการใช้พลังงานของการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบเก็บกักความร้อน มีการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) 11.41 MJ/ kg water

ฉันทนา พันธุ์เหล็ก และคณะ (2547) ได้ศึกษาการอบแห้งพริกชี้ฟ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งลำไย โดยทำการอบแห้งเพื่อหาความเหมาะสมของพารามิเตอร์ ได้แก่ ความหนาของชั้นผลิตภัณฑ์ และอัตราการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ โดยพิจารณาระยะเวลาอบแห้ง ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และคุณภาพผลิตภัณฑ์ เป็นหลัก ผลการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งพริกชี้ฟ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งลำไย คือ การอบแห้งที่ชั้นความหนา 20 เซนติเมตร จำนวน 200 กิโลกรัม อุณหภูมิในการอบแห้ง 80 องศาเซลเซียส จากความชื้นเริ่มต้น 250 มาตรฐานแห้ง ลดลงเหลือ ร้อยละ 13 มาตรฐานแห้ง การอบแห้งแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่ ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 15 ชั่วโมง สิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 12.95 MJ/kg H_2O_{evap} และการอบแห้งแบบมีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ร้อยละ 80 ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 17 ชั่วโมง ความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะมีค่าเท่ากับ 10.23 MJ/kg H_2O_{evap} โดยสามารถประหยัดพลังงานจำเพาะในการอบแห้งได้ร้อยละ 21 เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานในการอบแห้งแบบไม่มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

Sodha et al. (1984) ทดลองอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ดังรูปที่ 2.26 โดยทดลองอบมะม่วงสดที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 95 % d.b. หนา 1 cm. อบจนถึงความชื้นสุดท้าย 13 % d.b. ใช้เวลาในการอบ 12 ชั่วโมง จากผลที่ได้พบว่าเป็นที่น่าพอใจและเหมาะสมสำหรับการอบผลไม้และผักที่มีความชื้นสูง



รูปที่ 2.26 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Sodha et al. (1984)

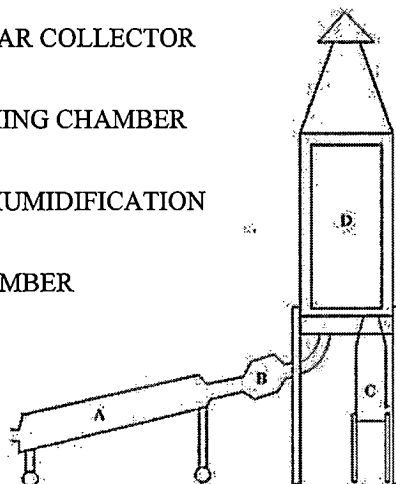
Ezeike (1986) ออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ตัวเก็บรังสีแบบสามชั้น ห้องอบแห้งและห้องดูดความชื้นดังรูปที่ 2.27 โดยผลที่ได้จากการทดลองอบข้าวเปลือกและมัน

ทดสอบ พบว่า การอบข้าวเปลือกความหนาแน่น 7.4 kg/m^3 จากความชื้นเริ่มต้น $25.93 \% \text{ w.b.}$ อบจนถึงความชื้น $5.31 \% \text{ w.b.}$ ใช้เวลาในการอบ 10 ชั่วโมง และมันเทศแผ่นที่ความหนาแน่น 57.4 kg/m^3 จากความชื้นเริ่มต้น $64.90 \% \text{ w.b.}$ อบจนถึงความชื้น $10.66 \% \text{ w.b.}$ ใช้เวลา 31 ชั่วโมง โดยทดลองที่สภาพแวดล้อมทั่วไป โดยใช้เวลา 2 วันและ 4 วันตามลำดับ

A - SOLAR COLLECTOR

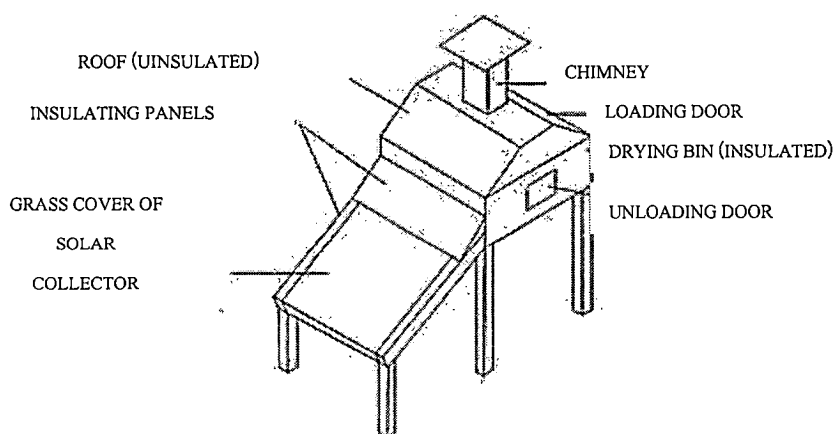
B - MIXING CHAMBER

C - DEHUMIDIFICATION
CHAMBER



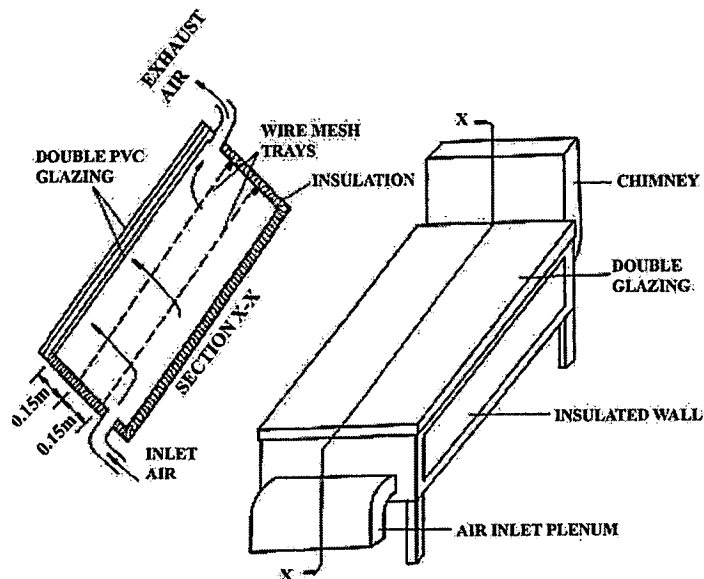
รูปที่ 2.27 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Ezeike (1986)

Othieno et al. (1981) ศึกษาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบข้าวโพดดังรูปที่ 2.28 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย ตัวเก็บรังสีแบบแผ่นเดียวโดยมีพื้นที่ 1 m^2 ช่องอากาศกว้าง 5 cm . และเครื่องอบแห้งมีการติดตั้งฉนวน ซึ่งเครื่องอบแห้งนี้สามารถอบข้าวโพดได้ครั้งละประมาณ 90 kg จากความชื้นเริ่มต้นประมาณ $20 \% \text{ wb}$ อบจนถึงความชื้น $12 \% \text{ wb}$ โดยใช้เวลาในการอบ 3 วัน

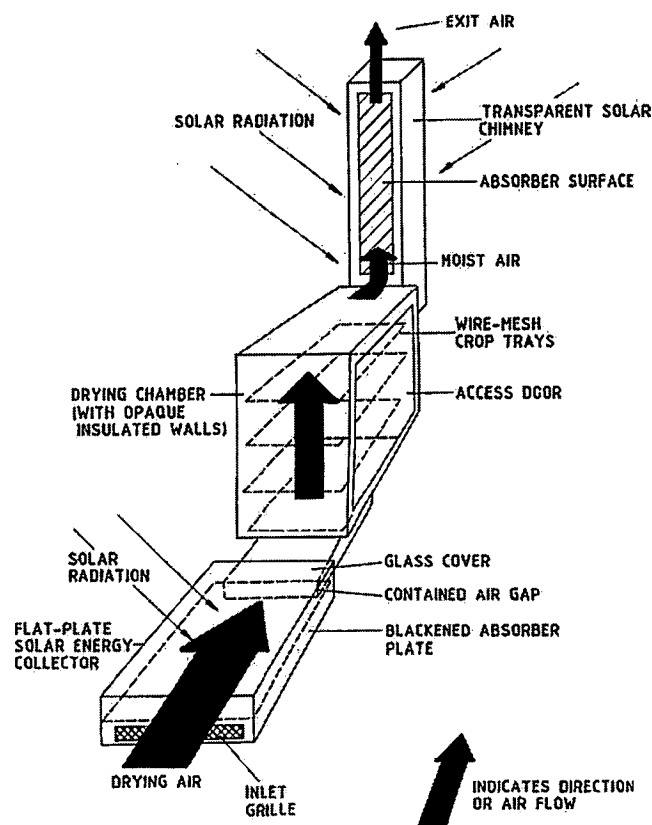


รูปที่ 2.28 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Othieno et al. (1981)

Ezekwe (1981) ออกแบบและปรับปรุงเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ดังรูปที่ 2.29 โดยโครงสร้างทำจากไม้ และมีการเพิ่มปล่องอากาศเข้าและขาออกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการไหลเวียนของอากาศ จากผลการทดลองพบว่า สามารถเพิ่มอัตราการอบแห้งประมาณ 5 เท่า เมื่อเทียบกับการตากแห้งโดยตรง



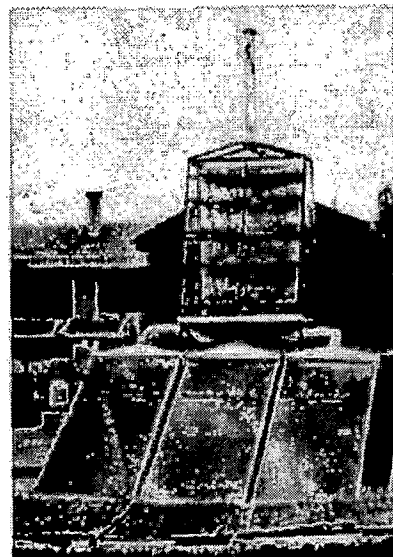
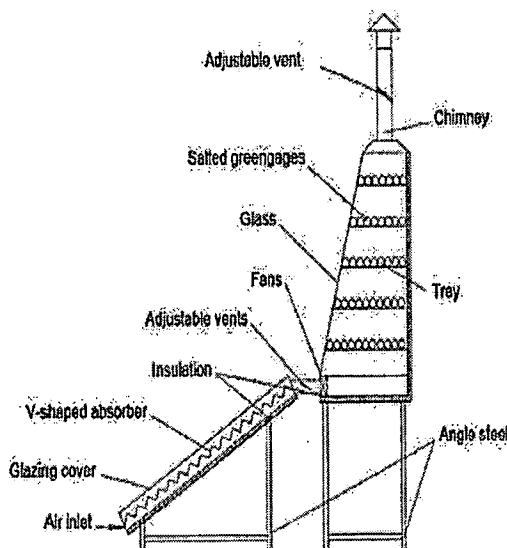
รูปที่ 2.29 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Ezekwe (1981)



รูปที่ 2.30 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Ekechukwu and Norton (1997)

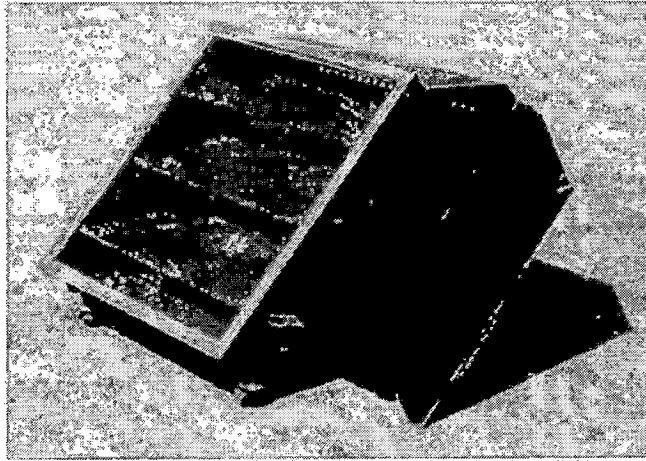
Ekechukwu and Norton (1997) ออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไหลเวียนตามธรรมชาติให้เหมาะสมสำหรับการอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายดังรูปที่ 2.30 ผลที่ได้จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่ดีกว่าการตากแห้งโดยตรง

Li et al. (2006) ศึกษาความเป็นไปได้ของการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ส่วน ประกอบของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ดังรูปที่ 2.31 ประกอบด้วยโรงเรือนสำหรับอบแห้งและตัวเก็บรังสี ผลที่ได้จากการทดลองอบลูกโหนด พบว่า สามารถลดเวลาในการอบได้ 15 วัน จาก 48 วัน เมื่อเทียบกับการตากแห้งโดยตรง



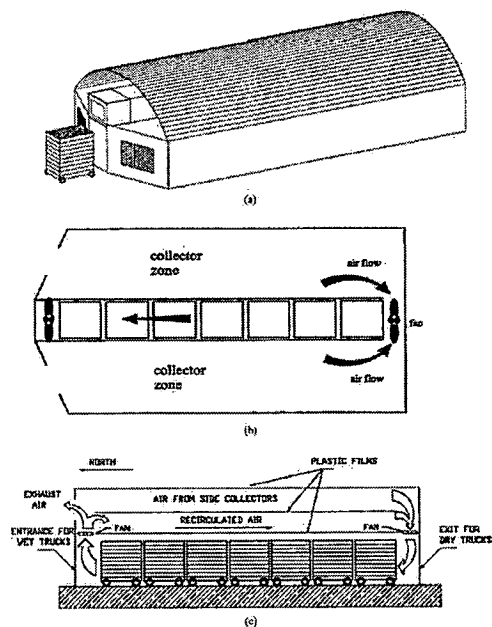
รูปที่ 2.31 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Li et al. (2006)

Singh et al. (2006) พัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบชั้นดังรูปที่ 2.32 เครื่องอบแห้งประกอบด้วย ชั้นวางเจาะรูสามชั้นโดยใช้ระบบการไหลเวียนตามธรรมชาติและมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากแบบอื่นคือ มีผิวหน้าที่ลาดเอียงเพื่อดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถอบในสถานที่ที่ไม่ค่อยมีแดดได้ดี ซึ่งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบชั้นสามารถสร้างอุณหภูมิได้ประมาณ 100°C โดยทำการวัดในเดือนพฤศจิกายน ที่ Ludhiana ประเทศอินเดีย และมีขนาดเล็กใช้พื้นที่ 0.36 m^2 สามารถอบผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายที่มีรูปแบบผง เช่น พริกป่น กระเทียม ขิง ผงมะม่วง ผักชีและหอมแดง เป็นต้น ซึ่งสามารถอบได้ครั้งละประมาณ 1 kg ต่อวัน



รูปที่ 2.32 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Singh et al. (2006)

Condori et al. (2001) ออกแบบและทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก โดยอาศัยการไหลเวียนแบบบังคับราคาประหยัด ดังรูปที่ 2.33 โดยข้อดีของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่อาศัยการไหลเวียนแบบบังคับ คือ สามารถอบได้เกือบจะต่อเนื่อง ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานทั้งในส่วนของการควบคุมการผลิตและกลไกการทำงาน การอบแห้งโดยอาศัยการไหลเวียนแบบบังคับสามารถติดตั้งง่าย สามารถควบคุมการผลิตได้คงที่ และการสิ้นเปลืองพลังงานต่ำกว่าการอบแห้งประเภทอื่น

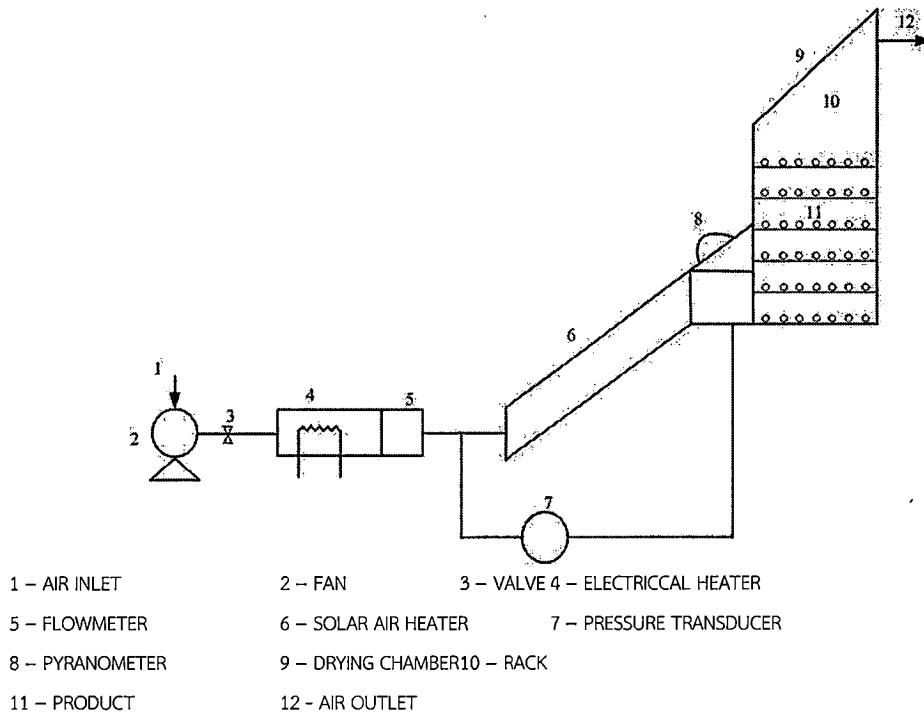


a) Face view of the tunnel greenhouse drier. b) Plant view of the tunnel greenhouse drier.

c) Forced convection greenhouse drier of the tunnel.

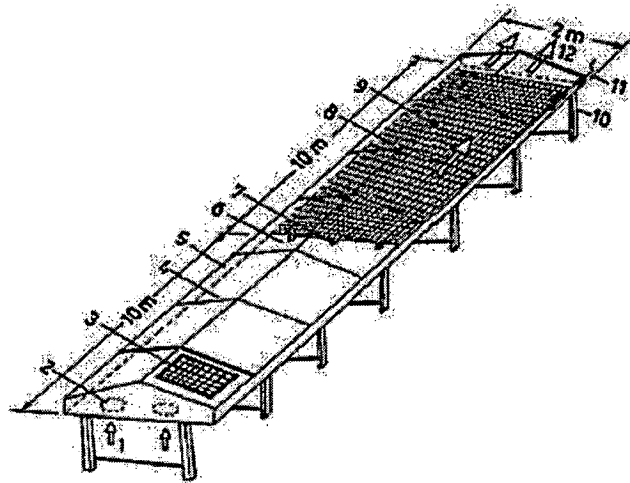
รูปที่ 2.33 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Condori et al. (2001)

Tiris et al. (1996) พัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบใหม่ ประกอบด้วย แหล่งความร้อน ตัวเก็บรังสีและห้องอบแห้งดังรูปที่ 2.34 โดยทดลองอบลูกเกด ถั่วเขียว พริกหวานและพริก เปรียบเทียบกับการตากแห้งโดยตรง พบว่า การอบโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยลดเวลาอย่างมีนัยสำคัญและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีกว่า ผลที่ได้จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ระบบการอบมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนระหว่าง 0.3 - 0.8 ในระหว่างการทดลอง



รูปที่ 2.34 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Tiris et al. (1996)

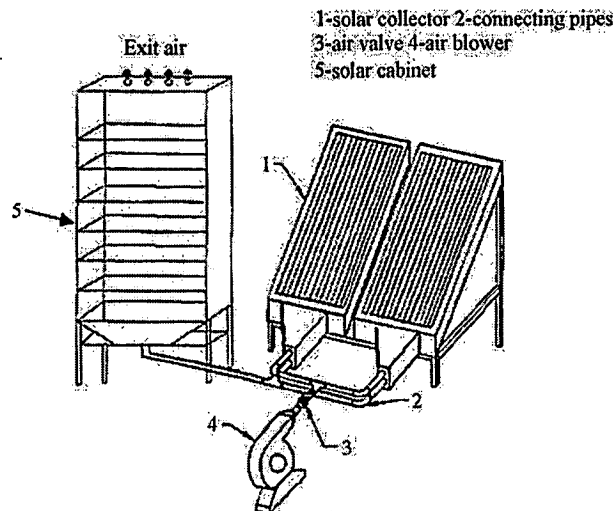
Bala et al. (2003) ทดลองอบแห้งสับปะรดโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่สาธารณรัฐประชาชนบังกลาเทศ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย ส่วนตัวเก็บรังสี ทำจากพลาสติกใส และอุโมงค์อบแห้งที่ต่อเข้ากับพัดลมดูดอากาศ ซึ่งพัดลมใช้พลังงานที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ดังรูปที่ 2.35 โดยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์สามารถอบสับปะรดได้ครั้งละประมาณ 120 - 150 kg เมื่อเปรียบเทียบการตากแห้งโดยตรง พบว่า สามารถลดเวลาในการอบ สามารถป้องกันผลิตภัณฑ์จากฝน แดด ฝุ่น และคุณภาพของสับปะรดแห้งมีคุณภาพดีกว่าการตากแห้งโดยตรง



- 1) air inlet 2) fan 3) solar module 4) solar collector 5) side metal frame 6) out of the collector
7) wooden support 8) plastic net 9) roof structure for supporting the plastic cover
10) base structure for supporting the tunnel drier 11) rolling bar 12) outlet of the drying tunnel

รูปที่ 2.35 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Bala et al. (2003)

Al-juamily et al. (2007) ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยเครื่องอบแห้งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ตัวเก็บรังสี ห้องอบแห้ง และพัดลม ซึ่งตัวเก็บรังสีติดตั้งตัวดูดกลืนพลังงานแบบร่องตัววี โดยมีกระจกครอบด้านบนดังรูปที่ 2.36 ซึ่งพื้นที่ของตัวเก็บรังสีประมาณ 2.4 m² โดยทดลองอบผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ผลแอฟริคิโอท องุ่น และถั่ว ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า สามารถอบผลแอฟริคิโอทจากความชื้น 80 % d.b. อบลดความชื้นเหลือ 13 % d.b. ใช้เวลาในการอบ 1 วันครึ่ง อบองุ่นจากความชื้น 80 % d.b. อบลดความชื้นเหลือ 18 % d.b. ใช้เวลาในการอบ 2 วันครึ่งและสามารถอบถั่วจากความชื้น 65 % d.b. เหลือ 18 % ใช้เวลา 1 วัน จากผลการทดลองพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งมากที่สุดคือ อุณหภูมิของอากาศภายในห้องอบแห้ง การเปลี่ยนแปลงความเร็วของอากาศภายในห้องอบแห้งมีผลกระทบเล็กน้อยและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ออกจากห้องอบแห้งประมาณ 25 - 30 % ดังนั้นจึงไม่ต้องการความเร็วลมที่สูง



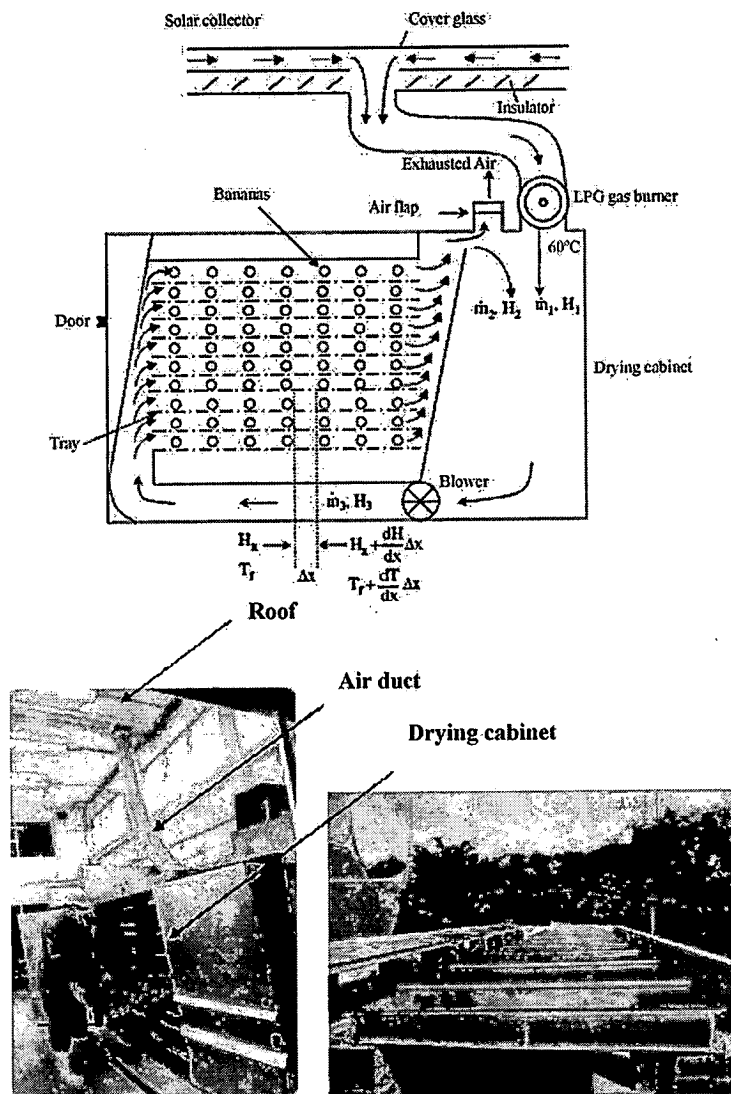
รูปที่ 2.36 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Al-juamily et al. (2007)

Sarsavadia (2007) พัฒนาเครื่องอบแห้งโดยมีพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานความร้อน เสริมดังรูปที่ 2.37 สำหรับอบหอมแดงแผ่น ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า ความสิ้นเปลืองพลังงานสำหรับการอบแห้งหอมแดงเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศ และความสิ้นเปลืองพลังงานลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศ สำหรับการอบแห้งหอมแดงจากความชื้นเริ่มต้นประมาณ 86 % w.b. จนเหลือประมาณ 7 % w.b. พลังงานที่ใช้อยู่ระหว่าง 23.548 - 62.117 MJ/kg water evap. และเปอร์เซ็นต์ของการใช้พลังงานของตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ประมาณ 24.5 - 44.5 % แหล่งความร้อนจากไฟฟ้าประมาณ 41.0 - 66.9 % และพัฒนา 8.6 - 16.3 %



รูปที่ 2.37 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Sarsavadia (2007)

Smitabhinduc et al. (2008) พัฒนาระบบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตัวเก็บรังสีและห้องอบแห้ง ซึ่งตัวเก็บรังสีทำจากโพลีเท็นสีดำและมีแผ่นกระจกปิดด้านบนดังรูปที่ 2.38 ซึ่งการทำงานของเครื่องอบแห้งเริ่มจากการดูดอากาศร้อนจากตัวเก็บรังสีไปยังห้องอบแห้งและมีแหล่งความร้อนเสริมจากหัวเผาแก๊สแอลพีจี จากนั้นอากาศร้อนจะเข้าสู่ห้องอบแห้ง ซึ่งห้องอบแห้งเป็นแบบถาด 15 ถาด ซึ่งมีพื้นที่รวม 8 m^2 แต่ละถาดมีขนาด $1 \times 2 \times 1.5 \text{ m}^3$ โดยการออกแบบให้อากาศร้อนไหลผ่านขนานกับผลิตภัณฑ์ที่อบแห้ง อากาศหลังการอบบางส่วนจะถูกทิ้งและบางส่วนจะถูกนำกลับมาใช้ซ้ำ

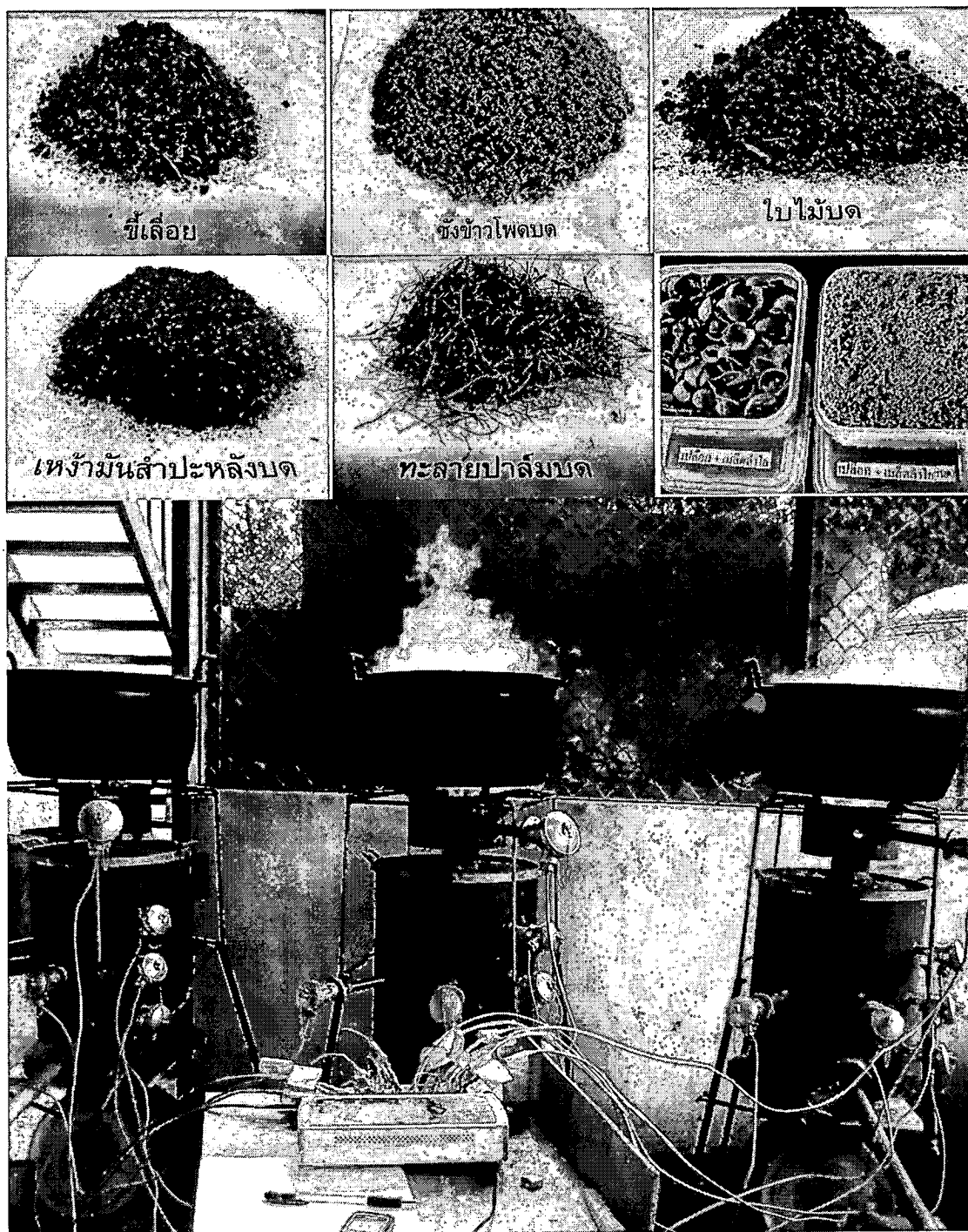


รูปที่ 2.38 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทดลองของ Smitabhinduc et al.,

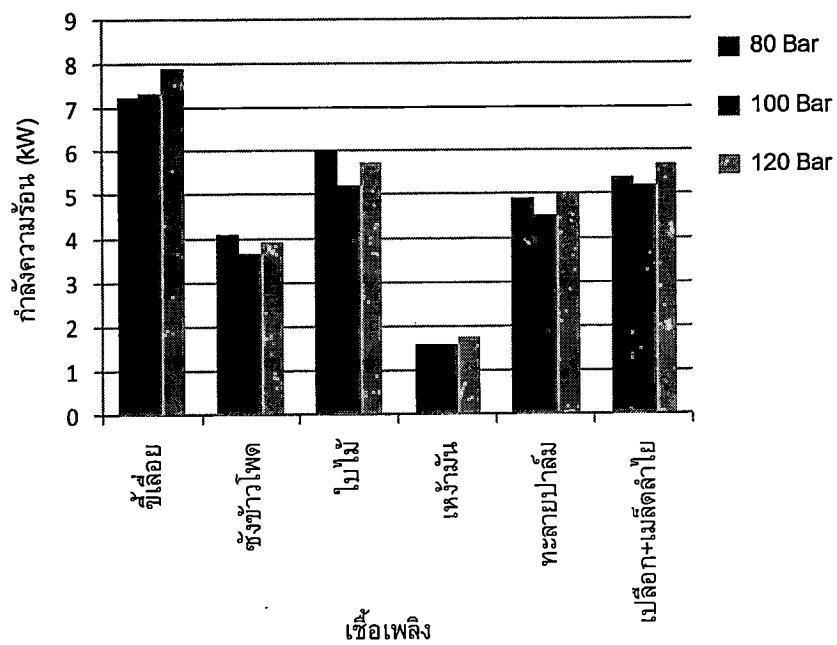
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเตาชีวมวลทรงกระบอกร

สุพิน จอดนอก และคณะ (2554) จากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานีได้ทำการออกแบบ สร้าง และ ทดสอบศึกษาประสิทธิภาพเตาชีวมวลอัดทรงกระบอกร ที่มีการเผยแพร่ใช้งานในนาม “เตาเทวดา” ชีวมวลที่ใช้ ในการทดสอบ 3 ชนิด คือ แกลบบด ชี้เลื่อย ชานอ้อย อัดบรรจุในเตาทรงกระบอกร ด้วยความดัน 80 psi และ 120 psi ตามลำดับ จากการจุดเตาเชื้อเพลิงเพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลแต่ละชนิด เชื้อเพลิง และพฤติกรรมการเผาไหม้ พบว่าเตาชีวมวลนี้ ให้การเผาไหม้โดยตรงของเชื้อเพลิง และมีการเผาไหม้ ของก๊าซผลิตภัณฑ์ ที่เกิดจากขบวนการก๊าซซิฟิเคชัน (Gasification process) จากการตรวจวัดปริมาณ ก๊าซผลิตภัณฑ์ พบว่าเกิดก๊าซผลิตภัณฑ์ H_2 , CH_4 และ CO ในปริมาณที่สูงกว่าเตา gasifier ทั่วไป คือ H_2 2.3221, CH_4 13.2776 และ CO 27.324 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรโดยเฉลี่ย เตาชีวมวลที่ให้ปริมาณก๊าซมาก ที่สุดคือชีวมวลแกลบที่บรรจุอัดด้วยแรงดัน 120 psi มีปริมาณก๊าซเชื้อเพลิงมากที่สุด ซึ่งจะได้ค่าความร้อน ของก๊าซ 4.2848 MJ/m³ ซึ่งการผลิตก๊าซจะเกิดขึ้นได้ที่สภาวะที่มีอุณหภูมิสูง การเผาไหม้ของเตาชีวมวล เป็นการเผาไหม้ที่ค่อนข้างสมบูรณ์ และผลการวิเคราะห์มลพิษจากการเผาไหม้ อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก และต่ำกว่า การเผาไหม้ชีวมวลโดยทั่วไป

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ร่วมกับมหาวิทยาลัย อุบลราชธานี ศึกษาการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ กับเตาชีวมวลทรงกระบอกร ดังแสดงในรูปที่ 2.39 ได้แก่ ชี้เลื่อย ชังข้าวโพดบด ใบไม้บด เหง้ามันสำปะหลังบด ทะลายปาล์มบด และเปลือกลำไยผสมเม็ดลำไยบด เพื่อหา ประสิทธิภาพเชิงความร้อน ระยะเวลาการทำงาน ผลการศึกษาพบว่า เชื้อเพลิงที่ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อน สูงที่สุดคือ ชังข้าวโพดบด ซึ่งมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงถึง 32.71% ในเตาชีวมวลทรงกระบอกรขนาด ครั้วเรือน และ 36.74% ในเตาชีวมวลทรงกระบอกรขนาด SME กรณีที่ใช้ ชี้เลื่อย ชังข้าวโพดบด และใบไม้บด จะมีระยะเวลาการใช้งานต่อการเติมเชื้อเพลิง 1 ครั้ง ประมาณ 6-8 ชั่วโมง กำลังความร้อนของเตาชีวมวล ทรงกระบอกรขนาดอุตสาหกรรม กรณีที่ใช้ชี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิงมีค่าความร้อนประมาณ 7.5 kW ดังแสดงในรูปที่ 2.40 การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์พบว่าการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกรที่ใช้ชี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิง จะมีจุดคุ้มทุน 0.59ปี (ขนาดครั้วเรือน) และ 0.64 ปี (ขนาด SME) ตามลำดับเมื่อเทียบกับการใช้ LPG



รูปที่ 2.39 การศึกษาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวลทรงกระบอกเมื่อใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 2.40 กำลังความร้อนของเตาซีมวลงทรงกระบอกขนาดอุตสาหกรรมจากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การลงพื้นที่สำรวจและสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ผลิตพริกแห้ง

3.1.1 การสำรวจภาพรวมการผลิตพริกในจังหวัดศรีสะเกษ

คณะผู้วิจัยได้ติดต่อกับหน่วยงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรในจังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งได้แก่ สำนักงานเกษตรจังหวัดศรีสะเกษ สำนักงานพืชสวนจังหวัดศรีสะเกษ เพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลผลการสำรวจกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตพริกในจังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งได้ผลการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลพื้นที่ปลูกพริกจังหวัดศรีสะเกษ ปีการผลิต 2559/2560

(ข้อมูล ณ วันที่ 25 มกราคม 2560)

ลำดับ	อำเภอ	จำนวน ครัวเรือน เกษตรกร	เนื้อที่ปลูก (ไร่)	ผลผลิตที่เก็บ เกี่ยวได้ (ตัน)	ผลผลิตเฉลี่ย/ไร่ (กิโลกรัม)	ราคาที่เกษตรกรขาย ได้เฉลี่ย (บาท/กิโลกรัม)
1	เมืองศรีสะเกษ	268	1,011	3,130	3,095	38
2	ยางชุมน้อย	1,164	2,831	7,118	2,514	35
3	กันทรารมย์	2,192	5,047	15,747	3,120	39
4	ขุขันธ์	103	204	522	2,559	35
5	ไพรบึง	98	81	187	2,304	36
6	ปรางค์กู่	92	115	270	2,350	35
7	ราษีไศล	865	997	2,833	2,841	38
8	อุทุมพรพิสัย	1,330	3,236	8,349	2,580	38
9	บึงบูรพ์	16	21	48	2,360	37
10	ศรีรัตนะ	24	24	61	2,530	35
11	น้ำเกลี้ยง	105	211	695	3,294	34
12	วังหิน	539	921	2,901	3,150	39
13	เมืองจันทร์	199	286	709	2,480	37
14	พยุห์	258	415	1,170	2,820	35
15	โพธิ์ศรีสุวรรณ	15	8	18	2,260	37
16	ศีลาลาด	150	53	118	2,230	36
รวมทั้งหมด		7,418	15,461	43,876	2,655	37

จากตารางที่ 3.1 พบว่า อำเภอที่มีพื้นที่และจำนวนเกษตรกรมากที่สุด คือ อำเภอกันทรารมย์ โดยมีจำนวนเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 29.5 ของเกษตรกรทั้งจังหวัด และมีพื้นที่การปลูกคิดเป็นร้อยละ 32.6 ของพื้นที่การปลูกทั้งจังหวัด เมื่อพิจารณาผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่พบว่า การผลิตพริกในจังหวัดศรีสะเกษ 2,230 - 3,294 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลผลิตพริกรวม 43,876 ตันต่อปี ส่วนราคาขายพริกสดมีราคาขายเฉลี่ยที่ 37 บาทต่อกิโลกรัม

3.1.2 การสำรวจและสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตพริกแห้ง

คณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์กลุ่มผู้ผลิตพริกแห้งในวิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษบ้านยางน้อย ต.ละทาย อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ และเกษตรกรในพื้นที่ตำบลอีปาด อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ เพื่อสอบถามข้อมูลการผลิต ช่วงเวลาการผลิต เทคนิคการผลิตพริกแห้ง ปัญหาอุปสรรค และคำแนะนำ เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาการดำเนินงานของโครงการ ให้สอดคล้องกับการทำงานของกลุ่มเกษตรกร ซึ่งรายละเอียดที่ได้จากการสัมภาษณ์มีดังนี้

1) วิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษบ้านยางน้อย

วิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษบ้านยางน้อย เริ่มดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2546 มีสมาชิกเริ่มต้นจำนวน 12 คน โดยพลเอกพิเชษฐ์ วิสัยจร รองผบ.ทบ. ในขณะนั้น ได้เข้ามาส่งเสริมให้ใช้จุลินทรีย์ EM ในการปลูกหอมและกระเทียม เพื่อก่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค เพื่อต่อรองราคา และในปี พ.ศ. 2547 สหกรณ์ไร้สารพิษจังหวัดอุบลราชธานี ได้เข้ามาส่งเสริมให้ปลูกพริกไร้สารพิษ เพื่อส่งออกประเทศแถบยุโรป โดยบริษัทสวิส รับซื้อพริกสด กิโลกรัมละ 25 บาท มีสมาชิกจำนวน 26 คน จากครัวเรือนทั้งหมู่บ้านจำนวน 105 ครัวเรือนเข้าร่วมโครงการ โดยตั้งเป้าหมายในการผลิต จำนวน 100,000 กิโลกรัม แต่กลุ่มเกษตรกรสามารถผลิตเพื่อส่งต่างประเทศได้เพียง 80,000 กิโลกรัม ทำให้ประสบผลผลิตไม่เพียงพอ และยังมีแมลงติดไปกับผลผลิตอีกด้วย ในปี พ.ศ. 2553 จึงได้ปลูกพริกเขียว พันธุ์ซูเปอร์ฮอท เพื่อส่งออกไปยังประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น ปีละ 200 ตัน ปี พ.ศ. 2554 เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรได้ส่งเสริมและสนับสนุนการรับรอง GAP แบบกลุ่ม มีสมาชิกรวม 25 ราย โดยสมาชิกกลุ่มยอมรับการปฏิบัติตามระบบจัดการคุณภาพ GAP ของพริก เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามความต้องการของลูกค้า ปัจจุบันมีสมาชิกทั้งหมดจำนวน 58 คน

กลุ่มพริกปลอดภัยจากสารพิษบ้านยางน้อย มีการจัดการขั้นตอนการผลิตอย่างมีระบบ ตั้งแต่การเตรียมพันธุ์จนถึงการเก็บเกี่ยว เพื่อให้มีความปลอดภัยต่อเกษตรกร สิ่งแวดล้อมและผลผลิต มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาด โดยกลุ่มจะดำเนินการผลิตพริกให้เป็นไปตามมาตรฐานการปฏิบัติทางเกษตรที่ดีที่เหมาะสมสำหรับพริก (GAP พริก) มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. เลือกสถานที่และเลือกทำเลปลูก : สมาชิกของกลุ่มจะเลือกสถานที่ปลูกพริกแต่ละชนิด โดยพิจารณาปัจจัยขั้นต่ำ ดังนี้

- พื้นที่ปลูกที่ไม่เคยเป็นที่ตั้งของโรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม โรงเก็บสารเคมี คอกสัตว์ หรือที่ทิ้งขยะมาก่อน และห่างจากแหล่งมลพิษ หรือมีโลหะหนักตกค้าง

- เป็นพื้นที่ที่ไม่มีประวัติการใช้สารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ออร์กาโนฟอสเฟต ติดต่อกันเป็นเวลานาน

- ต้องมีลักษณะดินและสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม และพิจารณาถึงแหล่งน้ำสะอาดปราศจากสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่มีพิษปนเปื้อนและสะดวกต่อการนำมาใช้

โดยผู้จะเข้าเป็นสมาชิกของกลุ่มจะได้รับการประเมินความเสี่ยงเพื่อพิจารณาปัจจัยดังกล่าวประกอบก่อนการเข้าเป็นสมาชิก

2. การคัดเลือกพันธุ์ : สมาชิกของกลุ่มจะคัดเลือกพันธุ์พืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ ให้ผลผลิตสูง ต้านทานโรค มีคุณภาพตรงตามที่ต้องการ และเจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศที่ปลูก โดยส่วนใหญ่จะจัดหาด้วยการซื้อจากแหล่งที่เชื่อถือได้ หรือร้านที่มีมาตรฐาน

3. การเตรียมดิน/วิธีปลูก

3.1 การเตรียมดินปลูก : สมาชิกจะไถพรวนและตากดิน เพื่อกำจัดโรคแมลง และวัชพืช และทำการยกแปลง ก่อนปลูกหวานปุยคอกหรือปุยหมักที่ย่อยสลายดีแล้ว เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน

3.2 วิธีการปลูก : สมาชิกจะนำพันธุ์พืชที่เตรียมไว้ มาลงปลูกในแปลงปลูก โดยการวางแผนปลูกให้สัมพันธ์กับความต้องการของตลาด และบันทึกในแผนการผลิตของเกษตรกร และนำพันธุ์พืชที่เตรียมไว้มาลงปลูกในแปลงปลูก พร้อมบันทึกผลในแบบบันทึกเกษตรกร

4. การดูแลรักษาและควบคุมเรื่องน้ำ ปุย การป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน

4.1 การให้น้ำ : สมาชิกของกลุ่มจะให้น้ำแก่พืชอย่างสม่ำเสมอ ด้วยวิธีการต่างๆ ตามความเหมาะสม โดยเฉพาะหลังใส่ปุ๋ย และควรคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นของดินและลดการระเหยของน้ำ

4.2 การให้ปุ๋ย : หลังจากปลูกพืชแล้ว สมาชิกจะใส่ปุ๋ยเป็นระยะ และดำเนินการกำจัดอย่างถูกวิธี หากจำเป็นต้องใช้สารเคมี ให้ใช้สารเคมีที่ขึ้นทะเบียนถูกต้อง ไม่เป็นสารห้ามใช้ และบรรจุในขวดหรือภาชนะที่มีฉลากอยู่ในสภาพเรียบร้อย รวมทั้งต้องอ่านฉลากและปฏิบัติตามวิธีใช้ ช่วงเวลา และปริมาณที่แนะนำไว้ในฉลากอย่างเคร่งครัด

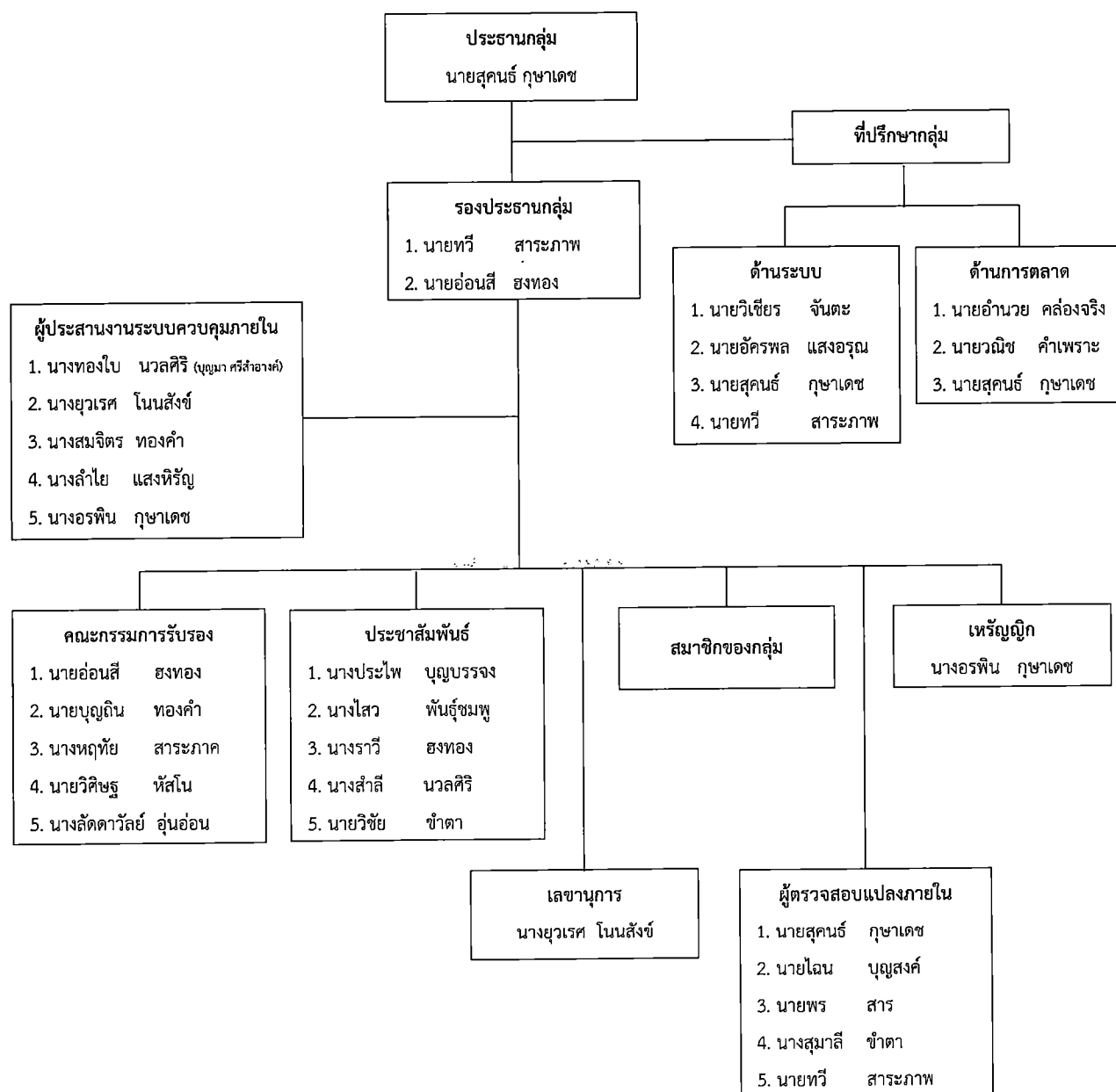
5. การควบคุมสุขลักษณะและความสะอาด : สมาชิกของกลุ่มจะดูแลเรื่องสุขลักษณะและความสะอาดในพื้นที่แปลงปลูก โดยหมั่นกำจัดวัชพืช เศษพืช โดยเฉพาะส่วนของพืชที่เป็นโรคไปทำลาย นอกแปลงปลูก ส่วนอุปกรณ์การเกษตรที่ใช้ เช่น กรรไกร เครื่องพ่นสารเคมี ภาชนะที่ใช้เก็บผลผลิต ฯลฯ หลังใช้งานแล้วต้องทำความสะอาด และเก็บให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ สำหรับภาชนะบรรจุสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว เก็บรวบรวมในที่มิดชิด เพื่อรอการนำไปทำลายต่อไป

6. การเก็บเกี่ยวผลผลิต และควบคุมหลังจากเก็บเกี่ยว : สมาชิกจะเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะที่เหมาะสม รวมทั้งใช้อุปกรณ์เก็บเกี่ยว ภาชนะบรรจุที่สะอาด เช่น มีด ตะกร้า เป็นต้น โดยจะไม่เก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนสารเคมีที่ใช้จะสลายตัวถึงระดับปลอดภัย และจะใช้วิธีการเก็บเกี่ยวที่สามารถป้องกันผลผลิตบอบช้ำ และหลังเก็บไว้กลางแดดและไม่วางบนพื้นดิน โดยสมาชิกจะคัดแยกผลผลิตให้ได้ขนาดและคุณภาพตามความต้องการของตลาด โดยคัดแยกผลผลิตที่มีโรค ศัตรูพืชติดปะปนหรือไม่ได้คุณภาพออกจากผลผลิตที่มีคุณภาพ จากนั้นบรรจุในภาชนะที่สะอาด เช่น ถาดบรรจุ

7. การเก็บรักษาและขนส่ง : สมาชิกของกลุ่มจะเตรียมการเรื่องตลาดรับซื้อและยานพาหนะในการขนส่งไว้ล่วงหน้า และจะไม่กองผลผลิตบนพื้นรถบรรทุกโดยตรง โดยจะจัดภาชนะบรรจุและกรณีที่ต้องขนย้ายผลผลิตเอง จะขนย้ายผลผลิตด้วยความระมัดระวัง เพื่อไม่ให้ผลผลิตบอบช้ำหรือเสียหาย และหากต้องมีการเก็บเพื่อนรอส่งขาย จะจัดเก็บในพื้นที่ที่สามารถป้องกันสัตว์พาหะนำโรค และวางบนพื้นที่มีวัสดุรองพื้นที่สะอาด

8. การบันทึกข้อมูล : สมาชิกของกลุ่มจะบันทึกการปฏิบัติการในขั้นตอนต่าง ๆ ตามแบบฟอร์มที่กลุ่มกำหนด เพื่อให้มีการตรวจสอบได้ หากเกิดข้อผิดพลาดบกพร่องขึ้น และสามารถจัดการแก้ไข ปัญหาหรือปรับปรุงได้ทันเวลาที่

กลุ่มพริกปลอดภัยจากสารพิษบ้านยางน้อย มีโครงสร้างการบริหารงานของกลุ่ม ดังนี้



ข้อมูลการผลิตของกลุ่มและปัญหาที่พบ

ปัจจุบันวิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษบ้านยางน้อย มีการผลิตพริกสดในช่วงเดือน กันยายน – ธันวาคม ของแต่ละปี และมีช่วงเวลาในการทำพริกแห้ง ในช่วง มกราคม-พฤษภาคม โดยมีพันธุ์พริกที่นิยมทำพริกแห้งคือ พันธุ์หัวเรียว ซึ่งมีความแข็งแรงตลอดทั้งปี ในด้านราคานั้น ราคาพริกสดช่วงปกติจะมีราคาประมาณ 23-35 บาทต่อกิโลกรัม และในช่วงเวลาตกต่ำมีราคา 12-15 บาทต่อกิโลกรัม เนื่องมาจากพริกล้นตลาด ส่วนราคาพริกแห้งอยู่ระหว่าง 100-110 บาท สาเหตุที่กลุ่มเกษตรกรมีการผลิตพริกแห้งเนื่องมาจากมีความต้องการของตลาดตลอดทั้งปี และอีกสาเหตุคือ ในการผลิตพริกสดมีการคัดเกรด ทำให้มีพริกที่ตกเกรดขายได้ราคาไม่ดี ซึ่งสามารถนำไปแปรรูปเป็นพริกแห้งเพื่อเพิ่มมูลค่าได้ การพริกสดด้วยวิธีการผลิตแบบ GAP จะได้ผลผลิตพริกสด 3.5 ตันต่อไร่ และสามารถแปรรูปเป็นพริกแห้งได้ 1.2-1.5 ตันต่อไร่ ในการตากแห้งแบบธรรมชาติจะต้องใช้เวลา 7-9 วัน ส่วนการตากแห้งในโรงเรือนอบแห้งจะใช้เวลาประมาณ 4 วัน ซึ่งเทคนิคที่เกษตรกรใช้ในการแปรรูปพริกแห้งคือ มีการพลิกกลับพริกในตะแกรงตากในวันที่ 2 ของการตากเพื่อให้พริกแห้งสม่ำเสมอ และเมื่อตากแห้งแล้วก่อนบรรจุจะต้องปล่อยให้พริกคายความร้อนก่อนเก็บ

ในการผลิตพริกแห้งในปัจจุบันนี้ กลุ่มเกษตรกรมีโรงเรือนอบแห้งแบบพาลาโบลา 1 โรงเรือน ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากกระทรวงพลังงาน สามารถอบแห้งพริกสดได้ 800 – 1000 kg/รอบ แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการตากแดดธรรมชาติบนลานตาก เนื่องจากเรือนอบอยู่ไกลบ้าน และผลผลิตออกพร้อมกันต้องรอคิว ทำให้ประสบปัญหาซื้อขายเนื่องจากพริกแห้งไม่สนิทยังคงมีความชื้นหลงเหลือภายใน ทำให้เก็บได้ไม่นานและขายไม่ได้ราคา นอกจากปัญหาทางด้านคุณภาพแล้ว ปัญหาที่เกษตรกรต้องเผชิญอีกอย่างคือ การนำเข้าพริกจากพม่า อินเดีย เวียดนามและจีน ซึ่งมีราคาพริกในประเทศ ทำให้ราคาพริกในประเทศขายได้น้อยลง แต่เนื่องจากทางกลุ่มเกษตรกรมีผู้รับซื้อจากยุโรปซึ่งให้ราคาสูง จึงไม่ประสบปัญหาเหมือนกลุ่มอื่น ๆ

2) กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตพริกบ้านอีป่าด

คณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์เกษตรกรในตำบลอีป่าด ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอกันทรารมย์ ห่างจากอำเภอกันทรารมย์ประมาณ 20 กิโลเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกพริกมากที่สุดแห่งหนึ่งในจังหวัดศรีสะเกษ โดยได้สัมภาษณ์นายทองซุน สุรวิทย์ กำนันตำบลอีป่าด และกลุ่มเกษตรกรจำนวนหนึ่ง ซึ่งได้ข้อมูลดังนี้

อาชีพหลักของชาวตำบลอีป่าดคือการทำเกษตรกรรม โดยมีการทำนาข้าวเป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีการปลูกพืชเศรษฐกิจได้แก่ พริก หอม กระเทียม และผักสวนครัวเพื่อส่งขายตลาด ซึ่งพืชที่ปลูกมากที่สุดคือ พริก โดยพริกที่นิยมปลูกในปัจจุบันมี 2 พันธุ์ พริกฮ็อต และพริกพื้นบ้าน (พริกหัวเรียว)

พริกพันธุ์หัวเรียวจากจังหวัดอุบลราชธานี เมื่อนำเมล็ดพันธุ์มาปลูกที่อำเภอกันทรารมย์แล้วเนื้อพริกจะบางลงเหมาะสมกับทำพริกแห้ง ถ้าพริกแดงสดราคาต่ำกว่า กิโลกรัมละ 20 บาท เกษตรกรจะตากแห้งขายกิโลกรัมละ 90-120 บาท โดยพริกแห้งที่ผลิตได้ในตำบลอีป่าดจะมีลักษณะเย็น เป็นที่นิยมของตลาดอย่างมาก

ช่วงระยะเวลาในการปลูก เกษตรกรจะเริ่มเพาะต้นกล้าไว้ในช่วงเดือน สิงหาคม – กันยายน และจะเริ่มลงแปลงปลูกในช่วง ตุลาคม – พฤศจิกายน โดยมีต้นทุนค่าจ้างปลูก ไร่ละ 1,000 บาท ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแรงงานจากนอกพื้นที่

ในการเก็บเกี่ยวจะเริ่มเก็บในช่วงเดือน พฤศจิกายน – เมษายน ซึ่งในการปลูก 1 ครั้ง สามารถเก็บผลผลิตได้ประมาณ 6 รอบ โดยการเก็บแต่ละครั้งจะเว้นระยะ 15 วัน แรงงานส่วนใหญ่มาจากนอกพื้นที่ โดยมีราคาค่าจ้างเก็บเริ่มต้นที่ กิโลกรัมละ 6 บาท และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง กิโลกรัมละ 20 บาท

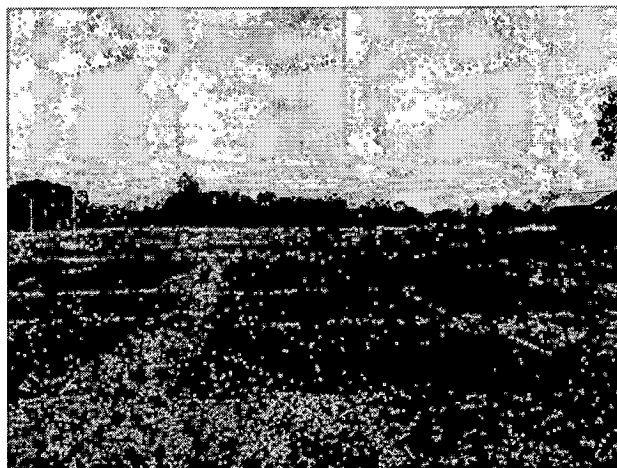
ราคาขายพริกในแต่ละปีจะไม่คงที่ ปีนี้ราคาพริกช่วงเริ่มต้นอยู่ที่ กิโลกรัมละ 32 บาท และจะเพิ่มขึ้นหากผลผลิตออกสู่ตลาดน้อย และในช่วงท้ายฤดูกาลราคาพริกจะลดลงต่ำกว่า 20 บาท ซึ่งเป็นช่วงที่เกษตรกรหันมาทำพริกแห้งแทน ซึ่งอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน

ในการผลิตพริกแห้ง เกษตรกรผู้ผลิตพริกในตำบลอีปาดจะนิยมตากบนตาข่าย ผ่าใบดำ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 บนพื้นถนนคอนกรีต บนพื้นถนนลาดยาง โดยมีความหนาในการตากไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับพื้นที่ในการตากและปริมาณพริกที่ตาก โดยใช้เวลาในการตากประมาณ 7-9 วัน ขึ้นอยู่กับความหนาของการตากและสภาพภูมิอากาศ พริกแห้งที่ผลิตได้จะถูกคัดเอาเมล็ดที่เสียหายออก แล้วแยกบรรจุเป็นถุง ถุงละ 10 กิโลกรัม เพื่อส่งขายให้กับพ่อค้าคนกลาง หรือรอพ่อค้าคนกลางมารับซื้อในหมู่บ้าน โดยมีเทคนิคการเก็บที่ไม่ให้พริกเสียหายมาก โดยการปล่อยให้พริกเย็นตัวก่อน โดยการบรรจุในช่วงเย็น

ปัญหาที่เกษตรกรพบในการผลิตพริกแห้งคือปัญหาเรื่องสัตว์เข้าไปในลานตาก เช่น ไก่เขี่ย สุนัขเดินผ่าน เป็นต้น ปัญหาฝนตกทำให้เก็บไม่ทัน ทำให้ผลิตกันต์เสียหาย

ปัญหาด้านคุณภาพที่ผู้วิจัยสังเกตคือ การตากในลานตากมีความเสี่ยงในการปนเปื้อนของฝุ่น มูลสัตว์ และสิ่งเจือปนอื่น ๆ นอกจากนี้ยังเสี่ยงต่อการเกิดเชื้อรา เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการตากนานเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กรณีที่มีฝนตกใส่พริกที่กำลังตากอยู่

นอกจากนี้เกษตรกรยังเสียโอกาสในการทำกิจกรรมอย่างอื่น เพราะต้องเฝ้าระวังไก่เขี่ย ระวังฝนตก รวมถึงระยะเวลาการตากแห้งที่ค่อนข้างนาน ซึ่งเป็นข้อที่ควรพิจารณาในด้านเศรษฐศาสตร์



รูปที่ 3.1 ลักษณะการตากพริกของเกษตรกรโดยทั่วไป

3.1.3 การสำรวจและสัมภาษณ์ผู้ขายพริกแห้ง

คณะผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สัมภาษณ์กลุ่มผู้ขายพริกแห้งในเขตอำเภอเมืองศรีสะเกษ โดยเฉพาะกลุ่มค้าส่งในตลาดท่าเรือ จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

พริกแห้งที่ขายในตลาดท่าเรือมีทั้งพริกในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษและพริกที่นำมาจากตลาดไท ซึ่งเป็นพริกจากอินเดีย ซึ่งราคาไม่แตกต่างกันมาก และมีขายตลอดทั้งปี สำหรับพริกแห้งที่รับมาจากในเขตพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษนั้น มีทั้งเกษตรกรนำมาส่งเองและส่วนที่พ่อค้าคนกลางไปรับซื้อเอง โดยกลุ่มผู้ซื้อส่วนใหญ่เป็นพ่อค้าย่อยในจังหวัดศรีสะเกษ รวมถึงจังหวัดใกล้เคียง เช่น ยโสธร กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด สุรินทร์ อุบลราชธานี เป็นต้น มีการซื้อตั้งแต่ 10 กิโลกรัม จนถึง 500 กิโลกรัม และนำไปแบ่งบรรจุขายต่อไป ปริมาณที่พ่อค้าส่งขายได้ประมาณ 1-2 ตันต่อวันต่อราย โดยมีราคาขายอยู่ที่ 60 – 120 บาท ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของพริก และคุณภาพของพริก

ปัญหาที่ผู้วิจัยพบคือ พ่อค้าคนกลางบางรายยังขาดความรู้และความใส่ใจในคุณภาพของพริกแห้ง โดยผู้วิจัยพบพริกบางถุงมีความชื้นสูง โดยสังเกตจากไอน้ำที่เกาะภายในถุง ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และบางถุงมีพริกที่มีสีและรูปร่างผิดปกติปนอยู่ ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อผู้บริโภคได้



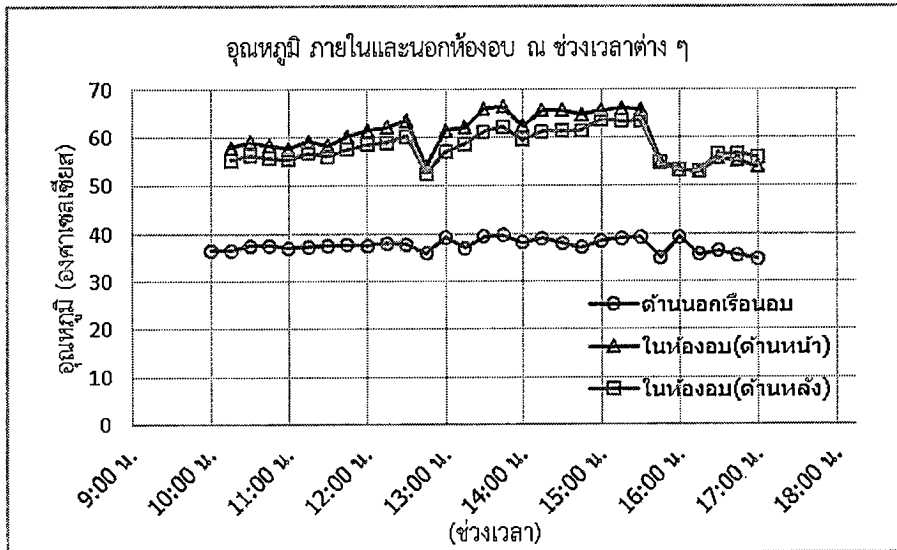
รูปที่ 3.2 ลักษณะของถุงบรรจุพริกแห้งที่มีความชื้นสูง

3.2 การทดลองอบแห้งพริกเบื้องต้นเพื่อเก็บข้อมูลสำหรับสร้างเครื่องและออกแบบการทดลอง

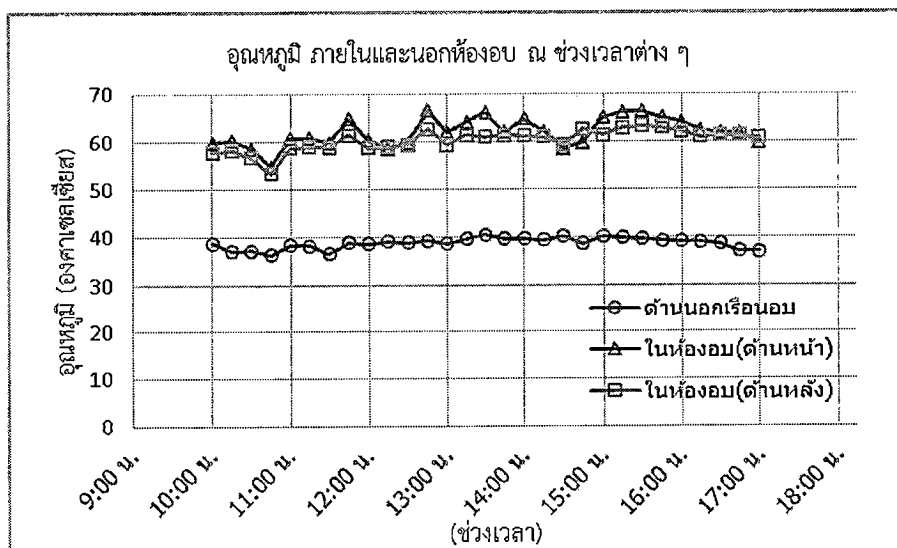
ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในและภายนอกเรือนอบแห้งแบบพาราโบลา รวมทั้งได้ทดลองอบแห้งพริก เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการอบแห้งพริก ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการอบแห้งพริกต่อไป ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

3.2.1 ผลการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น

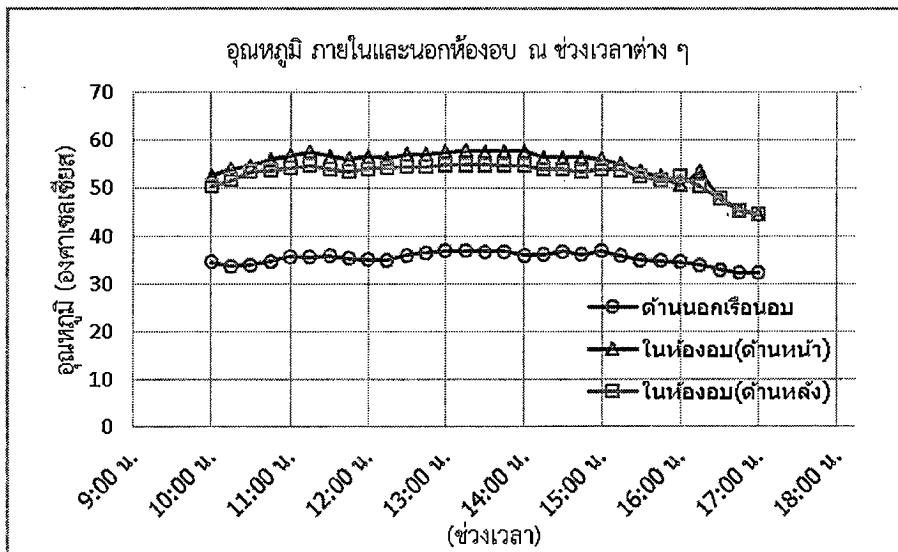
จากรูปที่ 3.3-3.5 เห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในห้องอบและภายนอกห้องอบมีความแตกต่างกันเห็นได้ชัด และอุณหภูมิภายในห้องอบ บริเวณด้านหน้าคือส่วนที่ใกล้ประตู และด้านหลังคือส่วนของพัดลมระบายอากาศ มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน แสดงถึงการกระจายตัวที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ภายนอกอยู่ระหว่าง 32-40 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 35-38 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิภายในห้องอบอยู่ระหว่าง 45-68 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 53-62 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.3 ข้อมูลอุณหภูมิภายในและนอกห้องอบ วันที่ 12 สิงหาคม 2560



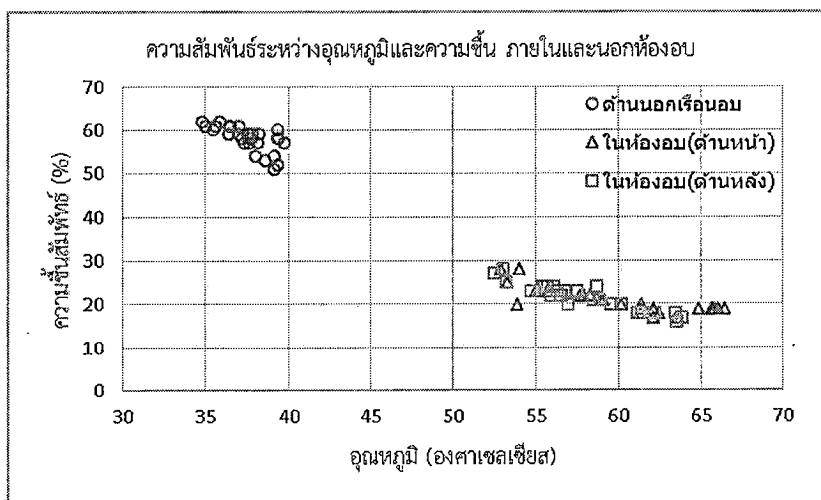
รูปที่ 3.4 ข้อมูลอุณหภูมิภายในและนอกห้องอบ วันที่ 13 สิงหาคม 2560



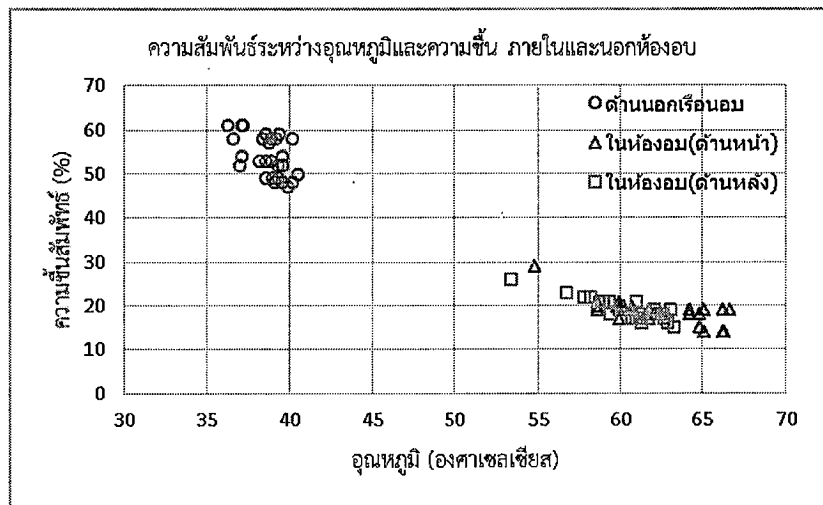
รูปที่ 3.5 ข้อมูลอุณหภูมิภายในและนอกห้องอบ วันที่ 14 สิงหาคม 2560

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศทั้งภายในและภายนอกห้องอบ ดังแสดงผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 3.6-3.8

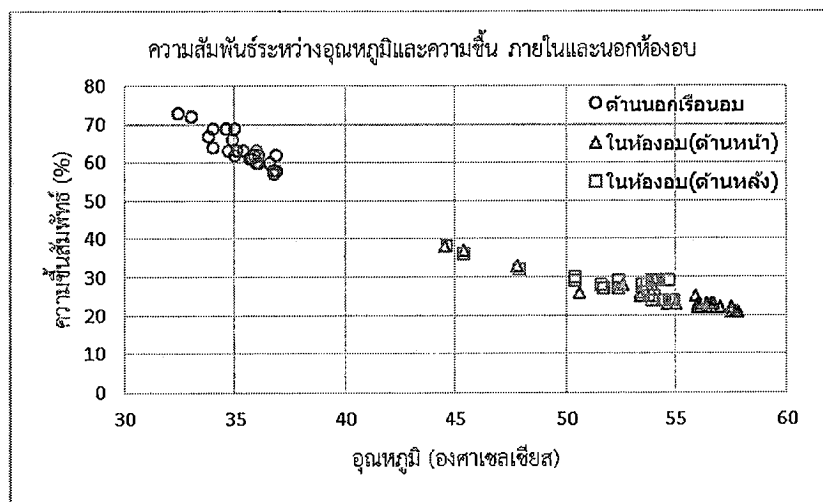
จากรูปที่ 3.6-3.8 พบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มลดลง ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้อัตราการระเหยของน้ำในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น และอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะสามารถรับความชื้นที่ระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งในเรือนอบ สามารถอบแห้งได้เร็วกว่า



รูปที่ 3.6 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและนอกห้องอบ วันที่ 12 สิงหาคม 2560



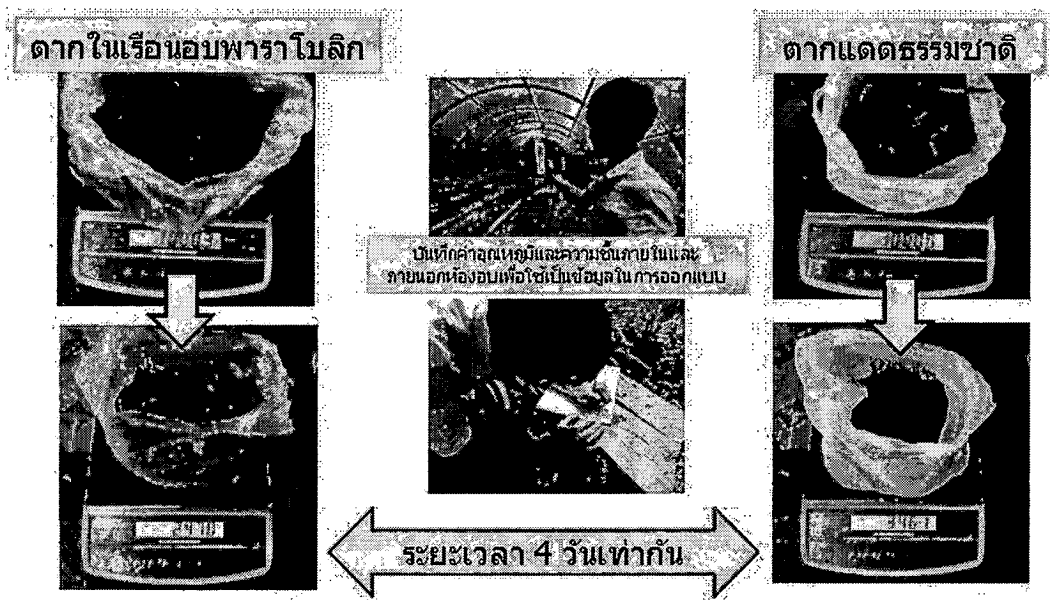
รูปที่ 3.7 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและนอกห้องอบ วันที่ 13 สิงหาคม 2560



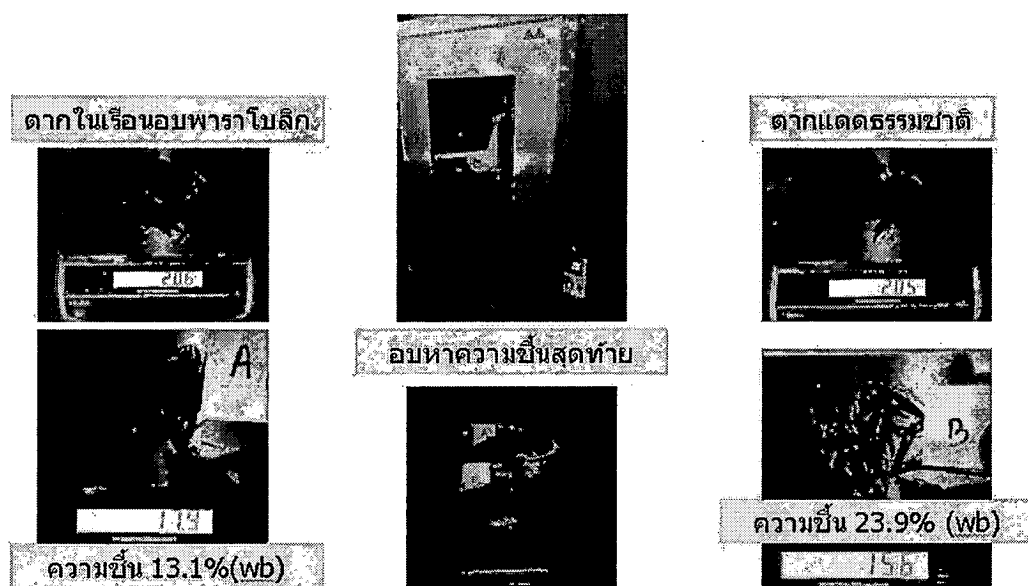
รูปที่ 3.8 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและนอกห้องอบ วันที่ 14 สิงหาคม 2560

3.3.2 ผลการทดลองอบแห้งพริก

ผู้วิจัยได้ทดลองอบแห้งพริก เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการอบแห้งพริก 2 วิธี คือ การตากแห้ง โดยใช้แสงแดดธรรมชาติ และแบบใช้เรือนอบพาราโบลิค ซึ่งผลการทดลองเป็นดังนี้



รูปที่ 3.9 การทดลองอบแห้งพริกในโรงอบ Greenhouse



รูปที่ 3.10 ผลการทดลองหาความชื้นสุดท้ายของพริกแห้ง

จากการทดลองพบว่าการอบแห้งโดยใช้เรือนอบแห้งพาราโบลิกใช้เวลาในการอบแห้ง 3 วัน เนื่องจากชั้นการตากค่อนข้างบาง ประมาณ 1 เซนติเมตร ในวันที่ 4 น้ำหนักผลิตภัณฑ์จะคงที่ ส่วนการตากแดดธรรมชาติจะใช้เวลาในการตากแห้ง 8 วัน ทั้งนี้เนื่องจากช่วงเวลาที่ทดสอบเป็นช่วงฤดูฝน ทำให้ความชื้นอากาศสูง ส่งผลให้พริกที่ตากภายนอกเรือนอบเกิดเชื้อราขึ้น เนื่องจากการทดลองเป็นการทดลองแค่ซ้ำเดียว ยังไม่สามารถสรุปผลได้ แต่ก็เห็นแนวโน้มและความแตกต่างค่อนข้างชัดเจนในการทำแห้งผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 วิธี

3.3 การออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอ

3.3.1 การคำนวณพื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์

ในการออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่าจะนำเครื่องอบแห้งนี้ไปอบแห้งพริก โดยกำหนดให้สามารถอบแห้งพริกที่ความชื้นเริ่มต้น 80% (wb) ต้องการอบให้มีความชื้นสุดท้ายประมาณ 13% (wb) โดยสามารถอบแห้งได้ครั้งละ 100 กิโลกรัม ซึ่งเหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อย โดยใช้เวลาอบแห้งไม่เกิน 4 วัน ทั้งนี้เพราะหากใช้เวลาในการอบแห้งมากเกินไป อาจเกิดปัญหาการเสื่อมคุณภาพของพริก และอาจเกิดเชื้อราขึ้นในภายหลัง จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถคำนวณหาปริมาณน้ำที่จะต้องระเหย โดยอาศัยสมการ

$$m_w = m_i \left(\frac{M_i - M_f}{100 - M_f} \right) \quad (3.1)$$

เมื่อ m_w = มวลของน้ำที่ต้องการระเหย, (kg)

m_i = มวลของพริกที่ต้องการอบ, (kg)

M_i = ความชื้นเริ่มต้นของพริกสด, (%wb)

M_f = ความชื้นสุดท้ายของพริกแห้งที่ต้องการ, (%wb)

เมื่อแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการที่ 3.1 จะได้

$$m_w = 100 \left(\frac{80 - 13}{100 - 13} \right) \approx 77 \text{ kg}$$

จากนั้นคำนวณหาปริมาณความร้อนที่จำเป็นต้องการในการเพิ่มอุณหภูมิผลิตภัณฑ์จากสมการ

$$Q_{\text{product}} = m_{\text{product}} C_p \Delta T \quad (3.2)$$

เมื่อ Q_{product} = ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิผลิตภัณฑ์, (MJ)

m_{product} = มวลของผลิตภัณฑ์ที่อบแห้ง (kg)

C_p = ค่าความจุความร้อนจำเพาะของพริก, (MJ/kg K) = 3.81 kJ/kg K

(Hossian et al., 2015)

ΔT = ผลต่างของอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้ายของพริก (°C)
 ดังนั้น

$$Q_{\text{product}} = 100 \times 3.81 \times (60 - 30)$$

$$Q_{\text{product}} = 11,430 \text{ kJ}$$

จากนั้นคำนวณหาปริมาณความร้อนที่จำเป็นต้องการในการไล่ความชื้นจากสมการที่ 3.3

$$Q_{\text{evap}} = m_w h_{fg} \quad (3.3)$$

เมื่อ Q_{evap} = ปริมาณความร้อนที่จำเป็นต้องการใช้ในการระเหยน้ำ, (MJ)

m_w = มวลของน้ำที่ต้องการระเหย, (kg)

h_{fg} = ความร้อนที่จำเป็นต้องการในการระเหยน้ำ 1 kg, (kJ/kg) = 2400 kJ/kg

ดังนั้น

$$Q_{\text{evap}} = 77 \times 2.4 = 184,800 \text{ kJ}$$

จากนั้นคำนวณหาปริมาณความร้อนที่สูญเสีย โดยพิจารณาให้มีความร้อนสูญเสียจากระบบได้ร้อยละ 20 ดังนั้น สามารถคำนวณความร้อนสูญเสียได้ ดังนี้

$$Q_{\text{loss}} = (11,430 + 184,800) \times 0.2 = 39,246 \text{ kJ}$$

ดังนั้นสามารถหาความร้อนรวมทั้งหมดที่จำเป็นต้องการอบแห้งได้เท่ากับ

$$Q_{\text{drying}} = Q_{\text{product}} + Q_{\text{evap}} + Q_{\text{loss}}$$

$$Q_{\text{drying}} = 11,430 + 184,800 + 39,246 = 235,476 \text{ kJ}$$

คำนวณพื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง โดยใช้สมการ

$$A_{\text{total}} = \left(\frac{Q_{\text{drying}}}{\eta H_T N_D} \right) \quad (3.4)$$

เมื่อ A_{total} = พื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์, (m^2)
 H_T = ความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์บนพื้นราบ, ($\text{MJ}/\text{m}^2\text{-day}$)
 N_D = จำนวนวันที่ต้องการใช้ในการอบแห้งแต่ละครั้ง, (day)
 η = ประสิทธิภาพของแผงรับรังสี, (decimal)

สำหรับประสิทธิภาพของแผงรับรังสีจะตั้งสมมติฐานว่ามีประสิทธิภาพ (η) เป็น 30% และค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยของประเทศไทยซึ่งมีค่า $18.2 \text{ MJ}/\text{m}^2\text{-day}$ (Janjai et al., 2006) ในที่นี้ต้องการใช้เวลาอบแห้ง 4 วัน จากนั้นแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการที่ 3.3

$$A_{\text{total}} = \left(\frac{235.476}{0.3 \times 18.2 \times 4} \right) = 10.9 \text{ m}^2$$

ดังนั้น พื้นที่ของแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ควรมีขนาดมากกว่า 10.9 m^2

3.3.2 การคำนวณหาอัตราการอบแห้งและอัตราการไหลของอากาศในการทำแห้ง

คำนวณหาอัตราการอบแห้งจากข้อมูลปริมาณมวลของน้ำที่ต้องการระเหย และเวลาที่ใช้ในการทำแห้ง โดยใช้สมการ

$$D_r = \frac{m_w}{t} \quad (3.5)$$

เมื่อ D_r = อัตราการอบแห้ง, kg/h
 m_w = มวลของน้ำที่ต้องการระเหย, kg
 t = เวลาที่ใช้ในการทำแห้ง, h

ในที่นี้ออกแบบให้ใช้เวลาในการอบแห้ง 4 วัน วันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็น 32 ชั่วโมง จะสามารถคำนวณอัตราการอบแห้งเฉลี่ยได้ $77/32 = 2.4 \text{ kg}/\text{h}$

จากพลังงานความร้อนที่ฟริกต้องการสำหรับอบแห้งที่คำนวณได้สามารถคำนวณหามวลของอากาศสำหรับการทำแห้งได้จากสมการ

$$Q_{\text{drying}} = m_{\text{air}} C_p \Delta T \quad (3.6)$$

เมื่อ	m_{air}	= มวลของอากาศที่ใช้ในการทำแห้ง, kg
	C_p	= ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ, (kJ/kg K) = 1.005 kJ/kg K
	ΔT	= ผลต่างของอุณหภูมิอากาศเข้าและออกจากห้องอบ (°C)

จากสมการที่ 3.6 จะสามารถคำนวณหามวลของอากาศที่ใช้ในการทำแห้งได้เท่ากับ 7,810 kg หากใช้เวลาในการอบแห้ง 32 ชั่วโมงจะต้องใช้อากาศที่อัตราการไหล 244.06 kg/h จากมวลของอากาศที่ใช้ในการทำแห้งที่คำนวณได้ สามารถคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศได้ โดยใช้ค่าความหนาแน่นของอากาศเท่ากับ 1.1 จะได้อัตราการไหลของอากาศในการทำแห้งเท่ากับ 268.47 m³/h

3.3.3 การคำนวณพื้นที่วางผลิตภัณฑ์

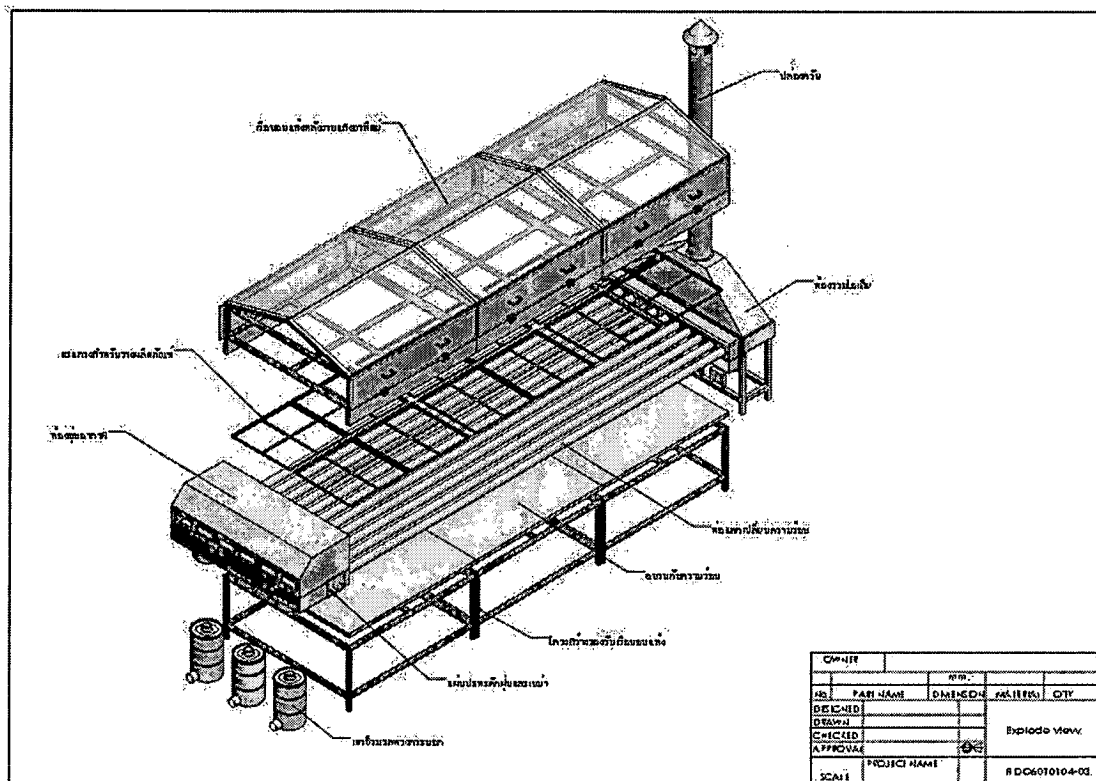
หลังจากที่ได้ทราบขนาดที่เหมาะสมของแผงรับรังสีดวงอาทิตย์แล้ว คณะผู้วิจัยได้คำนวณหาพื้นที่ในการวางผลิตภัณฑ์ โดยคำนวณจากความหนาแน่นปรากฏของฟริก (Bulk density) ซึ่งมีค่าประมาณ 330 kg/m³ เพื่อออกแบบขนาดห้องอบ ในที่นี้ต้องการตากแห้งฟริกที่ความหนาประมาณ 3 cm โดยที่ถาดตากผลิตภัณฑ์มีขนาด 0.9 x 0.9 m² ดังนั้น 1 ถาดจะสามารถวางฟริกสดได้ประมาณ 8-10 kg ดังนั้นจะต้องใช้ถาดวางทั้งหมดอย่างน้อย 12 ถาด เพื่อให้สามารถตากฟริกได้ 100 kg

3.3.4 การคำนวณหาขนาดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

เพื่อให้ได้อัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลอัตราการไหลของอากาศและอุณหภูมิในการอบที่มีนักวิจัยท่านอื่นศึกษาไว้มาใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ ซึ่งจากการทบทวนเอกสารพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งฟริกมีค่าประมาณ 65-70 °C ($\Delta T \sim 30^\circ\text{C}$) และจากข้อมูลการคำนวณที่ผ่านมาพบว่าความร้อนที่ต้องการใช้ในการระเหยน้ำมีค่า 235.476 MJ ต้องการอบแห้งฟริกให้แห้งภายใน 4 วัน โดยอบแห้งวันละ 8 ชั่วโมง รวมระยะเวลาอบแห้ง 32 ชั่วโมง ซึ่งจะต้องใช้เครื่องผลิตลมร้อนที่มีขนาดกำลังการผลิตลมร้อนเท่ากับ 2 kW จากข้อมูลรายงานการวิจัยเกี่ยวกับเตาชีวมวลทรงกระบอกพบว่า เตาชีวมวลทรงกระบอกขนาดอุตสาหกรรมมีกำลังความร้อนประมาณ 7.5 kW และใช้งานได้ต่อเนื่องประมาณ 6-8 ชั่วโมง ต่อการเติมเชื้อเพลิง 1 ครั้ง สามารถใช้เตาชีวมวลทรงกระบอก 1 เตา โดยประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนไม่น้อยกว่า 28% หรือใช้เตาชีวมวลทรงกระบอก 2 เตา โดยประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนไม่น้อยกว่า 14% หรือใช้เตาชีวมวลทรงกระบอก 3 เตา โดยที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมีประสิทธิภาพอย่างน้อย 7% (ความร้อนที่ถ่ายเทจากท่อนำก๊าซร้อนเข้าสู่ห้องอบแห้ง)

จากผลการการคำนวณทั้ง 3 ส่วน ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกดังแสดงในรูปที่ 3.11



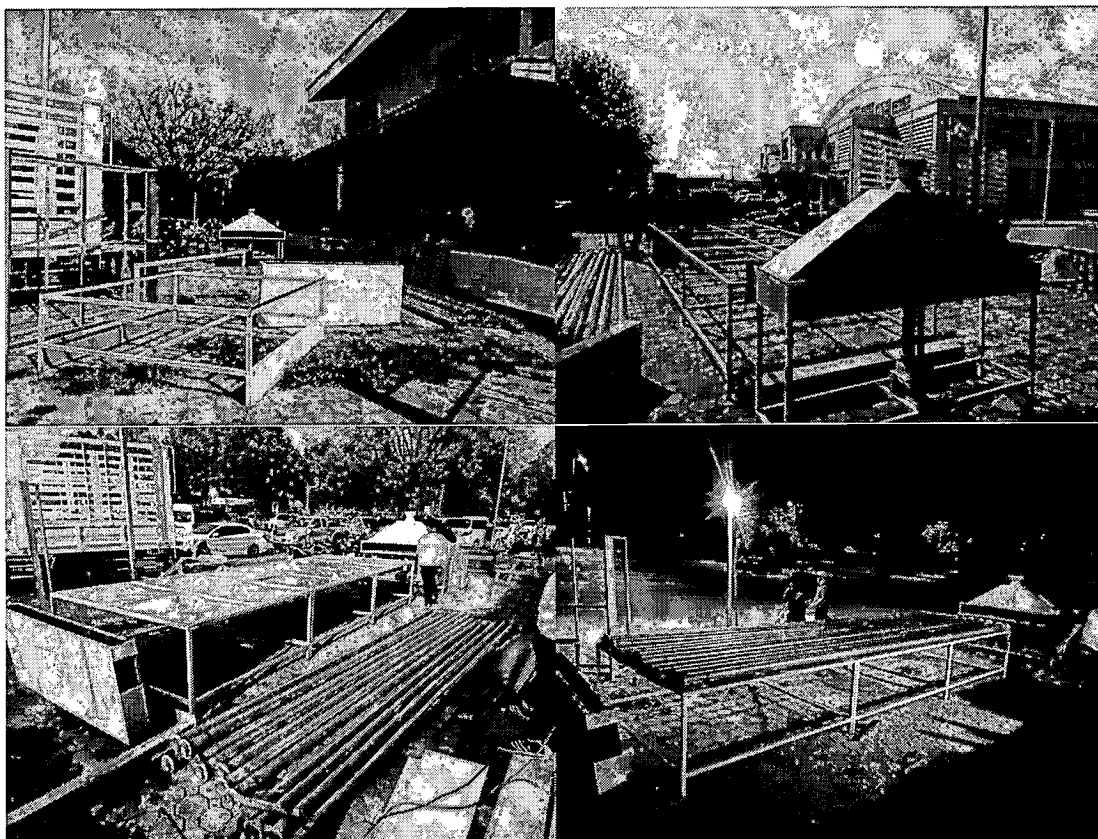
รูปที่ 3.11 ลักษณะและองค์ประกอบของเครื่องอบแห้งต้นแบบ

จากรูปที่ 3.11 ชุดอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกมีส่วนประกอบสำคัญ คือ เรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 2x2 เมตร จำนวน 3 ชุดวางต่อกันบนโครงสร้างรองรับที่ทำจากเหล็กโครงสร้าง พื้นผิวรับแสงด้านบนของเรือนอบทำจากกระจกติดตั้งกับกรอบอลูมิเนียม ถาดสำหรับวางผลิตภัณฑ์จะวางอยู่ในเรือนแห้ง เหนือท่อนำก๊าซร้อนประมาณ 20 เซนติเมตร ซึ่งท่อนำก๊าซร้อนอยู่บริเวณส่วนล่างของห้องอบ ทำหน้าที่กระจายความร้อนถ่ายเทให้ทั่วถึงทั้งห้องอบโดยใช้หลักการนำความร้อนและพาความร้อน อากาศร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังท่อจะไหลขึ้นด้านบนตามธรรมชาติ ผ่านชั้นของผลิตภัณฑ์ที่ตาก ซึ่งควบคุมอุณหภูมิภายในห้องอบให้เหมาะสมโดยการห่ออากาศที่ใช้ในการเผาไหม้และการปรับอัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านผลิตภัณฑ์ อากาศที่ไหลเข้ามาในห้องอบจะเข้ามาทางด้านหน้าของห้องอบโดยมีการอุ่นอากาศก่อนเข้าห้องอบผ่านห้องอุ่นอากาศ ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านหน้าของระบบอบแห้ง ใช้ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวลเป็นแหล่งความร้อน และอากาศที่มีความชื้นเพิ่มขึ้นจะถูกดึงออกที่ส่วนท้ายของเครื่องแห้งโดยพัดลมระบายอากาศ เพื่อไม่ให้ความร้อนส่วนหน้าของห้องอบแห้งด้านหน้าสูงกว่าด้านหลังมาก ผู้วิจัยจะ

ทดลองวางแผ่นเหล็กบางหรือสังกะสีแผ่นเรียบหรือตะแกรงกลมเหล็บนวท่อนำก๊าซร้อน เพื่อให้มีการกระจายความร้อนอย่างเหมาะสมตลอดทั้งห้องอบ ซึ่งจะต้องมีการทดลองและปรับให้เหมาะสม ก่อนทำการอบแห้งจริง ส่วนไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของชีวมวลซึ่งไหลผ่านท่อนำก๊าซร้อนจะไหลไปที่ด้านท้ายของเครื่องอบและไหลออกทางปล่องควันแบบรายละเอียด (Drawing) ของเครื่องอบแห้งแสดงไว้ในภาคผนวก ข.

3.3.5 การสร้างและติดตั้งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก

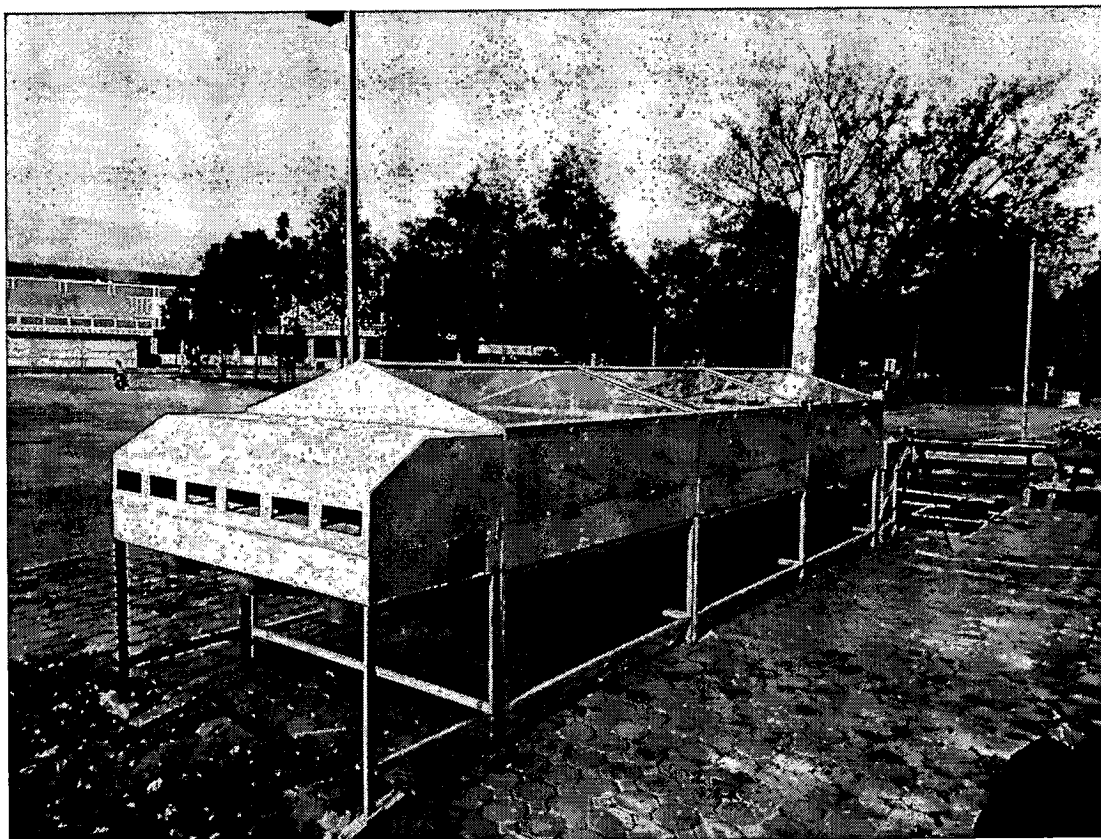
ในการสร้างและติดตั้งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ผู้วิจัยได้ออกแบบให้สามารถถอดประกอบได้ เพื่อลดระยะเวลาในการติดตั้ง และให้สามารถเคลื่อนย้ายในอนาคต โดยภาพการติดตั้งเครื่องอบแห้งฯ แสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ภาพขั้นตอนการติดตั้งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก



รูปที่ 3.12 ภาพขั้นตอนการติดตั้งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอ (ต่อ)



รูปที่ 3.12 ภาพขั้นตอนการติดตั้งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก (ต่อ)

3.4 วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

ในการทดลองทำแห้งพริกในงานวิจัยนี้ใช้วัสดุอุปกรณ์ดังนี้

- 1) พริกแดงสดพันธุ์หัวเรือ ซื้อมาจากกลุ่มเกษตรกรในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษ บ้านยางน้อย อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 พริกแดงสดที่ซื้อจากกลุ่มเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษบ้านยางน้อย

2) เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ขนาดพื้นที่รับแสง 12 m^2 สามารถควบคุมอุณหภูมิการทำแห้งได้ 0-120 องศาเซลเซียส ใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกได้สูงสุดครั้งละ 3 เตา ดังแสดงในรูปที่ 3.12

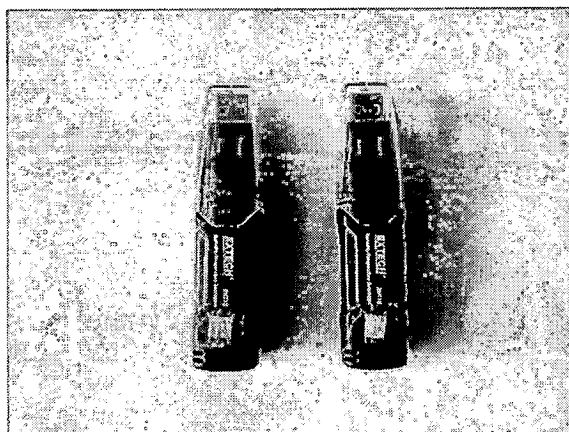
3) เตาชีวมวลทรงกระบอก แบบที่มีการเผยแพร่โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.11

4) เครื่องบันทึกพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบ (Solar power meter) ยี่ห้อ TES รุ่น TES-132 ซึ่งวัดความเข้มแสงได้สูงสุด $2,000 \text{ W/m}^2$ บันทึกข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ทุก 1 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 3.14



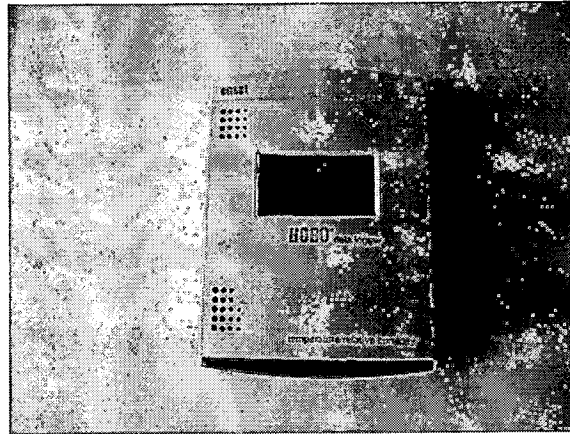
รูปที่ 3.14 เครื่องบันทึกพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบยี่ห้อ TES รุ่น TES-132

5) เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity/Temperature Datalogger) ยี่ห้อ Extech รุ่น RHT10 ความสามารถในการวัดอุณหภูมิและความชื้น $-40-70 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 0-100% ตามลำดับ ความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ และ $\pm 3.5\%$ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ Extech รุ่น RHT10

6) เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สิ่งแวดล้อม (Humidity/Temperature Datalogger) ยี่ห้อ Onset HOBO datalogger รุ่น U14 ความสามารถในการวัดอุณหภูมิและความชื้น -20-50 °C, 0-100% ตามลำดับ ความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ± 0.21 °C และ $\pm 2.5\%$ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.16



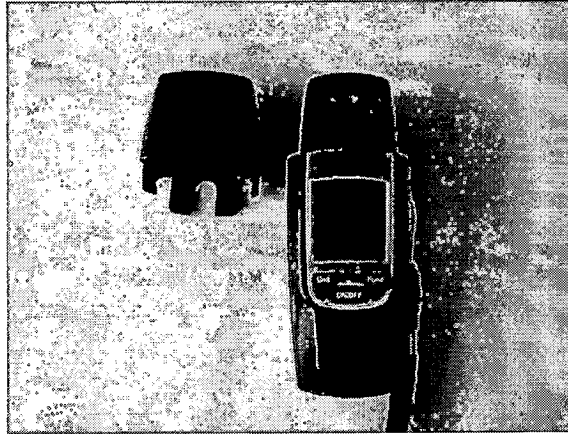
รูปที่ 3.16 เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สิ่งแวดล้อม ยี่ห้อ Onset HOBO รุ่น U14

7) เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ (Multi-channel Handheld Temperature meter) ยี่ห้อ Applent รุ่น AT4208 มีช่องบันทึกข้อมูล 8 ช่อง พร้อม Thermocouple type K ที่วัดอุณหภูมิได้สูงสุด 1200 °C ดังแสดงในรูปที่ 3.17



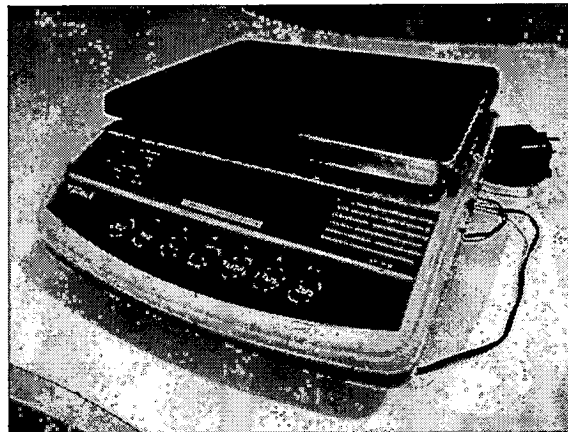
รูปที่ 3.17 เครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ยี่ห้อ Applent รุ่น AT4208

8) เครื่องวัดความเร็วลมชนิดใบพัด ช่วงการวัด 0.4-20 m/s ความแม่นยำ $\pm 2\%$ ดังแสดงในรูปที่ 3.18



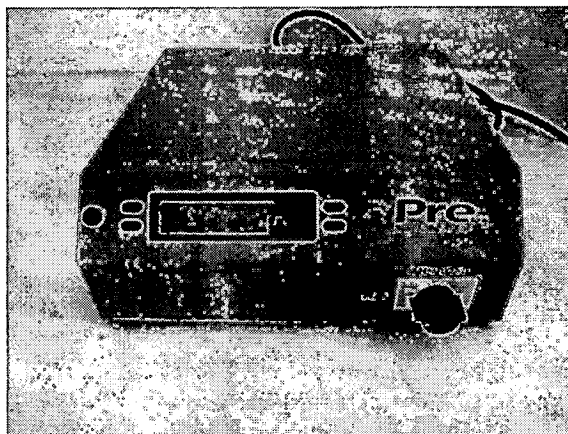
รูปที่ 3.18 เครื่องวัดความเร็วลมชนิดใบพัด

9) เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Tscale ชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 15 kg ความละเอียด 0.1 g ดังแสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Tscale

- 10) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ช่วงอุณหภูมิ 10-300 °C ความละเอียดในการตั้งอุณหภูมิ 0.1 °C
- 11) เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR400
- 12) เครื่องวิเคราะห์ water activity ยี่ห้อ Aqualap Pre ซึ่งมีช่วงของการหาค่าวอเตอร์แอคทิวิตี 0.05-1.00 a_w มีความละเอียด ± 0.001 ความแม่นยำ $\pm 0.015 a_w$ ดังแสดงในรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 เครื่องวิเคราะห์ water activity ยี่ห้อ Aqualap Pre

3.5 ขั้นตอนการทดลอง

ทำการทดลอง เน้นศึกษาคุณลักษณะของการอบแห้งพริก โดยทำการทดลองที่ ลานหน้าอาคาร เทคโนโลยีบัณฑิต คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ซึ่งการทดลองแบ่งออกเป็น 3 กรณี หลัก ดังนี้

กรณีใช้แสงอาทิตย์อย่างเดียว (เทียบกับการตากแดดธรรมชาติ)

ในการทดลอง จะดำเนินการทดลอง 3 กรณีพร้อมกันคือ ทำแห้งในเครื่องอบ ตากแดดโดยตรง บนผ้าใบสีดำ และตากแดดโดยตรงบนตะแกรงที่วางบนโต๊ะ ซึ่งในแต่ละรอบการทดลองจะเริ่มต้นวันเดียวกัน

- 1) เตรียมพริกแดงสดกรณีละ 50 kg สำหรับการอบแห้งในเครื่องอบแห้งและการตากแดดโดยตรง และใส่ถาดเล็กถาดละ 500 g กรณีศึกษาละ 6 ถาด เพื่อนำไปวางไว้ในตำแหน่งต่าง ๆ ภายในเครื่องอบแห้งและภายนอกเครื่องอบแห้ง สำหรับชั่งน้ำหนักที่หายไปในแต่ละชั่วโมง
- 2) เกี่ยพริกใส่แต่ละถาดให้ทั่วแล้วนำถาดไปใส่ในเครื่องอบแห้ง
- 3) ติดตั้งและบันทึกค่าพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบ (Solar power meter)
- 4) บันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง น้ำหนักของพริก ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ
- 5) วิเคราะห์หาค่าความชื้นสุดท้าย ระยะเวลาการอบแห้ง การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ต้นทุนการอบแห้ง ระยะเวลาคืนทุน ส่งตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยาในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ค่าสีและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี

กรณีใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนอย่างเดียว

- 1) เตรียมพริกแดงสด 50 kg สำหรับการอบแห้งในเครื่องอบ และเตรียมพริกใส่ถาดเล็กถาดละ 500 g จำนวน 6 ถาด เพื่อนำไปวางไว้ในตำแหน่งต่าง ๆ ภายในเครื่องอบแห้ง สำหรับชั่งหาน้ำหนักที่หายไปในแต่ละชั่วโมง
- 2) เก็ยพริกใส่แต่ละถาดให้ทั่ว แล้วนำถาดไปใส่ในเครื่องอบแห้ง ใช้วัสดุที่ปิดไม่ให้แสงส่องเข้าไปในห้องอบแห้ง
- 3) จุดเตาชีวมวลทรงกระบอก เปิดชุดควบคุมการทำงานของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ตั้งค่าอุณหภูมิในการอบแห้ง ให้อยู่ระหว่าง 60-70 องศาเซลเซียส
- 4) บันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น น้ำหนักของพริก ทุก ๆ ชั่วโมง และบันทึก น้ำหนักของชีวมวลที่ใช้ในแต่ละรอบการทดสอบ
- 6) วิเคราะห์หาค่าความชื้นสุดท้าย ระยะเวลาการอบแห้ง การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ต้นทุนการอบแห้ง ระยะเวลาคืนทุน ส่งตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยาในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ค่าสีและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี

กรณีใช้พลังงานร่วม

- 1) เตรียมพริกแดงสด 50 kg สำหรับการอบแห้งในเครื่องอบ และเตรียมพริกใส่ถาดเล็ก 500 g จำนวน 6 ถาด เพื่อนำไปวางไว้ในตำแหน่งต่าง ๆ ภายในเครื่องอบแห้ง สำหรับชั่งหาน้ำหนักที่หายไปในแต่ละชั่วโมง
- 2) เก็ยพริกในแต่ละถาดให้ทั่ว แล้วนำถาดไปใส่ในเครื่องอบแห้ง
- 3) ช่วงกลางวัน อบแห้งโดยใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์
- 4) เริ่มใช้ความร้อนเสริมจากเตาชีวมวลทรงกระบอก ในเวลา 17.00 น. โดยตั้งค่าอุณหภูมิในการอบแห้งไว้ที่ 60-70 องศาเซลเซียส
- 5) บันทึกค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความเข้มแสง น้ำหนักของพริก ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ และบันทึก น้ำหนักชีวมวลที่ใช้ในการทดสอบ
- 7) วิเคราะห์หาค่าความชื้นสุดท้าย ระยะเวลาการอบแห้ง การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ต้นทุนการอบแห้ง ระยะเวลาคืนทุน ส่งตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยาในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ค่าสีและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี

3.6 การวิเคราะห์สมบัติของพริกแห้ง

1) ปริมาณความชื้น ตามวิธี (AOAC, 2000)

เตรียมตัวอย่างพริกแห้งจากการทำแบบต่าง ๆ ตัวอย่างละ 100 กรัม ใส่ถาดอลูมิเนียมเพื่ออบแห้ง โดยใช้ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างออกจากตู้อบทิ้งไว้ให้เย็นและนำไปชั่งน้ำหนัก และนำมาคำนวณปริมาณความชื้นสุดท้าย ดังสมการ

$$\text{ความชื้น (\% wb)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบแห้ง (กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังอบแห้ง(กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักก่อนอบแห้ง (กรัม)}}$$

2) ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity, a_w)

เตรียมตัวอย่างพริกแห้งจากการทำแบบต่าง ๆ มาบดให้ละเอียด แล้วเตรียมใส่ตลับพลาสติกบรรจุตัวอย่างประมาณ ¼ ของตลับตัวอย่าง นำมาวางไว้ในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างใส่เครื่อง อ่านค่าวอเตอร์แอคทิวิตีที่แสดงบนหน้าจอ ทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ

3) ค่าสี (Water activity, a_w)

วัดค่าสีของพริกหลังการทำแบบต่าง ๆ โดยใช้ระบบ CIELAB ($L^* a^* b^*$) ด้วยเครื่องวัดสียี่ห้อ Minolta รุ่น CR400 โดยการสุมตัวอย่างพริกแห้ง กรณีละ 3 ตัวอย่าง และแต่ละตัวอย่างทำการวัดทั้งหมด 3 ซ้ำ

เตรียมตัวอย่างพริกแห้งจากการทำแบบต่าง ๆ มาบดให้ละเอียด แล้วเตรียมใส่ตลับพลาสติก

4) วิเคราะห์หาอะฟลาท็อกซิน

สุมตัวอย่างพริกแห้งกรณีการทำแบบละ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 300 กรัม บรรจุใส่ถุงซิปล็อคแล้วใช้เครื่องดูดอากาศออกให้หมด เพื่อส่งให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน AOAC (2016) 991.31 และ AOAC (2016) 994.08

3.7 สถานที่ทดลอง

อาคารเทคโนโลยีบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะนำเสนอผลการทดลองการทำแห้งพริกในกรณีต่าง ๆ 5 กรณี คือ 1) การอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Greenhouse dryer) 2) การตากแดดโดยตรงบนตะแกรง (Open sun dry) 3) การตากแดดโดยตรงบนผ้าใบสีดำ (Open sun dry) 4) การอบแห้งในเครื่องอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก และ 5) การอบแห้งในเครื่องอบแห้งที่ใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ความชื้น (Moisture content) อัตราการอบแห้ง (Drying rate) เทียบกับเวลาและความชื้น สัดส่วนความชื้น (Moisture ratio) การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการทำแห้ง นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์หาแอกติวิตีของน้ำ (Water activity) วัตถุประสงค์ของพริกแห้ง และวิเคราะห์หาอะพลาที่อกซินจากการทำแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ เมื่อดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ผลเสร็จแล้วผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อหาต้นทุนการผลิตพริกแห้ง ระยะเวลาต้นทุนในการทำแห้งแบบต่าง ๆ และเผยแพร่เทคโนโลยีให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตพริกที่สนใจ ซึ่งรายละเอียดของผลการทดลองการวิเคราะห์ผลการทดลอง และการเผยแพร่เทคโนโลยีมีดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองทำแห้งพริกแบบต่าง ๆ

ผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็นกรณีต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ช่วงเวลาในการทดลองแต่ละกรณี

รหัส	วิธีการทำแห้ง	ช่วงเวลาในการทำแห้ง
A1	Greenhouse	22 มี.ค.61 - 25 มี.ค.61
B1	ตากแดดโดยตรงผ้าใบสีดำ	22 มี.ค.61 - 28 มี.ค.61
C1	ตากแดดโดยตรงบนโต๊ะ	22 มี.ค.61 - 29 มี.ค.61
A2	Greenhouse	28 มี.ค.61 - 1 เม.ย.61
B2	ตากแดดโดยตรงผ้าใบสีดำ	28 มี.ค.61 - 3 เม.ย.61
C2	ตากแดดโดยตรงบนโต๊ะ	28 มี.ค.61 - 3 เม.ย.61
A3	Greenhouse	3 เม.ย.61 - 7 เม.ย.61
B3	ตากแดดโดยตรงผ้าใบสีดำ	3 เม.ย.61 - 9 เม.ย.61
C3	ตากแดดโดยตรงบนโต๊ะ	3 เม.ย.61 - 10 เม.ย.61
D1	Greenhouse +เตาชีวมวล	20 เม.ย.61 - 23 เม.ย.61
D2	Greenhouse +เตาชีวมวล	27 เม.ย.61 - 1 พ.ค.61
D3	Greenhouse +เตาชีวมวล	2 พ.ค.61 - 4 พ.ค.61
E1	เตาชีวมวลอย่างเดียว	7 พ.ค.61 - 9 พ.ค.61
E2	เตาชีวมวลอย่างเดียว	10 พ.ค.61 - 14 พ.ค.61
E3	เตาชีวมวลอย่างเดียว	16 พ.ค.61 - 19 พ.ค.61

4.1.1 ผลการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar dryer) เปรียบเทียบกับการตากแดดโดยตรง (Open sun dry)

ในการทดลองทำแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับวิธีการตากแดดโดยตรง จะทำการทดลอง 3 ซ้ำ (รอบ) ซึ่งในแต่ละรอบจะเริ่มต้นพร้อมกัน 3 กรณีคือ 1) การอบแห้งในเครื่องอบแห้ง (Greenhouse dryer) 2) การตากแดดโดยตรงโดยวางพริกบนผ้าใบสีดำ และ 3) การตากแดดโดยตรงโดยการวางพริกบนตะแกรงที่วางบนโต๊ะ ซึ่งผลการทดลองเป็นดังนี้

4.1.1.1 การทดลองรอบที่ 1 วันที่ 22-29 มีนาคม 2561

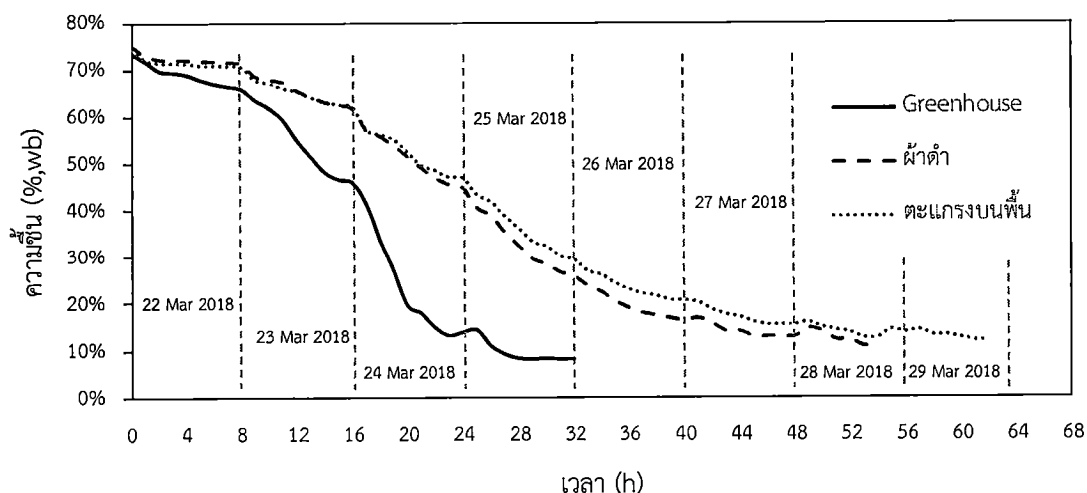
จากรูปที่ 4.1-4.5 ซึ่งเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทำแห้ง พบว่า ความชื้นของพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งมีความชื้นลดลงเร็วกว่าการตากแดดโดยตรง ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟในรูปที่ 4.1 และ 4.2 จะพบว่าพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งความชื้นจะเริ่มคงที่ในเวลา 28 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 73.69 % (wb) และ 8% (wb) ตามลำดับ ในขณะที่การตากแดดโดยตรงบนผ้าใบสีดำใช้เวลาทำแห้ง 56 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 74.61 % (wb) และ 11% (wb) ตามลำดับ และกรณีตากในตะแกรงบนโต๊ะใช้เวลา 62 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 74.3 % (wb) และ 12% (wb) ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการตากแดดโดยตรงแล้ว การอบแห้งในเครื่องอบแห้งใช้เวลาน้อยกว่าประมาณ 50% เมื่อพิจารณาอัตราการแห้ง (Drying rate) ในรูปที่ 4.3 ในช่วงต้นของการทำแห้ง มีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการทำแห้ง เนื่องจากในช่วงต้นของการอบแห้ง พริกจากได้รับความร้อนจากภายนอกที่ผิวของพริกแล้วค่อย ๆ ถ่ายความร้อนเข้าไปด้านในของเนื้อพริกทำให้ผิวของพริกเกิดการหดตัวและน้ำที่อยู่ในพริกจะเคลื่อนที่มาที่ผิวของพริกได้ยากขึ้น ส่งผลให้อัตราการลดลง เมื่อพิจารณาอัตราการแห้งในแต่ละช่วงเวลาของวันจะพบว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงตามความเข้มแสง โดยช่วงที่มีความเข้มแสงสูง จะมีอัตราการระเหยที่สูงตามโดยเฉพาะช่วงต้นของการอบแห้ง แต่ในช่วงท้ายซึ่งมีความชื้นเหลือน้อย ความเข้มแสงไม่มีผลอย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากน้ำที่อยู่ในพริกมีเหลือน้อย และในรูปที่ 4.4 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า อัตราการแห้งลดลงเมื่อความชื้นของพริกลดลง และรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นถึงอัตราการแห้งจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงตอนต้นและค่อย ๆ ลดลงในช่วงท้ายอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาในด้านพลังงานพบว่า ค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยที่ตกกระทบในเครื่องอบแห้งในช่วงวันที่ 22 – 29 มีนาคม 2561 อยู่ระหว่าง 446.1 - 647.17 W/m² ซึ่งสามารถคำนวณเป็นพลังงานที่ตกกระทบพื้นที่ 12 ตารางเมตร เป็นเวลา 8 ชั่วโมงได้ 154.17 – 223.66 MJ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ในการทดลองรอบที่ 1 พบว่าปริมาณน้ำที่ระเหยได้ในกรณี 1) อบแห้งในเครื่องอบแห้ง (Greenhouse dryer) 2) การตากแดดโดยตรงโดยวางพริกบนผ้าใบสีดำ และ 3) การตากแดดโดยตรงโดยการวางพริกบนตะแกรงที่วางบนโต๊ะ เท่ากับ 35.7 kg, 36 kg และ 35.4 kg เมื่อนำมาเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบรวมในช่วงเวลาการอบแห้งในแต่ละกรณี สามารถคำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการทำแห้งได้เท่ากับ 22.34 MJ/kg H₂O_{evap}, 36.47 MJ/kg H₂O_{evap} และ 41.44 MJ/kg H₂O_{evap} ตามลำดับ

ส่วนข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 53.24 – 59.7 °C และ 16.86 – 29.62 %, RH ตามลำดับ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอกมีค่าอยู่ระหว่าง 33.72 – 40.67 °C และ 32.69 – 49.99 %, RH ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างของอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 14.31 – 19.65 °C และความแตกต่างของความชื้นอยู่ระหว่าง 11.82 – 25.32 %, RH ซึ่งแสดงให้เห็นว่าด้วยอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งที่สูงกว่าและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า จึงทำให้อัตราการอบแห้งสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด

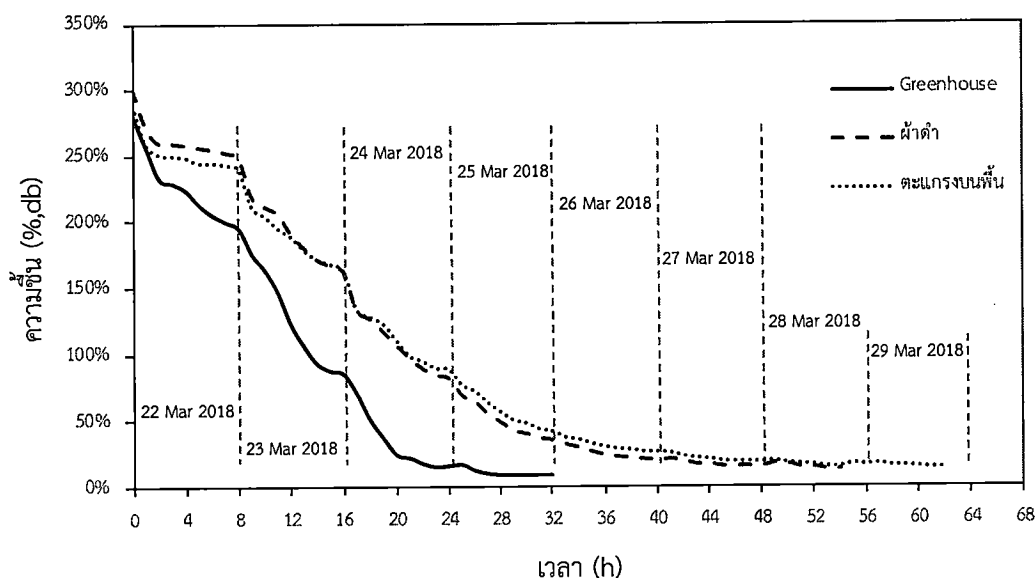
ตารางที่ 4.2 ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 22-29 มีนาคม 2561

วันที่	ความเข้มแสงเฉลี่ย (W/m ²)	พลังงานตกกระทบ MJ	อุณหภูมิเฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (% , RH)	อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอก (% , RH)
22-มี.ค.-61	490.35	169.46	53.24	24.67	33.72	49.99
23-มี.ค.-61	597.61	206.53	55.4	23.68	36.29	44.47
24-มี.ค.-61	647.17	223.66	59.7	18.38	40.05	36.37
25-มี.ค.-61	572.57	197.88	57.68	16.86	40.37	35.68
26-มี.ค.-61	492.22	170.11	-	-	39.67	34.15
27-มี.ค.-61	510.11	176.29	-	-	40.67	32.69
28-มี.ค.-61	488.93	168.97	53.88	27.18	39.57	39
29-มี.ค.-61	446.1	154.17	53.32	29.62	35.07	47.08

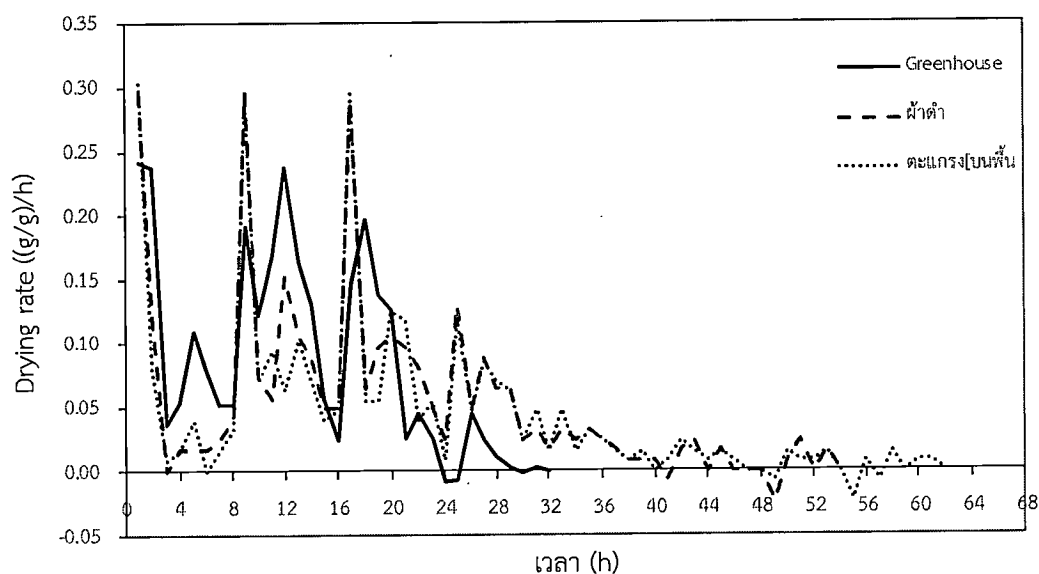


รูปที่ 4.1 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1

จากรูปที่ 4.1 และ 4.2 เมื่อพิจารณาจากกราฟจะเห็นว่าช่วงต้นและช่วงท้ายของแต่ละวันที่ดำเนินการทดลอง ความชื้นจะมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยเนื่องจากความเข้มแสงที่ลดลง และความชื้นจะเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงกลางวันอย่างเห็นได้ชัด ตามความเข้มแสงที่ได้รับ นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่า ในวันที่ 4 ของการอบแห้งในเครื่องอบแห้ง ในช่วงเช้าความชื้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากความชื้นของพริกเริ่มเข้าใกล้สมดุล ทำให้ดูความชื้นจากบรรยากาศในเวลากลางคืนซึ่งมีความชื้นสูงเข้ามา ทำให้ความชื้นของพริกเพิ่มขึ้นไปด้วย และจะลดลงอีกครั้งเมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์

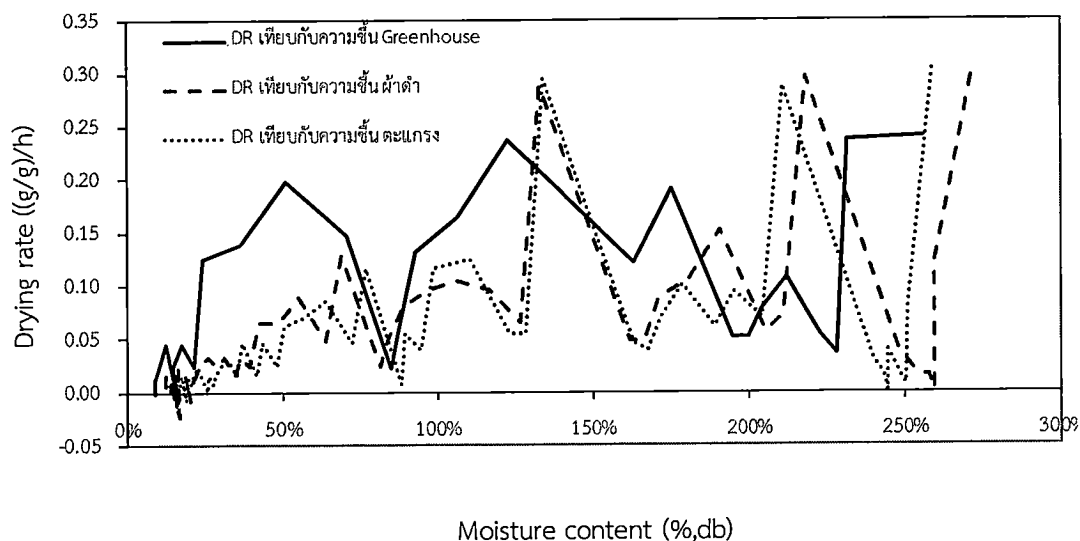


รูปที่ 4.2 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1

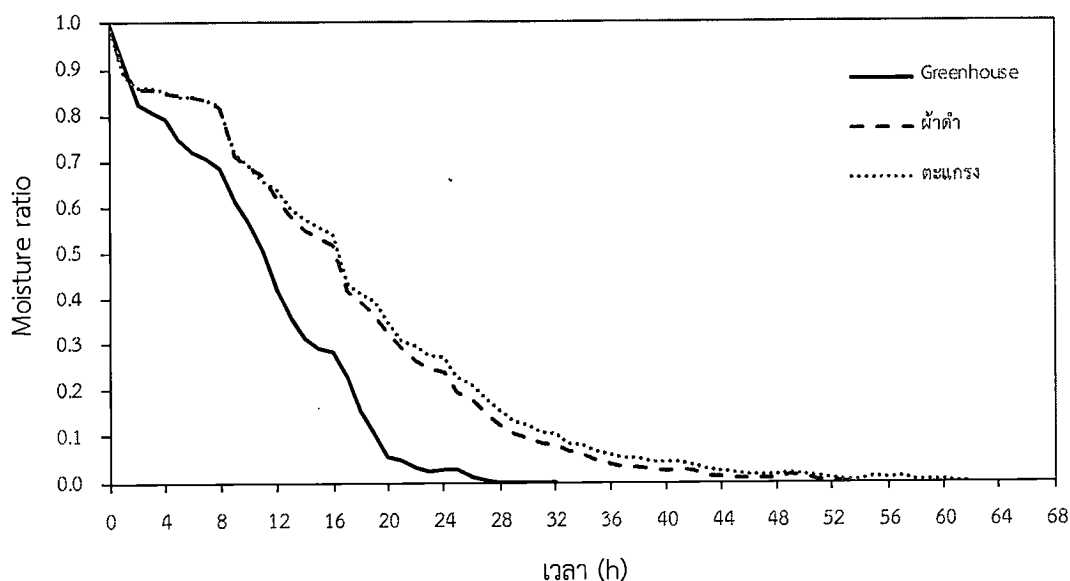


รูปที่ 4.3 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1

จากรูปที่ 4.3 จะพบว่าในช่วงต้นของการทดลองในแต่ละวันจะมีอัตราการอบแห้งต่ำ และค่อย ๆ ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนสูงสุดในช่วงกลางวัน ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงแรก พลังงานที่ได้รับจากแสงอาทิตย์จะถูกนำไปใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิให้กับพริก จนพริกมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิอากาศรอบ ๆ และระเหยน้ำได้มากขึ้นหรือน้อยลงตามความเข้มแสงที่เปลี่ยนไป นอกจากนี้ยังพบว่า ในช่วงเช้าของการทดสอบในวันท้าย ๆ ของการทดลอง ในช่วงที่ความชื้นของพริกเข้าใกล้สมดุล จะมีการดูดความชื้นจากบรรยากาศเข้ามา ทำให้ความชื้นสูงขึ้นและส่งผลให้อัตราการอบแห้งติดลบได้



รูปที่ 4.4 อัตราการแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ ความชื้นต่าง ๆ รอบที่ 1



รูปที่ 4.5 อัตราส่วนความชื้นของพริก กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง รอบที่ 1

4.1.1.2 การทดลองรอบที่ 2 วันที่ 28 มีนาคม 2561 – 3 เมษายน 2561

จากรูปที่ 4.6-4.10 ซึ่งเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทำแห้ง พบว่า ความชื้นของพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งมีความชื้นลดลงเร็วกว่าการตากแดดโดยตรง ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟในรูปที่ 4.6 และ 4.7 จะพบว่าพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งความชื้นจะเริ่มคงที่ในเวลา 38 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 78.48 %(wb) และ 12.13 %(wb) ตามลำดับ ในขณะที่การตากแดดโดยตรงบนผ้าใบสีดำใช้เวลาทำแห้ง 56 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 80.38 %(wb) และ 12.4%(wb) ตามลำดับ และกรณีตากในตะแกรงบนโต๊ะใช้เวลา 56 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 79.14 %(wb) และ 13.8%(wb) เมื่อเทียบกับการตากแดดโดยตรงแล้วการตากแห้งในเครื่องอบใช้เวลาน้อยกว่าประมาณ 32% เมื่อพิจารณาอัตราการแห้ง (Drying rate) ในรูปที่ 4.8 ในช่วงต้นของการทำแห้งมีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการทำแห้ง และจะเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มแสงที่เปลี่ยนไปในแต่ละช่วงเวลา และในรูปที่ 4.9 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า อัตราการแห้งลดลงเมื่อความชื้นของพริกลดลง และรูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นถึงอัตราการแห้งจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงตอนต้นและค่อย ๆ ลดลงในช่วงท้ายอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาในด้านพลังงานพบว่า ค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยที่ตกกระทบในเครื่องอบแห้งในช่วงวันที่ 28 มีนาคม 2561 – 3 เมษายน 2561 อยู่ระหว่าง 446.1 - 591.06 W/m² ซึ่งสามารถคำนวณเป็นพลังงานที่ตกกระทบพื้นที่ 12 ตารางเมตร เป็นเวลา 8 ชั่วโมงได้ 154.17 – 204.27 MJ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

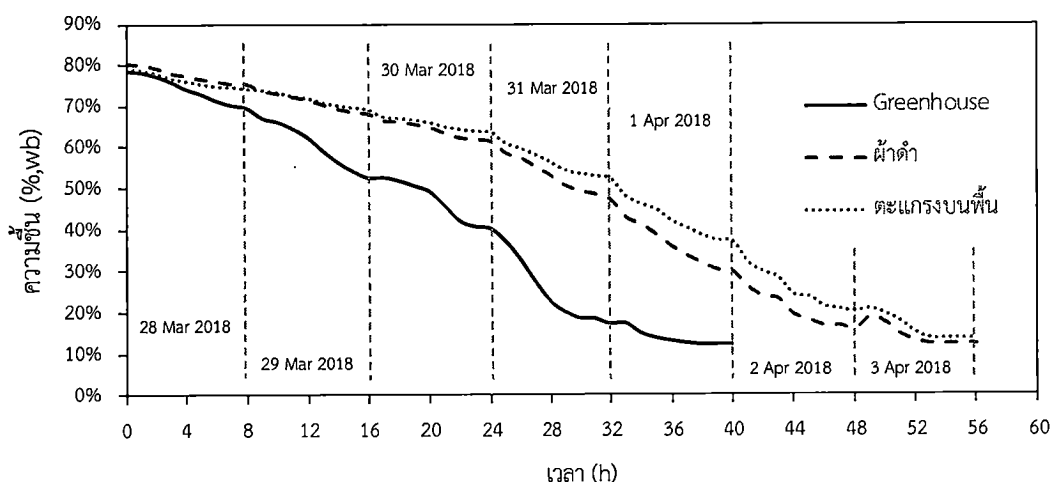
ตารางที่ 4.3 ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 28 มีนาคม 2561 – 3 เมษายน 2561

วันที่	ความเข้มแสงเฉลี่ย (W/m ²)	พลังงานตกกระทบ MJ	อุณหภูมิเฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (% RH)	อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอก (% RH)
28-มี.ค.-61	488.93	168.97	53.88	27.18	39.57	39
29-มี.ค.-61	446.1	154.17	53.32	29.62	35.07	47.08
30-มี.ค.-61	291.89	100.88	42.26	45.89	31.48	67
31-มี.ค.-61	527.61	182.34	56.64	24.38	37.97	42.97
1-เม.ย.-61	541.95	187.30	49.68	21.69	34.68	41.96
2-เม.ย.-61	591.06	204.27	59.45	15.37	40.73	28.79
3-เม.ย.-61	564.18	194.98	54	23.65	41.14	29.24

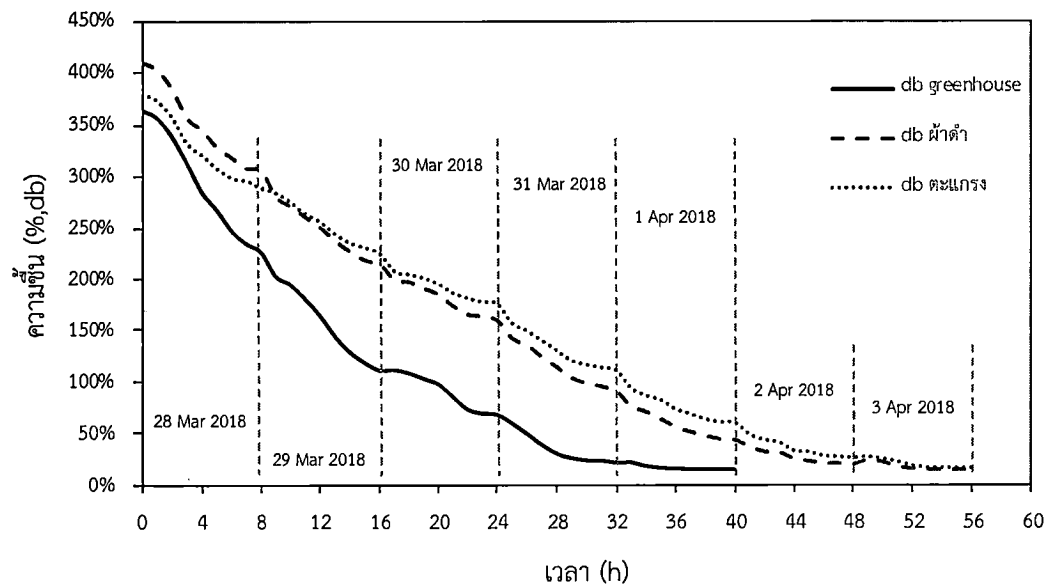
ในการทดลองรอบที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำที่ระเหยได้ในกรณี 1) อบแห้งในเครื่องอบแห้ง (Greenhouse dryer) 2) การตากแดดโดยตรงโดยวางพริกบนผ้าใบสีดำ และ 3) การตากแดดโดยตรงโดยการวางพริกบนตะแกรงที่วางบนโต๊ะ เท่ากับ 37.7 kg, 38.8 kg และ 37.9 kg เมื่อนำมาเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนในช่วงเวลาการอบแห้งในแต่ละกรณี สามารถคำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการทำแห้งได้เท่ากับ 21.05 MJ/kg_{evap}, 30.75 MJ/kg_{evap} และ 31.48 MJ/kg_{evap} ตามลำดับ

ส่วนข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในเครื่องอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 42.26 – 56.64 °C และ 24.38 – 45.89 %, RH ตามลำดับ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอกมีค่าอยู่ระหว่าง 31.48 – 41.14 °C และ 28.79 – 67 %, RH ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างของอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 12.86 – 18.67 °C และความแตกต่างของความชื้นอยู่ระหว่าง 5.59 – 21.11 %, RH ซึ่งแสดงให้เห็นว่าด้วยอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งที่สูงกว่าและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า จึงทำให้อัตราการอบแห้งสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด

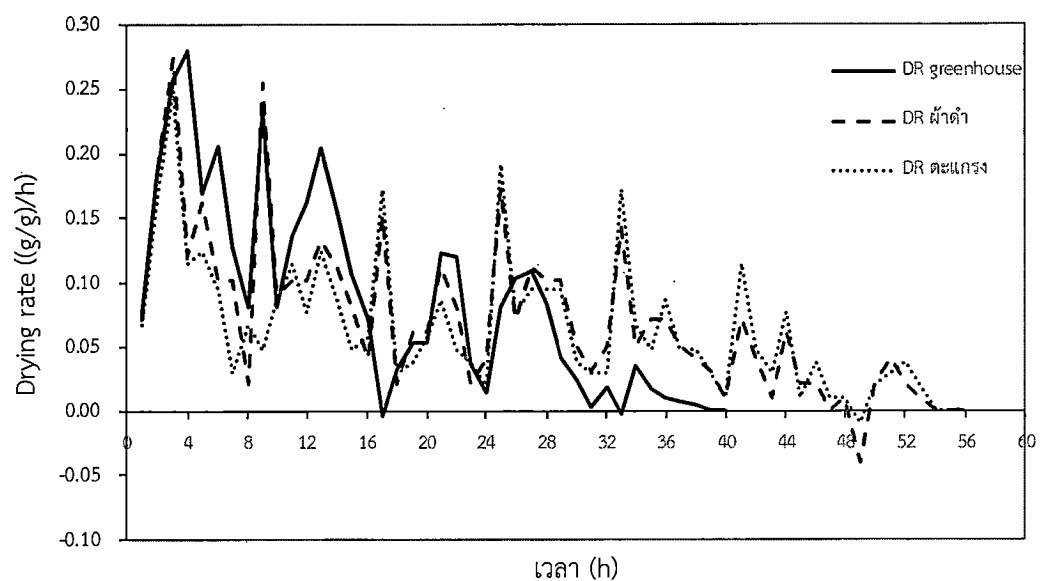
จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ชัดว่าในวันที่ 30 มีนาคม 2561 มีความเข้มแสงเฉลี่ยต่ำกว่าวันอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาจากกราฟความเข้มแสงประจำวันวันที่ 30 มีนาคม 2561 ในภาคผนวก ง. จะเห็นว่าช่วงเวลา 9.00 น. – 13.00 น. มีความเข้มแสงต่ำ ประมาณ 50 - 400 W/m² ทำให้มีอัตราการอบแห้งที่ช้า และส่งผลต่อระยะเวลาในการอบแห้งโดยรวม นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความชื้นเริ่มต้นในมาตรฐานแห้งจะพบว่ามีค่าสูง 370 – 410 %(wb) ซึ่งเป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้น



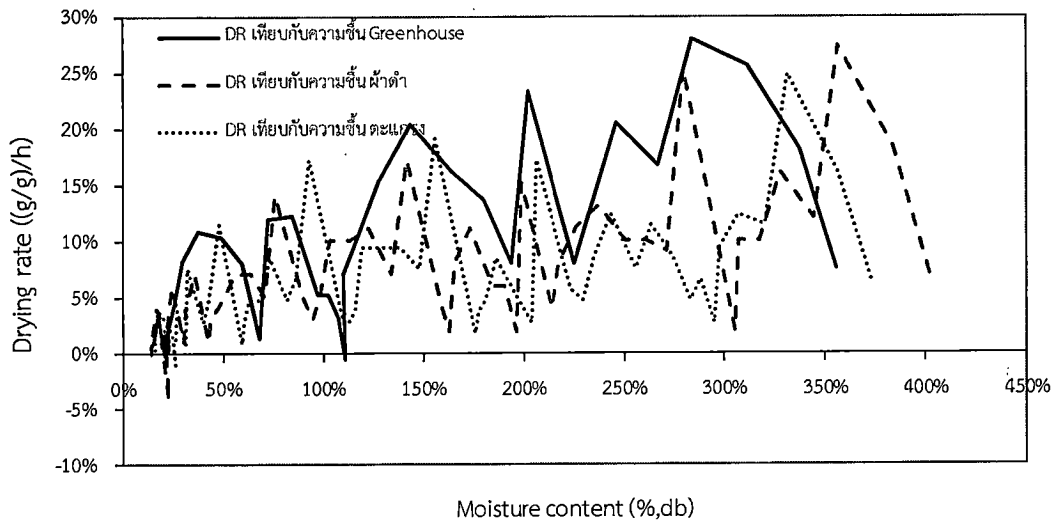
รูปที่ 4.6 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2



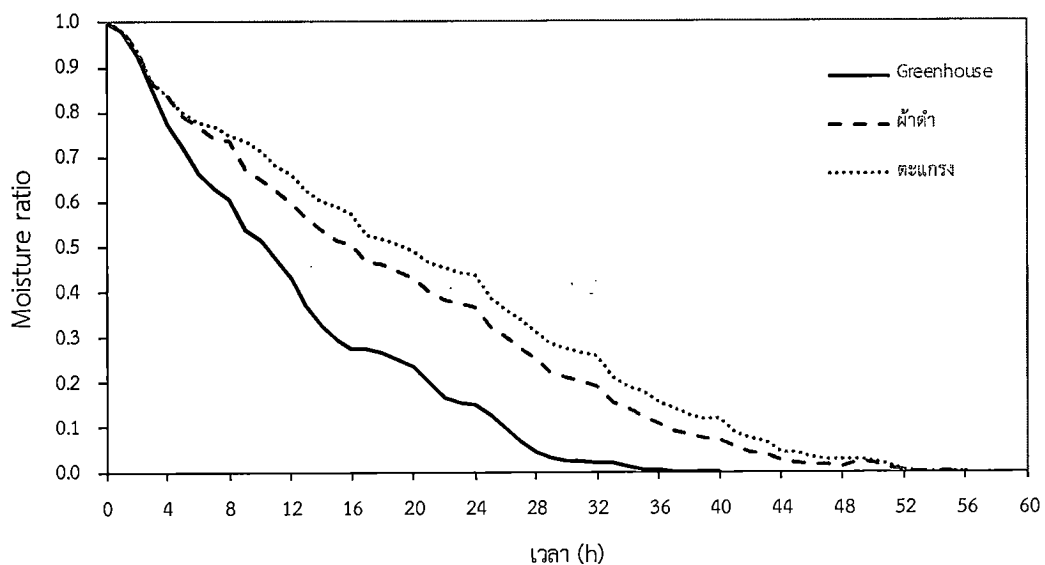
รูปที่ 4.7 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขี้หนูทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2



รูปที่ 4.8 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2



รูปที่ 4.9 อัตราการแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ ความชื้นต่าง ๆ รอบที่ 1



รูปที่ 4.10 อัตราส่วนความชื้นของพริก กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง รอบที่ 2

4.1.1.3 การทดลองรอบที่ 3 วันที่ 3 - 10 เมษายน 2561

จากรูปที่ 4.11-4.15 ซึ่งเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทำแห้ง พบว่าความชื้นของพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งมีความชื้นลดลงเร็วกว่าการตากแดดโดยตรง ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟในรูปที่ 4.11 และ 4.12 จะพบว่าพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งความชื้นจะเริ่มคงที่ในเวลา 32 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 68.5 % (wb) และ 11.77 % (wb) ตามลำดับ ในขณะที่การตากแดดโดยตรงบนผ้าใบสีดำใช้เวลาทำแห้ง 56 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 68.85 % (wb) และ 12% (wb) และกรณีตากในตะแกรงบนโต๊ะใช้เวลา 64 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้น

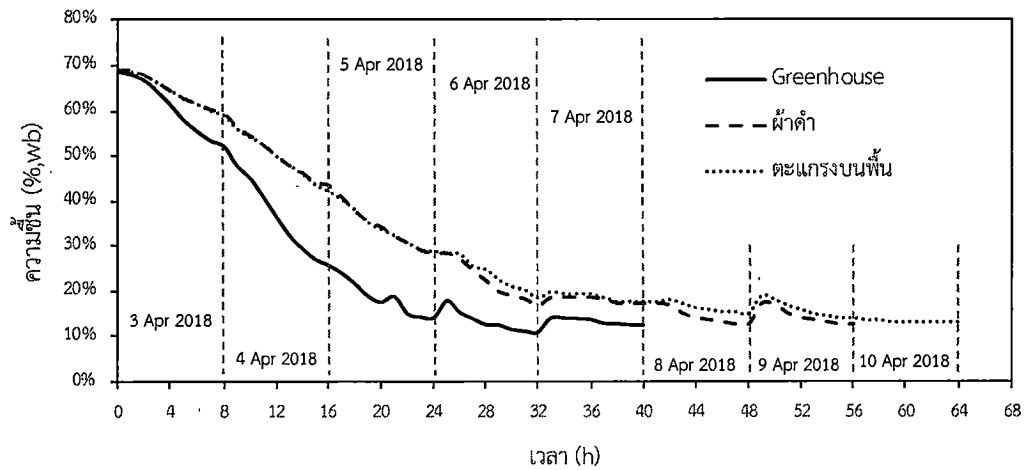
สุดท้ายเท่ากับ 68.68 %(wb) และ 13 %(wb) ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการตากแดดโดยตรงแล้วการตากแห้งในเครื่องอบใช้เวลาน้อยกว่าประมาณ 32-50% เมื่อพิจารณาอัตราการแห้ง (Drying rate) ในรูปที่ 4.13 ในช่วงต้นของการทำแห้งมีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการทำแห้ง และเปลี่ยนแปลงตามความชื้นแสงที่ได้รับ และในรูปที่ 4.14 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า อัตราการแห้งลดลงเมื่อความชื้นของพริกลดลง และรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงตอนต้นและค่อย ๆ ลดลงในช่วงท้ายอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าความชื้นแสงอาทิตย์ พลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง ในช่วงวันที่ 3-10 เมษายน 2561 แสดงในตารางที่ 4.4

ในการทดลองรอบที่ 3 พบว่าปริมาณน้ำที่ระเหยได้ในกรณี 1) อบแห้งในเครื่องอบแห้ง (Greenhouse dryer) 2) การตากแดดโดยตรงโดยวางพริกบนผ้าใบสีดำ และ 3) การตากแดดโดยตรงโดยการวางพริกบนตะแกรงที่วางบนโต๊ะ เท่ากับ 32 kg, 32.2 kg และ 32 kg เมื่อนำมาเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบรวมในช่วงเวลาการอบแห้งในแต่ละกรณี สามารถคำนวณพลังงานจำเพาะในการทำแห้งได้เท่ากับ 25.27 MJ/kg, 40.23 MJ/kg และ 48.08 MJ/kg ตามลำดับ

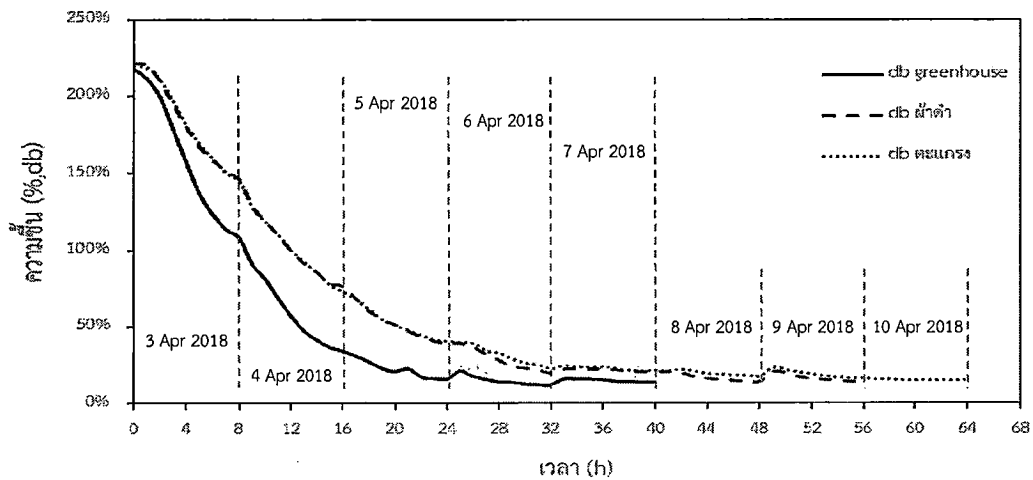
ตารางที่ 4.4 ความชื้นแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 3-10 เมษายน 2561

วันที่	ความชื้นแสงเฉลี่ย (W/m ²)	พลังงานตกกระทบ MJ	อุณหภูมิเฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (% RH)	อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอก (% RH)
3-เม.ย.-61	564.18	194.98	54	23.65	41.14	29.24
4-เม.ย.-61	562.42	194.37	61.73	16.57	43.79	28.52
5-เม.ย.-61	497.12	171.80	58.32	19.16	40.99	34.1
6-เม.ย.-61	482.25	166.67	57.25	20.08	42.61	32.77
7-เม.ย.-61	233.78	80.79	33.13	37.5	26.28	49.73
8-เม.ย.-61	695.52	240.37	55.87	14.04	35.96	28.38
9-เม.ย.-61	712.94	246.39	-	-	43.85	20.79
10-เม.ย.-61	703.4	243.10	-	-	45.49	20.51

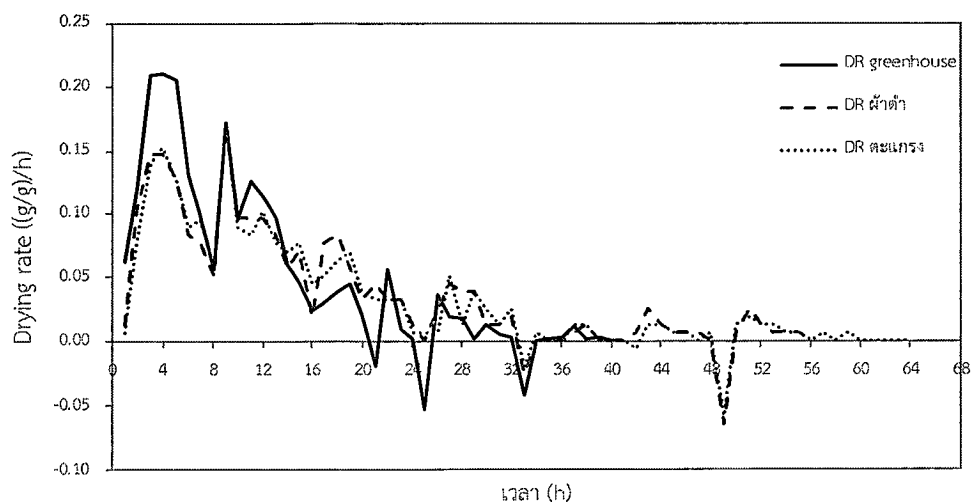
จากตารางที่ 4.4 และ รูปที่ 4.11 จะพบว่า การอบแห้งต่อในวันที่ 7 เมษายน 2561 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการอบแห้งในเครื่องอบแห้ง ไม่ส่งผลต่อความชื้นของพริก เนื่องจากในวันดังกล่าวมีความชื้นแสงเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ประมาณ 233.78 W/m² และเมื่อพิจารณากาฟความชื้นแสงในภาคผนวก ง. จะเห็นได้ว่าความชื้นแสงตลอดทั้งวันค่อนข้างต่ำและสูงสุดไม่เกิน 500 W/m² รวมทั้งความชื้นพริกเข้าสู่สมดุลตั้งแต่วันที่ 6 เมษายน 2561 การอบแห้งต่อจึงไม่มีผลต่อความชื้น



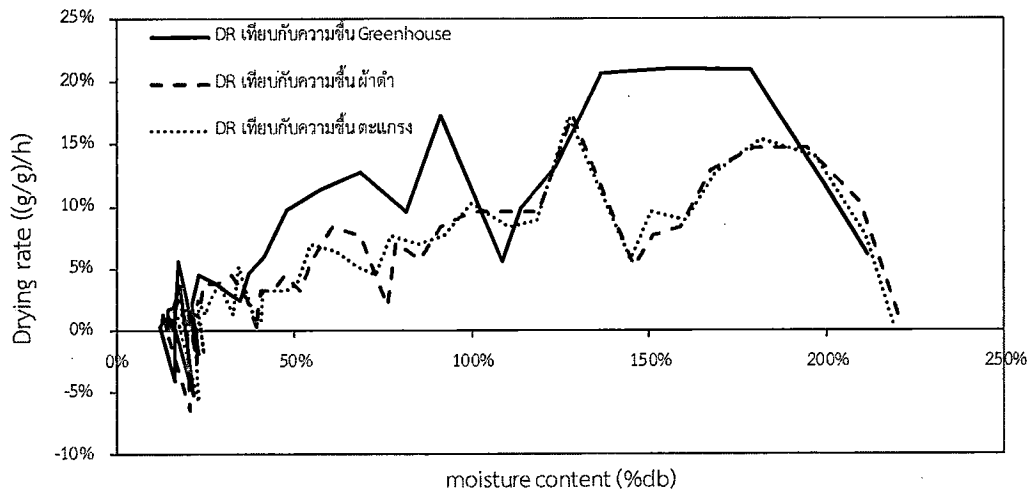
รูปที่ 4.11 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 3



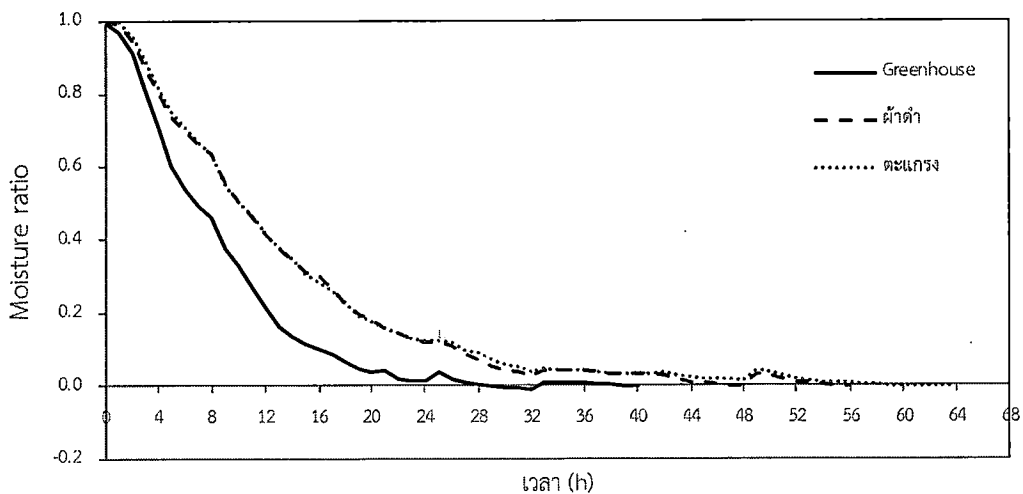
รูปที่ 4.12 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 3



รูปที่ 4.13 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 3



รูปที่ 4.14 อัตราการแห้งกรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้ง กับการตากแดดโดยตรง ณ ความชื้นต่าง ๆ รอบที่ 3



รูปที่ 4.15 อัตราส่วนความชื้นของพริก กรณีอบแห้งในเครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแดดโดยตรง รอบที่ 3

4.1.2 ผลการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก

ในการทดลองทำแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก จะดำเนินการทดลองโดยอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ในช่วงกลางวันตั้งแต่เวลา 09.00 น. จนถึงเวลาประมาณ 17.00 น. แล้วอบแห้งต่อด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกจนถึงเวลา 22.00 น. โดยบันทึกค่าความชื้นแฉะ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายในและภายนอกห้องอบแห้งทุก ๆ 15 นาที และบันทึกค่าน้ำหนักของพริกตัวอย่าง ทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยจะทดลองทั้งหมด 3 ชั่วโมง (3 รอบการทดลอง) ซึ่งผลการทดลองเป็นดังนี้

4.1.2.1 การทดลองรอบที่ 1 วันที่ 20-23 เมษายน 2561

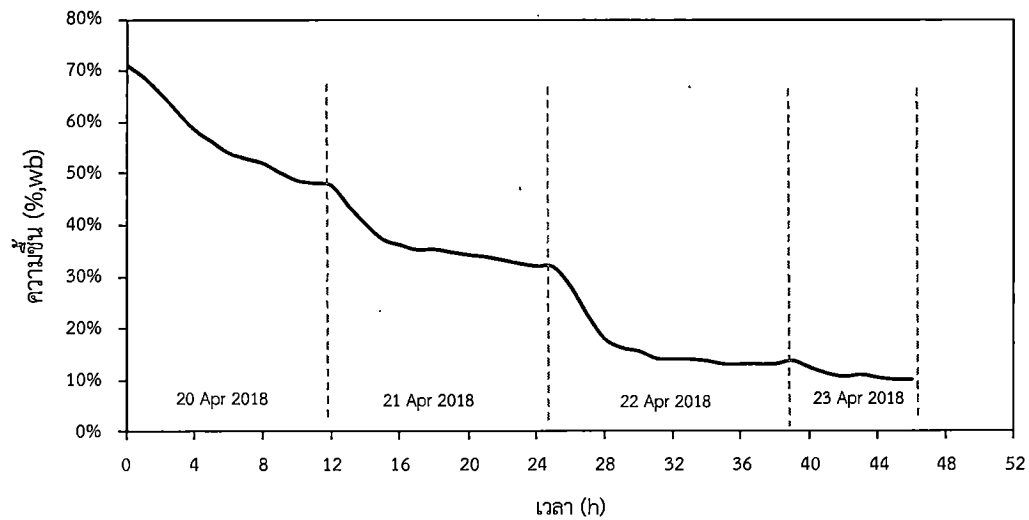
จากรูปที่ 4.16-4.20 ซึ่งเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทำแห้ง ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟอัตราการแห้งในรูปที่ 4.16 และ 4.17 จะพบว่าพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งความชื้นจะเริ่มคงที่ในเวลา 42 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 71.14 %(wb) และ 10.17 %(wb) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการแห้ง (Drying rate) ในรูปที่ 4.18 ในช่วงต้นของการทำแห้งมีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการทำแห้ง และเปลี่ยนแปลงไปตามพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับ รวมถึงช่วงเวลาในชั่วโมงที่ 1-4 ของการจุดเตาชีวมวล ซึ่งเป็นช่วงที่เตาชีวมวลทรงกระบอกมีอัตราการเผาไหม้สูง และในรูปที่ 4.19 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า อัตราการแห้งลดลงเมื่อความชื้นของพริกลดลง และรูปที่ 4.20 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงตอนต้นและค่อย ๆ ลดลงในช่วงท้ายอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าความชื้นแสงอาทิตย์ พลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ในช่วงวันที่ 20-23 เมษายน 2561 แสดงในตารางที่ 4.5

ในการทดลองรอบที่ 1 พบว่าปริมาณน้ำที่ระเหยได้ในการทดลองนี้ เท่ากับ 33.93 kg เมื่อนำมาเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบรวมในช่วงเวลาการอบแห้งในแต่ละกรณี สามารถคำนวณความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการทำแห้งได้เท่ากับ 50.79 MJ/kg

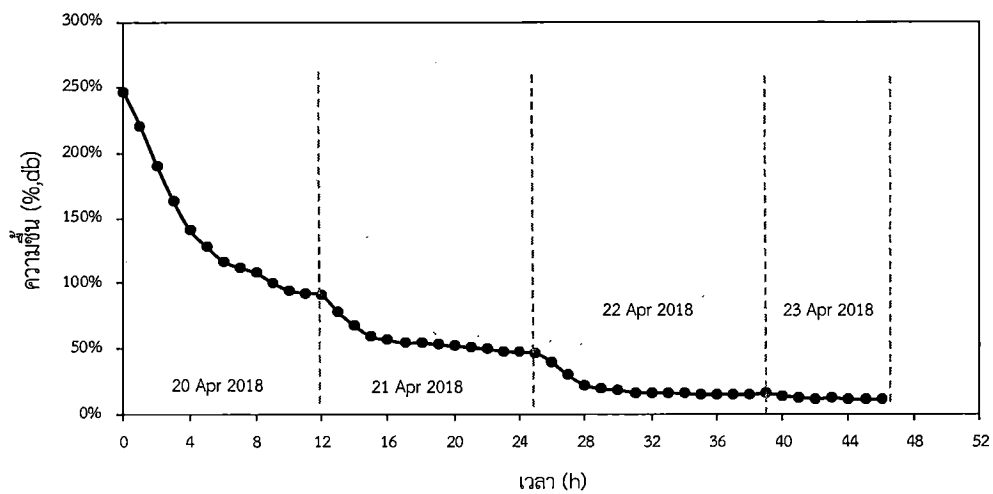
ตารางที่ 4.5 ความชื้นแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 20-23 เมษายน 2561

วันที่	ความชื้นแสงเฉลี่ย (W/m ²)	พลังงานตกกระทบ MJ	อุณหภูมิเฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (% RH)	อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอก (% RH)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ kg
20-เม.ย.-61	558.8	193.12	52.5	32.6	35.6	41.6	14
21-เม.ย.-61	269.63	93.18	41.98	52.33	31.41	67.75	28
22-เม.ย.-61	522.91	180.72	52.19	27.81	35.41	50.71	28
23-เม.ย.-61	596.55	206.17	62.46	17.57	40.68	36.12	

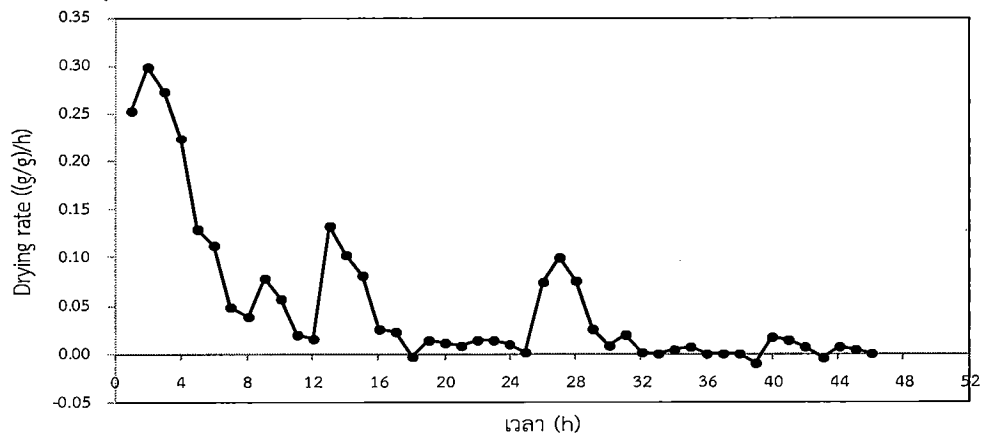
จากข้อมูลในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.16 พบว่าความชื้นในชั่วโมงการอบแห้งที่ 16 – 24 มีความชื้นลดลงค่อนข้างน้อย เมื่อพิจารณาค่าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับพบว่า มีค่าความชื้นแสงเฉลี่ยตลอดวันที่ 21 เมษายน 2561 เมื่อพิจารณากราฟความชื้นแสงของวันดังกล่าวในภาคผนวก ง. พบว่าความชื้นแสงอาทิตย์ลดลงเหลือน้อยกว่า 200 W/m² ตั้งแต่เวลา 11.00 น. – 13.30 น. รวมถึงความชื้นของบรรยากาศที่สูงตลอดทั้งวัน ทำให้อัตราการอบแห้งในวันดังกล่าวต่ำตามไปด้วย ซึ่งเห็นได้ชัดเจนในรูปที่ 4.18



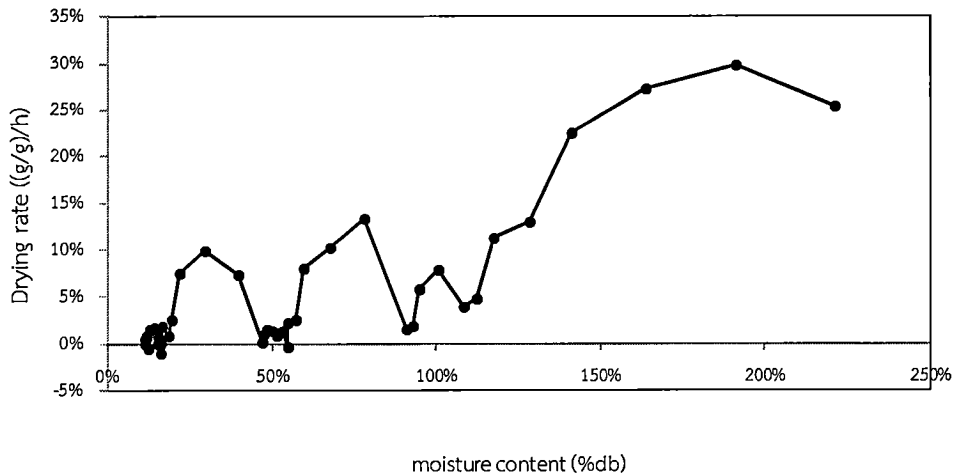
รูปที่ 4.16 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขี้หนูแห้งที่อบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1



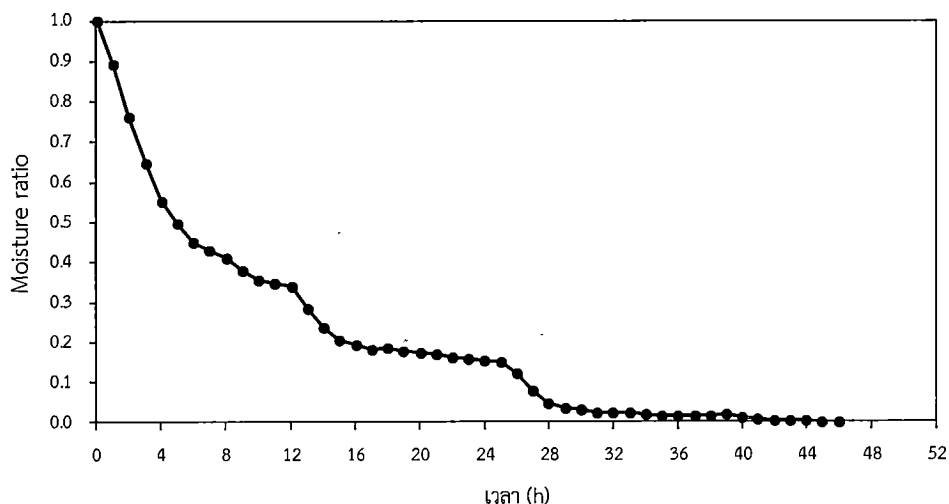
รูปที่ 4.17 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขี้หนูแห้งที่อบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1



รูปที่ 4.18 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1



รูปที่ 4.19 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกรอบ 1
ที่ 1



รูปที่ 4.20 อัตราส่วนความชื้นของพริก อบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกรอบที่ 1

4.1.2.2 การทดลองรอบที่ 2 วันที่ 27 เมษายน 2561 – 1 พฤษภาคม 2561

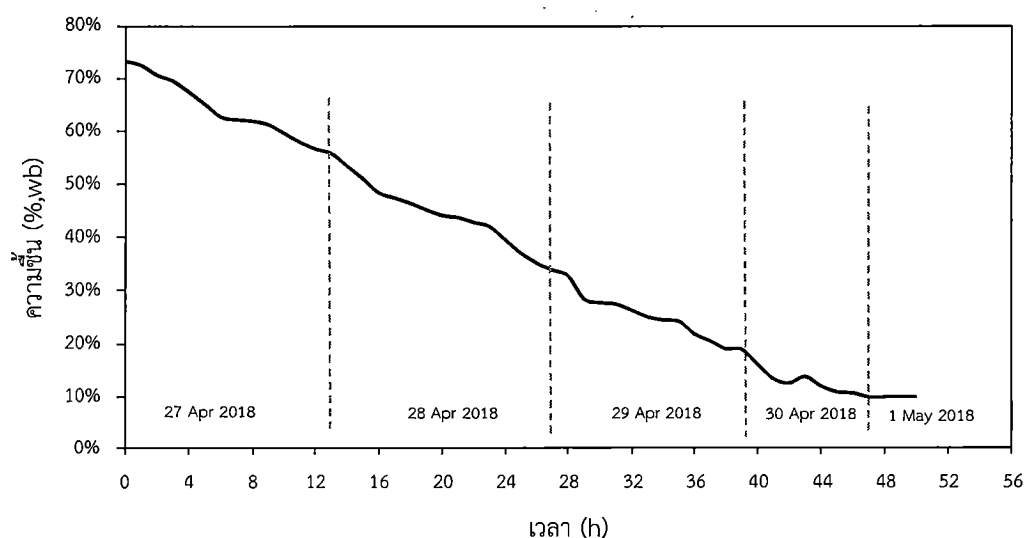
จากรูปที่ 4.21-4.25 ซึ่งเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทำแห้ง ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟอัตราการแห้งในรูปที่ 4.21 และ 4.22 จะพบว่าพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งความชื้นจะเริ่มคงที่ในเวลา 48 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 73.3 %(wb) และ 9.8 %(wb) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการแห้ง (Drying rate) ในรูปที่ 4.23 ในช่วงต้นของการทำแห้งมีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการทำแห้ง ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้รับ รวมถึงช่วงเวลาในช่วง 1-4 ของการใช้เตาชีวมวล ซึ่งเป็นช่วงที่มีอัตราการเผาไหม้ที่สูง และในรูปที่ 4.24 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า อัตราการแห้งลดลงเมื่อความชื้นของพริกลดลง และรูปที่ 4.25 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงตอนต้นและค่อย ๆ ลดลงในช่วงท้ายอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าความชื้นแสงอาทิตย์

พลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ทั้งภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง และ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ในช่วงวันที่ 27 เมษายน 2561 -1 พฤษภาคม 2561 แสดงในตารางที่ 4.6

ในการทดลองรอบที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำที่ระเหยได้ เท่ากับ 35.2 kg เมื่อนำมาเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบรวมในช่วงเวลาการอบแห้งในแต่ละกรณี สามารถคำนวณความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการทำแห้งได้เท่ากับ 57.11 MJ/kg

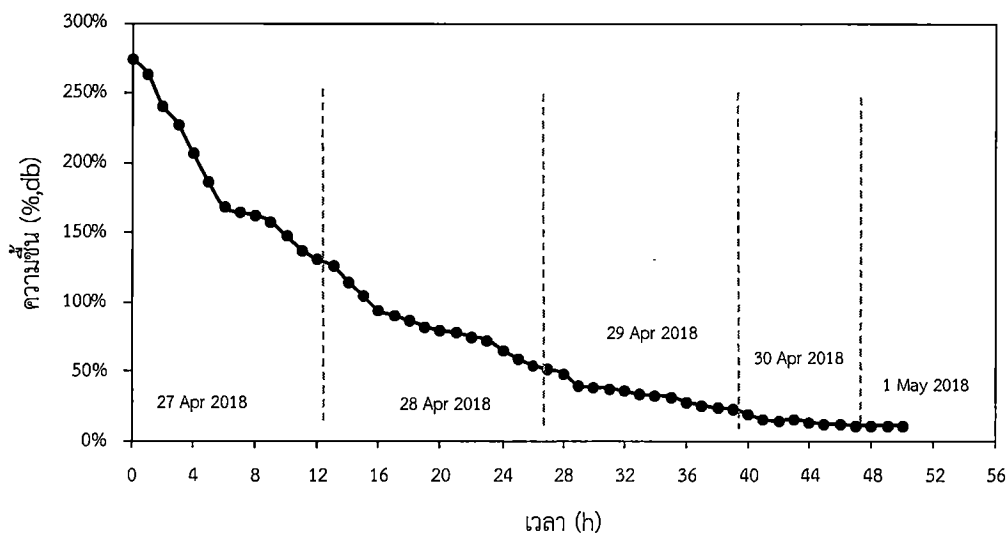
ตารางที่ 4.6 ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 27 เมษายน 2561 -1 พฤษภาคม 2561

วันที่	ความเข้มแสงเฉลี่ย (W/m ²)	พลังงานตกกระทบบ MJ	อุณหภูมิเฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (% RH)	อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอก (% RH)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ kg
27-เม.ย.-61	583.86	201.78	50.26	31.07	32.02	57.34	28
28-เม.ย.-61	363.13	125.50	46.42	36.62	30.56	68.09	28
29-เม.ย.-61	264.88	91.54	46	39.3	28.7	76	28
30-เม.ย.-61	361.12	124.80	50.21	36.39	30.76	66.56	
1-พ.ค.-61	597.76	206.59	63.58	19	33.2	57.48	

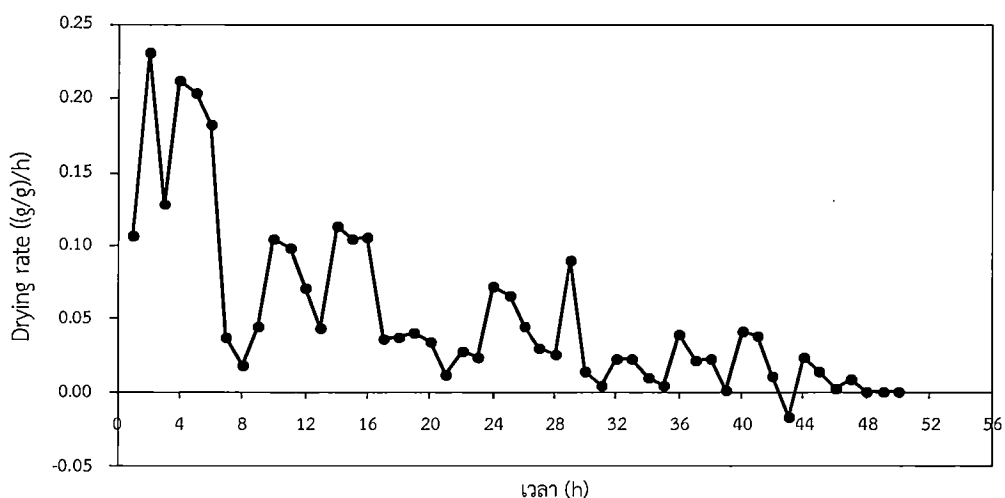


รูปที่ 4.21 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2

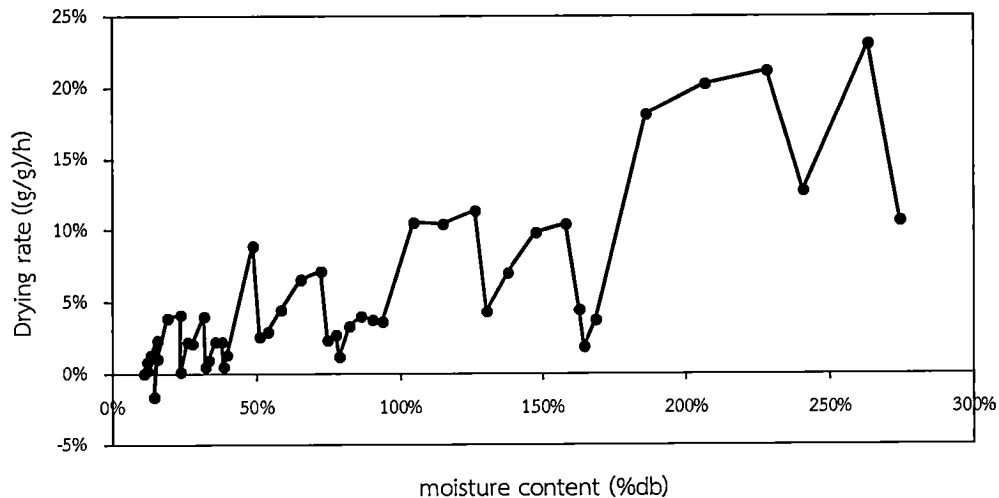
จากข้อมูลในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.21 – 4.25 สามารถอธิบายได้ว่า สาเหตุที่ทำให้การอบแห้งโดยใช้พลังงานร่วมใช้ระยะเวลาในการทำแห้งยาวนานเท่ากับการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว นั้นเกิดจากความเข้มแสงเฉลี่ยแต่ละวันค่อนข้างต่ำและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกค่อนข้างสูงตลอดการทดลองเมื่อเทียบกับการทดลองที่ผ่าน ๆ มา เมื่อพิจารณากราฟความชื้นแสงของวันที่ 28 – 30 เมษายน 2561 จะพบว่ามีความแปรปรวนสูง มีเมฆมาก และโดยเฉพาะในช่วงวันที่ 29 เมษายน 2561 มีฝนตกในช่วงเวลา 12.30 น. – 14.15 น. และตกอีกครั้งในช่วงเวลา 19.30 น. – 22.00 น. ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกตลอดทั้งวันเฉลี่ยสูงถึง 76% RH และในวันที่ 30 เมษายน 2561 มีฝนตกในช่วงเวลา 13.00 น. – 15.00 น. จากสถานการณ์ดังกล่าวจึงทำให้การอบแห้งในรอบที่ 2 ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนานกว่าการอบแห้งในรอบที่ 1



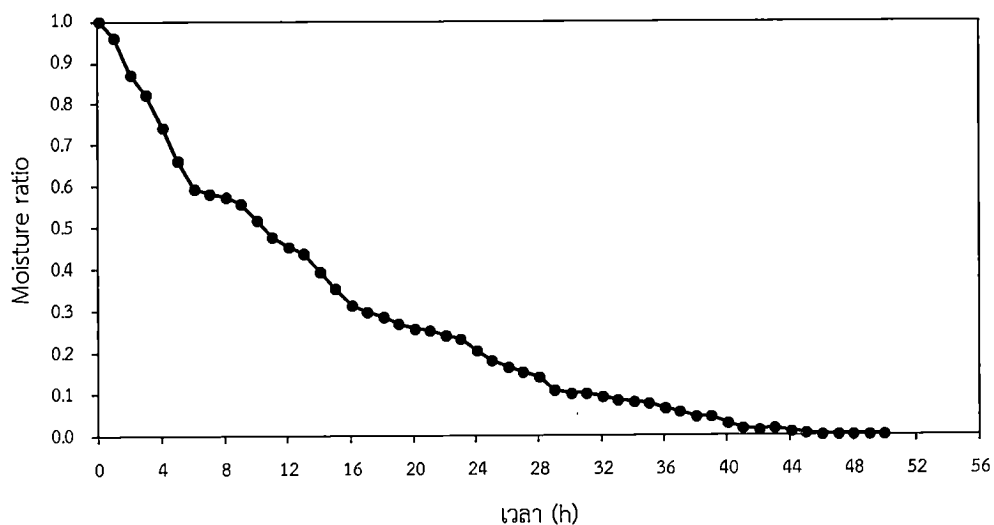
รูปที่ 4.22 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2



รูปที่ 4.23 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2



รูปที่ 4.24 อัตราการแห้ง กรณีสอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกรอบที่ 2



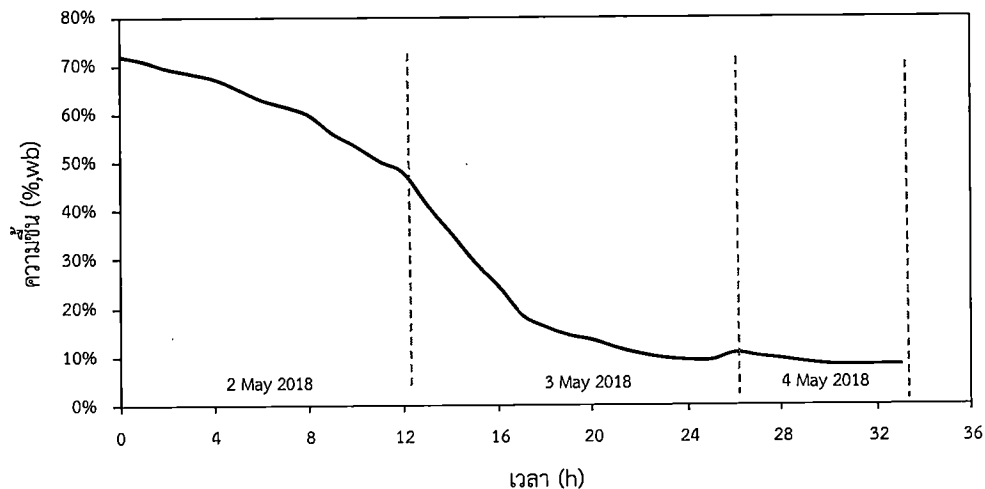
รูปที่ 4.25 อัตราส่วนความชื้นของพริก สอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกรอบที่ 2

4.1.2.3 การทดลองรอบที่ 3 วันที่ 2-4 พฤษภาคม 2561

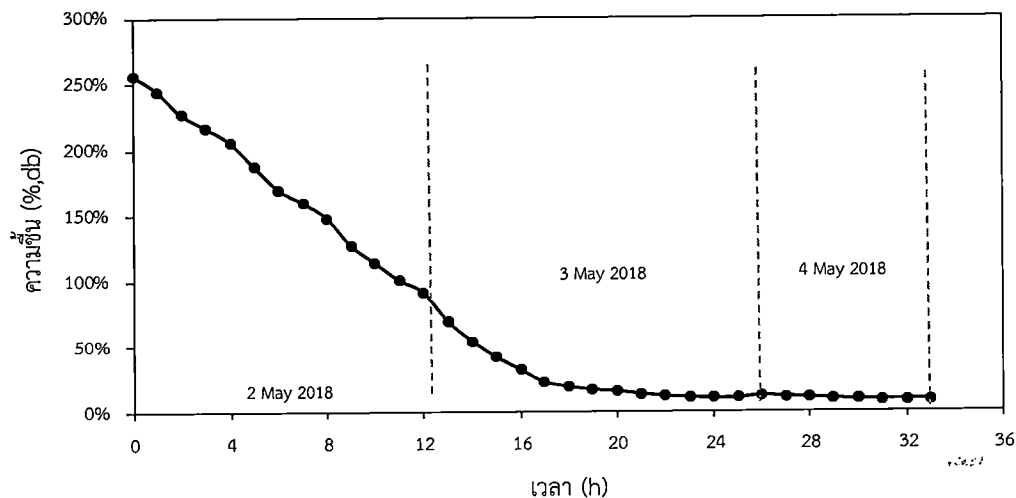
จากรูปที่ 4.26-4.30 ซึ่งเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทำแห้ง ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟอัตราการแห้งในรูปที่ 4.26 และ 4.27 จะพบว่าพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งความชื้นจะเริ่มคงที่ในเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 71.95 %(wb) และ 8.13 %(wb) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการแห้ง (Drying rate) ในรูปที่ 4.28 ในช่วงต้นของการทำแห้งมีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการทำแห้ง และเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มข้นและอัตราการเผาไหม้ของชีวมวล และอัตราการแห้งลดลงเมื่อความชื้นของพริกลดลง และรูปที่ 4.30 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนความชื้นจะ

ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงตอนต้นและค่อย ๆ ลดลงในช่วงท้ายอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าความเข้มแสงอาทิตย์ พลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ทั้งภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง และ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ในช่วงวันที่ 2-4 พฤษภาคม 2561 แสดงในตารางที่ 4.7

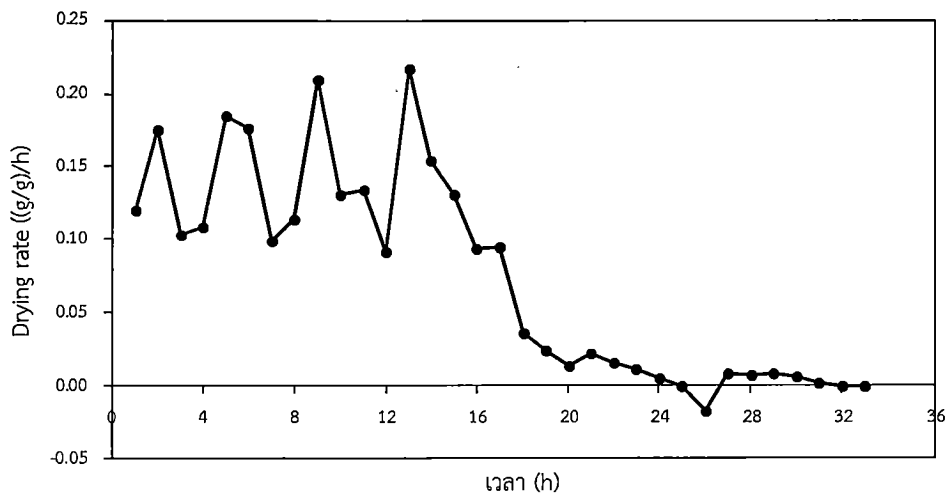
ในการทดลองรอบที่ 3 พบว่าปริมาณน้ำที่ระเหยได้ เท่ากับ 34.7 kg เมื่อนำมาเทียบกับ พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบรวมในช่วงเวลาการอบแห้งในแต่ละกรณี สามารถคำนวณความสิ้นเปลือง พลังงานจำเพาะในการทำแห้งได้เท่ากับ 68.60 MJ/kg



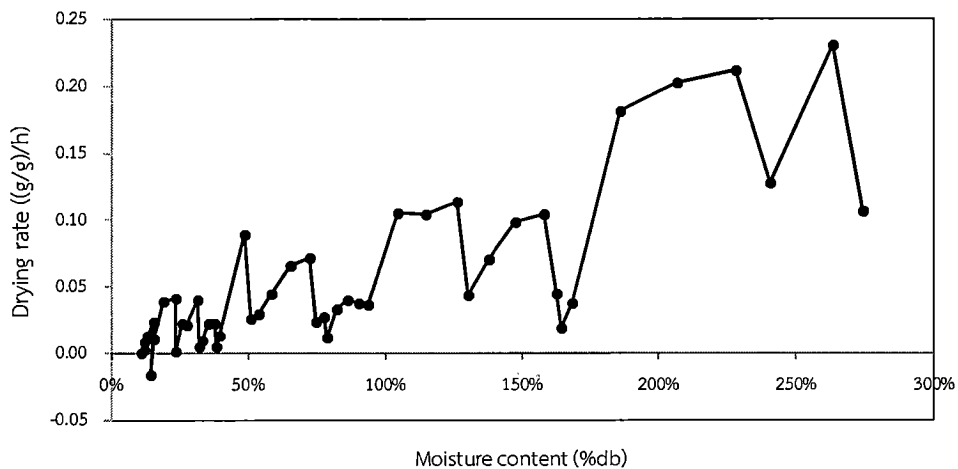
รูปที่ 4.26 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตา ชีวมวลทรงกระบอกรอบที่ 3



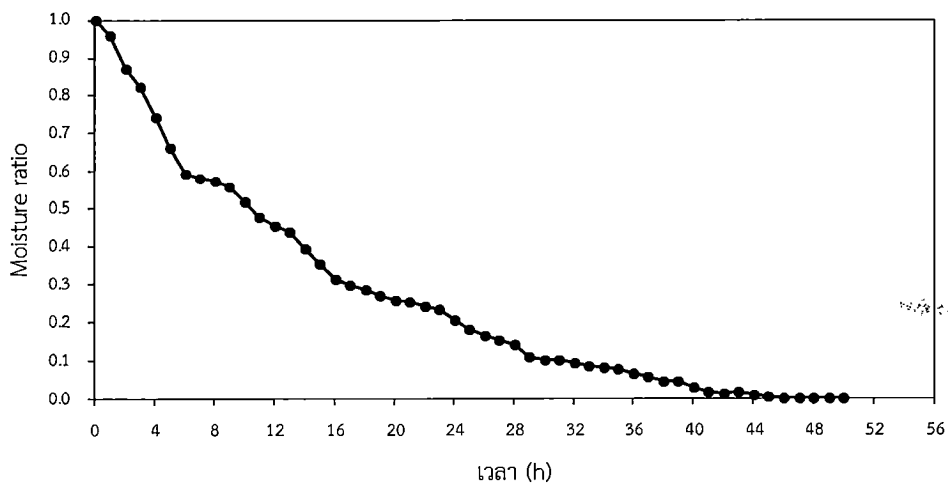
รูปที่ 4.27 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตา ชีวมวลทรงกระบอกรอบที่ 3



รูปที่ 4.28 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกรอบที่ 3



รูปที่ 4.29 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกรอบที่ 3 ความชื้นต่าง ๆ



รูปที่ 4.30 อัตราส่วนความชื้นของพริก อบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกรอบที่ 3

ตารางที่ 4.7 ความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 2-4 พฤษภาคม 2561

วันที่	ความเข้มแสงเฉลี่ย (W/m ²)	พลังงานตกกระทบ MJ	อุณหภูมิเฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (% RH)	อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายนอก (% RH)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้, kg
2-พ.ค.-61	348.27	120.36	55.24	30.97	32.14	57.55	42
3-พ.ค.-61	616.17	212.95	61.05	20.2	33.13	53.84	42
4-พ.ค.-61	454.72	157.15	57.7	21.55	33.64	54.52	42

จากข้อมูลในรูปที่ 4.26 – 4.30 และข้อมูลในตารางที่ 4.7 สามารถอธิบายได้ว่าสาเหตุที่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้นเนื่องมาจากภาพรวมความเข้มแสงเฉลี่ยค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในวันที่ 3 พฤษภาคม 2561 และผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนเตาชีวมวลเป็น 3 เตาต่อครั้งเพื่อให้ได้ความร้อนสูงสุด จึงส่งผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งลดลง แต่เมื่อพิจารณาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะแล้วพบว่าสูงกว่าการทดลองในรอบที่ 1 และ 2

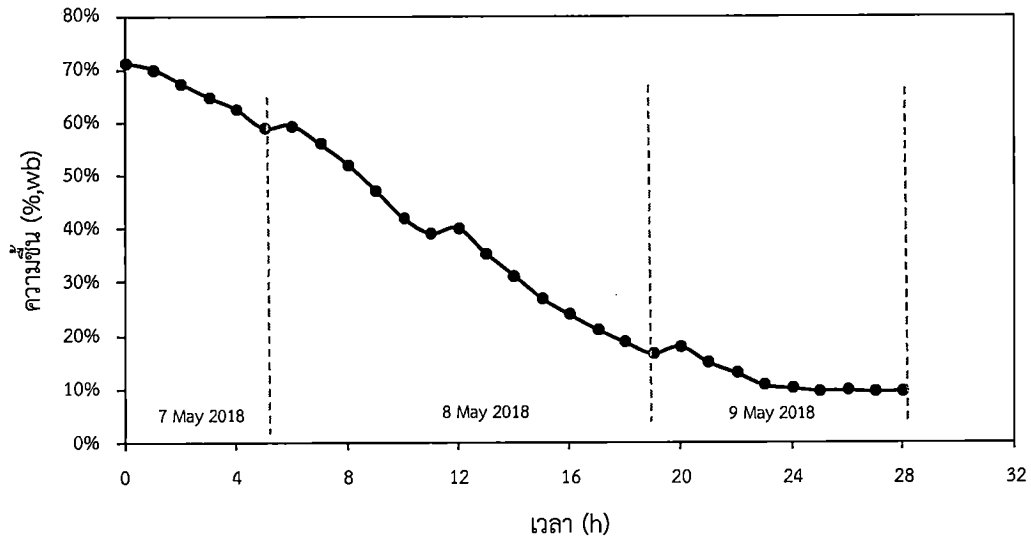
4.1.3 ผลการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งที่ใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว

ในการทดลองทำแห้งพริกด้วยความร้อนจากการเผาไหม้ชีวมวลด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอก จะดำเนินการทดลองโดยอบแห้งด้วยความร้อนจากเตาชีวมวลเพียงอย่างเดียว โดยใช้วัสดุที่บดและปิดด้านบนของเครื่องอบแห้งให้สนิท ในการทดลองจะบันทึก ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ทั้งภายในและภายนอกห้องอบแห้งทุก ๆ 15 นาที และบันทึกค่าน้ำหนักของพริกตัวอย่าง ทุก ๆ 1 ชั่วโมง ส่วนน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้จะบันทึกน้ำหนักก่อนเผาไหม้และหลังเผาไหม้ นำมาใช้ในการคำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ โดยจะทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ (3 รอบการทดลอง) ซึ่งผลการทดลองเป็นดังนี้

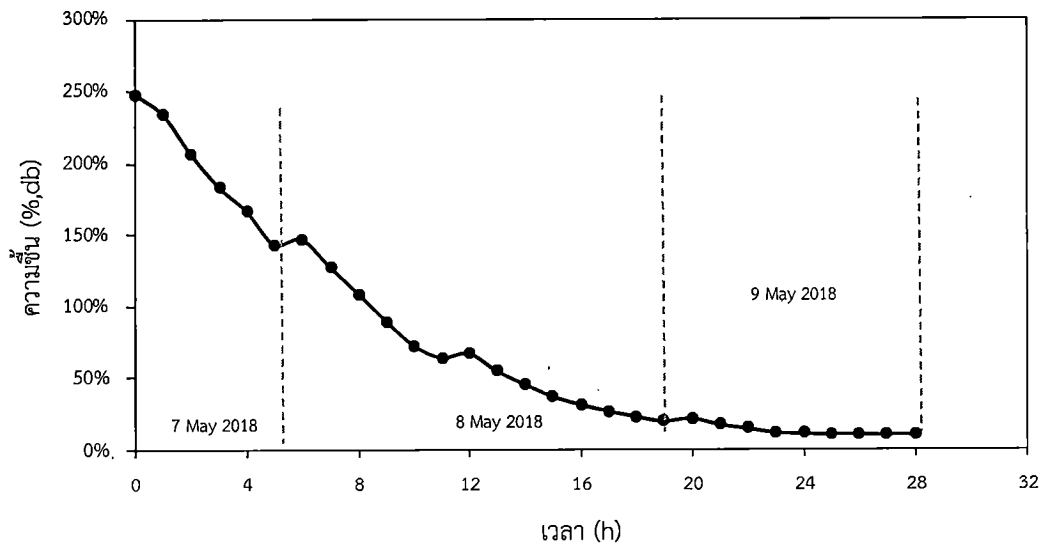
4.1.3.1 การทดลองรอบที่ 1 วันที่ 7-9 พฤษภาคม 2561

จากรูปที่ 4.31-4.35 ซึ่งเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทำแห้ง ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟอัตราการแห้งในรูปที่ 4.31 และ 4.32 จะพบว่าพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งความชื้นจะเริ่มคงที่ในเวลา 26 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 71.28 %(wb) และ 9.7 %(wb) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการแห้ง (Drying rate) ในรูปที่ 4.33 ในช่วงต้นของการทำแห้งมีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการทำแห้ง และในรูปที่ 4.34 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า อัตราการแห้งลดลงเมื่อความชื้นของพริกลดลง และรูปที่ 4.35 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงตอนต้นและค่อย ๆ ลดลงในช่วงท้ายอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ทั้งภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ในช่วงวันที่ 7-9 พฤษภาคม 2561 แสดงในตารางที่ 4.8

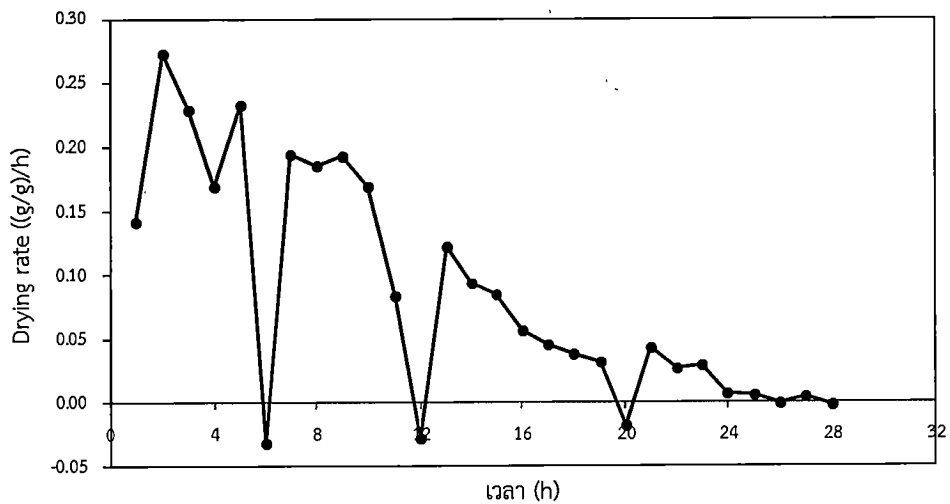
ในการทดลองรอบที่ 1 พบว่าปริมาณน้ำที่ระเหยได้ เท่ากับ 34.1 kg เมื่อนำมาเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบรวมในช่วงเวลาการอบแห้งในแต่ละกรณี สามารถคำนวณความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการทำแห้งได้เท่ากับ 70.21 MJ/kg



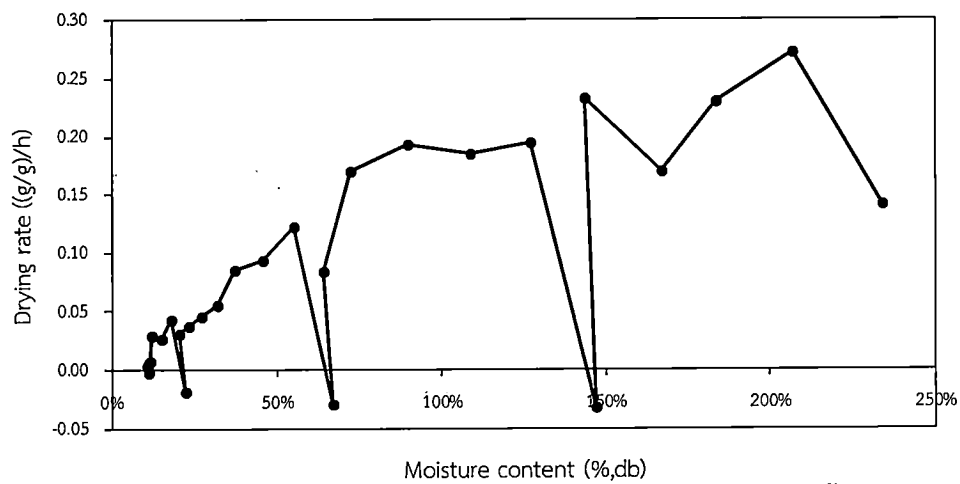
รูปที่ 4.31 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งด้วยตาชีวมวลทรงกระบอกลักษณะเดียวกัน ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1



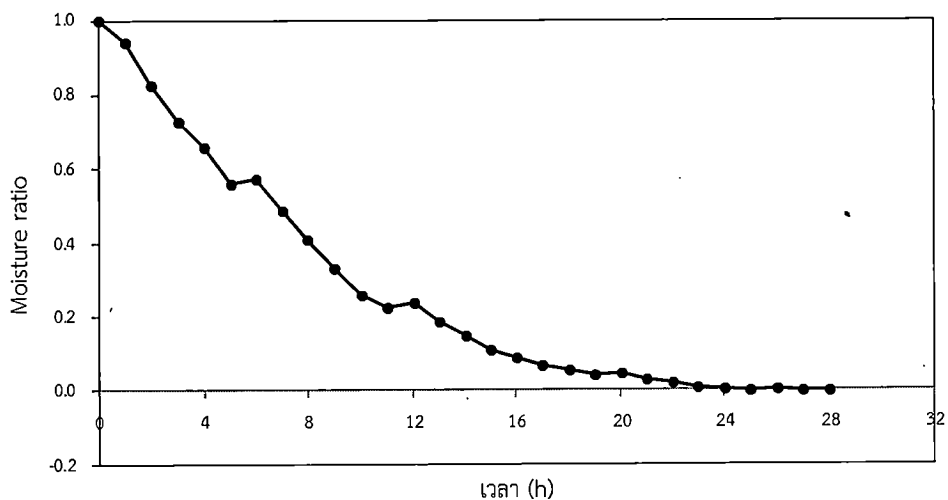
รูปที่ 4.32 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งด้วยตาชีวมวลทรงกระบอกลักษณะเดียวกัน ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1



รูปที่ 4.33 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 1



รูปที่ 4.34 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว ณ ความชื้นต่าง ๆ รอบที่ 1



รูปที่ 4.35 อัตราส่วนความชื้นของพริก กรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว รอบที่ 1

ตารางที่ 4.8 ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 7-9 พฤษภาคม 2561

วันที่	อุณหภูมิเฉลี่ย ในเครื่องอบแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยในเครื่องอบ แห้ง (% , RH)	อุณหภูมิ ภายนอกเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยภายนอก (% , RH)	ปริมาณ เชื้อเพลิงที่ใช้ kg
7-พ.ค.-61	55.46	23.06	35.86	48.94	42
8-พ.ค.-61	61.62	17.55	35.97	51.54	75
9-พ.ค.-61	58.22	17.49	36.32	47.69	42.6

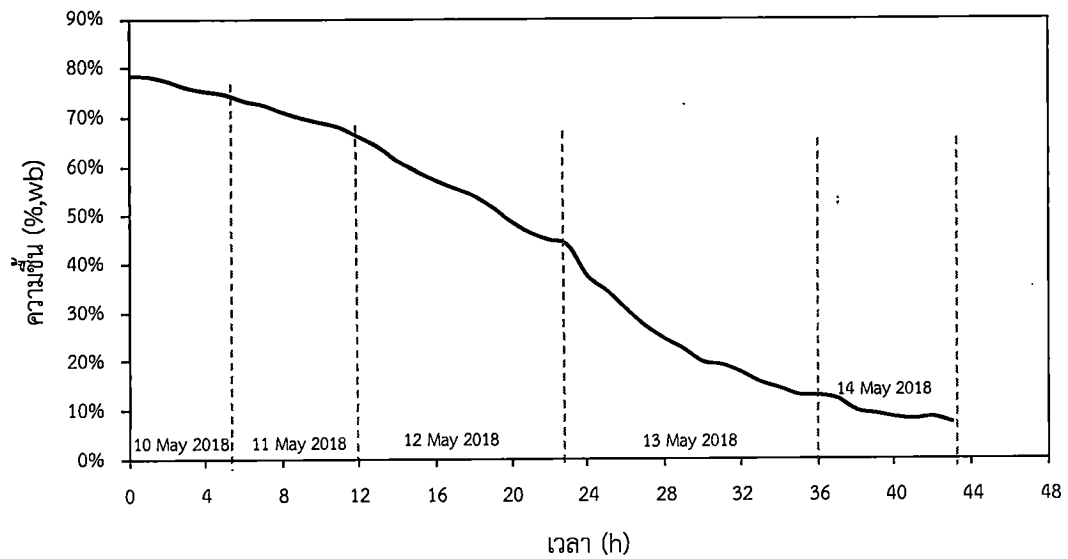
4.1.3.2 การทดลองรอบที่ 2 วันที่ 10-14 พฤษภาคม 2561

จากรูปที่ 4.36-4.40 ซึ่งเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทำแห้ง ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟอัตราการแห้งในรูปที่ 4.36 และ 4.37 จะพบว่าพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งความชื้นจะเริ่มคงที่ในเวลา 42 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 78.36 %(wb) และ 7.4 %(wb) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการแห้ง (Drying rate) ในรูปที่ 4.33 ในช่วงต้นของการทำแห้งมีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการทำ และในรูปที่ 4.34 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า อัตราการแห้งลดลงเมื่อความชื้นของพริกลดลง และรูปที่ 4.35 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงตอนต้นและค่อย ๆ ลดลงในช่วงท้ายอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ทั้งภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ในช่วงวันที่ 10-14 พฤษภาคม 2561 แสดงในตารางที่ 4.9

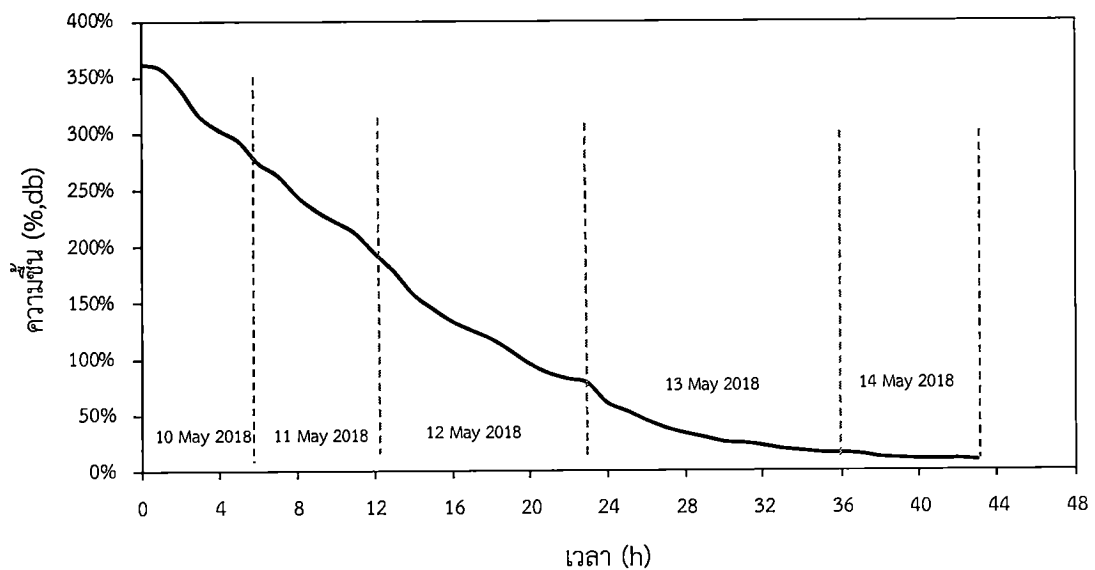
ในการทดลองรอบที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำที่ระเหยได้ เท่ากับ 38.2 kg เมื่อนำมาเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบรวมในช่วงเวลาการอบแห้งในแต่ละกรณี สามารถคำนวณความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการทำแห้งได้เท่ากับ 101.7 MJ/kg

ตารางที่ 4.9 ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ในช่วงวันที่ 10-14 พฤษภาคม 2561

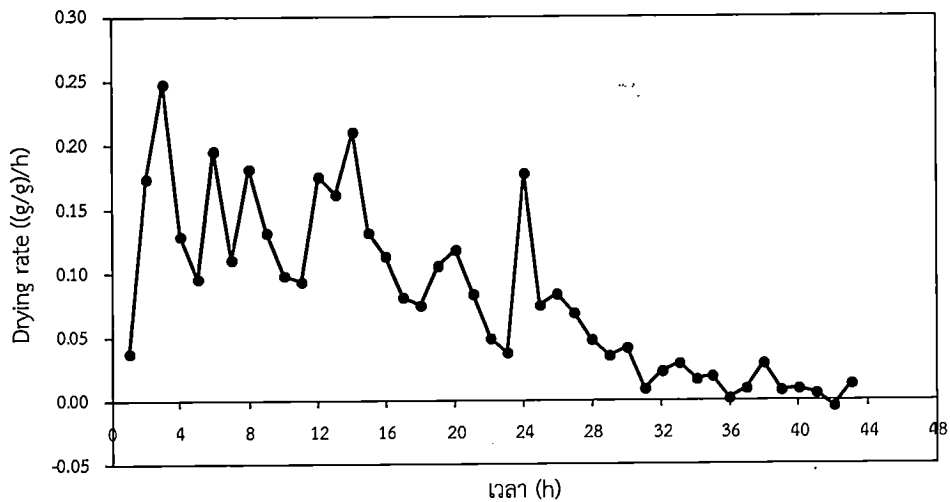
วันที่	อุณหภูมิเฉลี่ย ในเครื่องอบแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (% , RH)	อุณหภูมิ ภายนอกเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยภายนอก (% , RH)	ปริมาณ เชื้อเพลิงที่ใช้ kg
10-พ.ค.-61	51.47	33.85	27.33	77.4	36
11-พ.ค.-61	51.51	29.76	33.76	61.59	36
12-พ.ค.-61	61.59	18.96	34.5	56.89	73
13-พ.ค.-61	58.63	20.42	32.43	65.34	72
14-พ.ค.-61	67.66	15.58	34.29	47.41	42



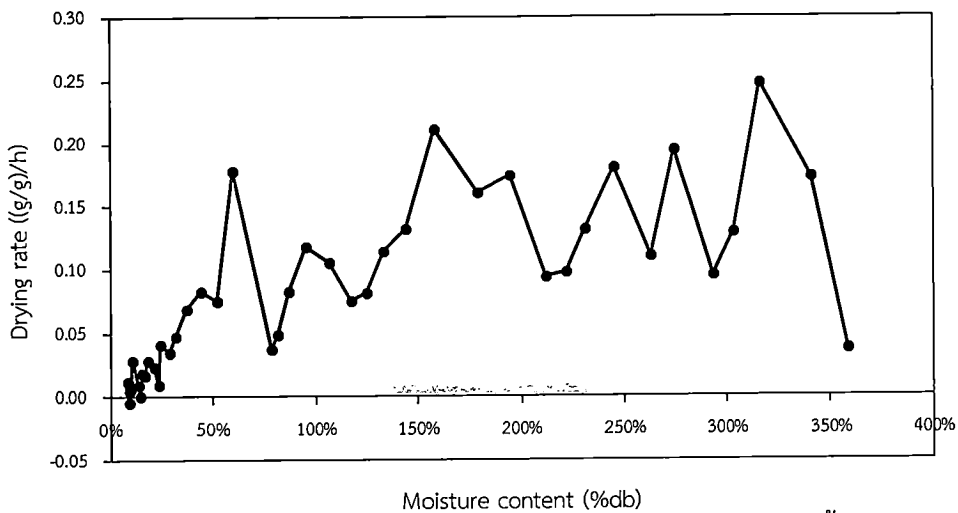
รูปที่ 4.36 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2



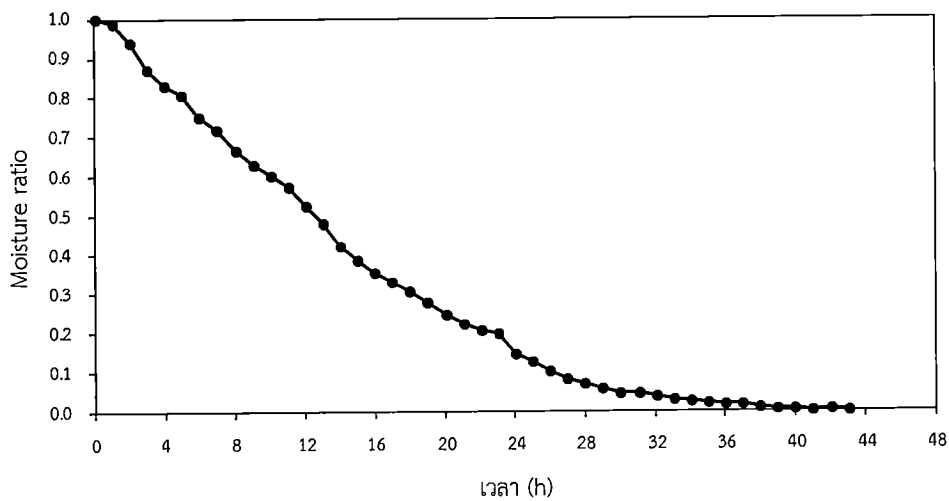
รูปที่ 4.37 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2



รูปที่ 4.38 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 2



รูปที่ 4.39 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว ณ ความชื้นต่าง ๆ รอบที่ 2



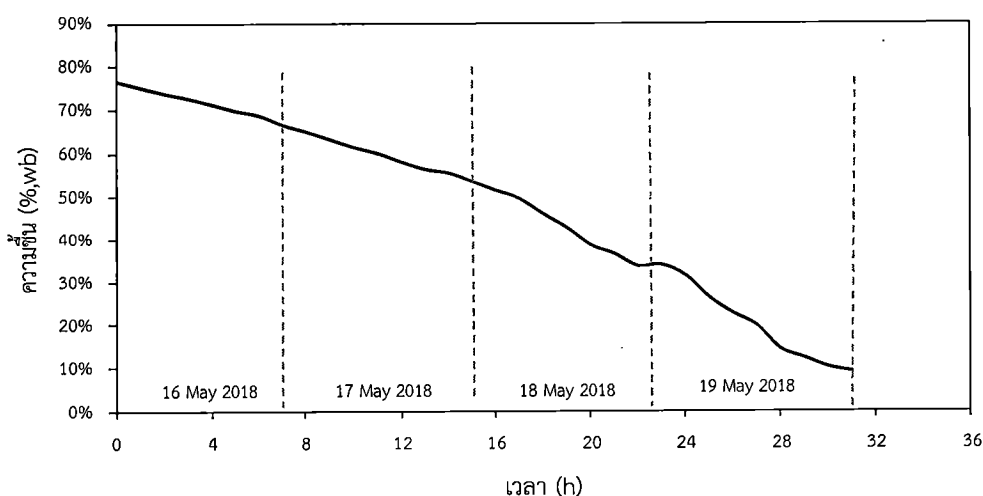
รูปที่ 4.40 อัตราส่วนความชื้นของพริก กรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดียว รอบที่ 2

4.1.3.3 การทดลองรอบที่ 3 วันที่ 16-19 พฤษภาคม 2561

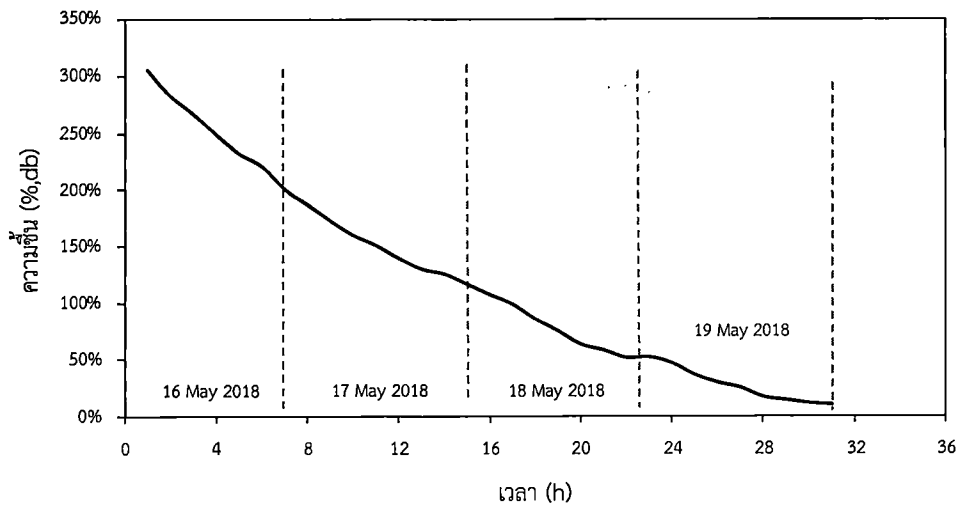
จากรูปที่ 4.41-4.45 ซึ่งเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการทำแห้ง ซึ่งหากพิจารณาจากกราฟอัตราการแห้งในรูปที่ 4.41 และ 4.42 จะพบว่าพริกที่ตากในเครื่องอบแห้งความชื้นจะเริ่มคงที่ในเวลา 30 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 76.71 %(wb) และ 9.17 %(wb) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการแห้ง (Drying rate) ในรูปที่ 4.43 ในช่วงต้นของการอบแห้งมีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการอบแห้ง และในรูปที่ 4.44 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่า อัตราการแห้งลดลงเมื่อความชื้นของพริกลดลง และรูปที่ 4.45 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงตอนต้นและค่อย ๆ ลดลงในช่วงท้ายอย่างเห็นได้ชัด โดยค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ทั้งภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง และปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ในช่วงวันที่ 16-19 พฤษภาคม 2561 แสดงในตารางที่ 4.10 ในการทดลองรอบที่ 3 พบว่าปริมาณน้ำที่ระเหยได้ เท่ากับ 37.18 kg เมื่อนำมาเทียบกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวในช่วงเวลาการอบแห้งในแต่ละกรณี สามารถคำนวณความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการทำแห้งได้เท่ากับ 70 MJ/kg

ตารางที่ 4.10 ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงวันที่ 16-19 พฤษภาคม 2561

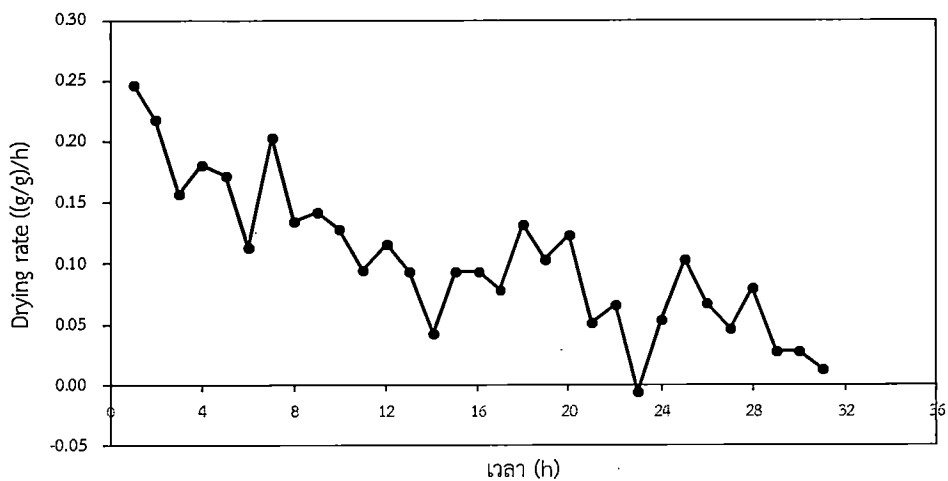
วันที่	อุณหภูมิเฉลี่ย ในเครื่องอบ แห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยในเครื่องอบแห้ง (%, RH)	อุณหภูมิ ภายนอกเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยภายนอก (%, RH)	ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ kg
16-พ.ค.-61	67.73	13.06	34.93	45.14	36
17-พ.ค.-61	58.13	22.77	34.72	56.45	45.8
18-พ.ค.-61	59.51	19.98	34.05	56.36	45.9
19-พ.ค.-61	59.9	15.58	36.04	51.33	45.8



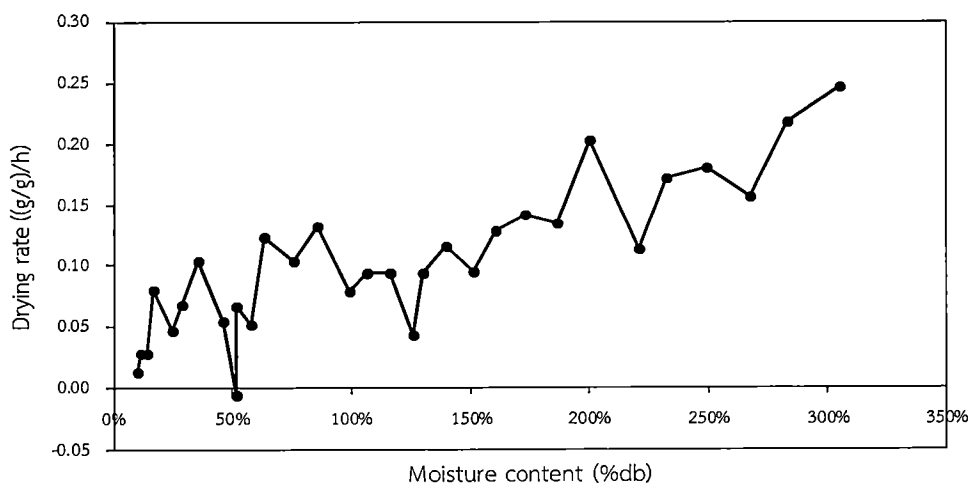
รูปที่ 4.41 ปริมาณความชื้นมาตรฐานเปียก (wb) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งด้วยตาชีวมวล
ทรงกระบอกอย่างเดียว ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 3



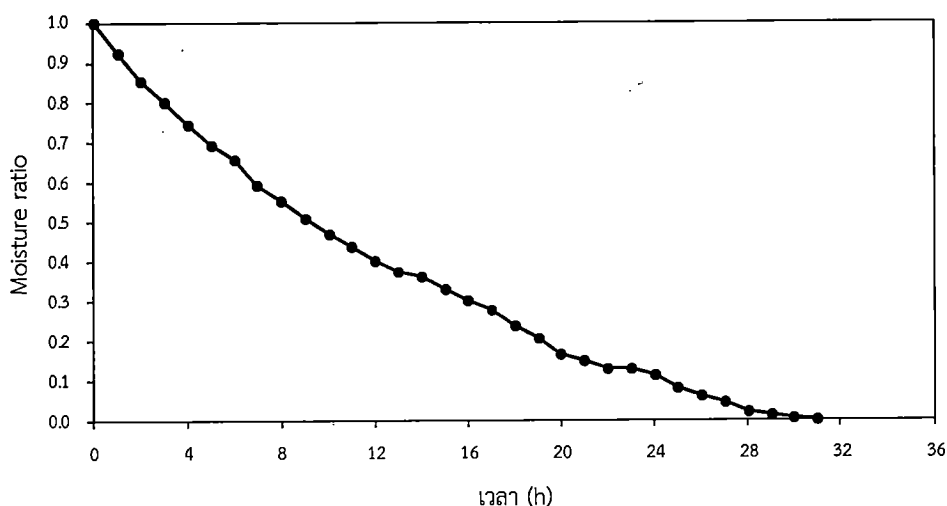
รูปที่ 4.42 ปริมาณความชื้นมาตรฐานแห้ง (db) ของพริกขณะทำแห้งกรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกลักษณะเดียว ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 3



รูปที่ 4.43 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกลักษณะเดียว ณ เวลาต่าง ๆ รอบที่ 3



รูปที่ 4.44 อัตราการแห้ง กรณีอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกลักษณะเดียว ณ ความชื้นต่าง ๆ รอบที่ 3



รูปที่ 4.45 อัตราส่วนความชื้นของพริก กรณียอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกอย่างเดี่ยว รอบที่ 3

4.1.4 เปรียบเทียบคุณภาพของพริกแห้ง

4.1.4.1 สีและลักษณะภายนอก

จากการพิจารณาลักษณะของพริกแห้งเมื่อมองด้วยตาเปล่าเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551 พบว่าพริกที่ผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง ไม่มีสิ่งปลอมปน ไม่มีเชื้อราที่มองเห็นได้ ส่วนพริกที่ตากแดดโดยตรงอาจจะมีเศษใบไม้หรือเศษหญ้าบ้างเล็กน้อยซึ่งจะถูกเก็บออกอีกครั้งในขั้นตอนการคัดแยก เมื่อเปรียบเทียบความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) ค่าสีที่ปรากฏ (Hue angle) และค่าความบริสุทธิ์ของสี ดังแสดงในตารางที่ จ.1 ในภาคผนวก จ. พบว่าการทำแห้งแต่ละวิธีมีค่าสีที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถดูลักษณะภายนอกและสีของพริกจากการทำแห้งแบบต่าง ๆ ได้ในภาคผนวก จ.

4.1.4.2 การวิเคราะห์ห่อหุ้มฟลาโวกซิน และค่าวอเตอร์แอกติวิตี

จากตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ห่อหุ้มฟลาโวกซินจากการสุ่มตัวอย่างพริกแห้งที่ได้จากการทำแห้งแบบต่าง ๆ มาวิธีละ 3 ตัวอย่าง พบว่า พริกที่ทำแห้งด้วยวิธีการให้ความร้อนจากเตาชีวมวลเพียงอย่างเดียวมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเฉลี่ยต่ำที่สุด อยู่ระหว่าง 0.438-0.556 ซึ่งอยู่ในค่าที่ปลอดภัยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ รองลงมาคือการใช้แสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลซึ่งมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.442 – 0.563 ส่วนวิธีทำแห้งที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีสูงที่สุดคือการตากแดดโดยตรง ซึ่งมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีอยู่ระหว่าง 0.58 – 0.643 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.6 อาจมีความเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ส่วนพริกตัวอย่างจากเกษตรกรนั้น ทำแห้งด้วยวิธีตากแดดโดยตรงและไม่ได้จัดเก็บใช้ภาชนะปิดจึงทำให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีที่วัดได้มีค่าสูงกว่าที่ได้จากการทดลอง

ส่วนการวิเคราะห์ห่อหุ้มฟลาโวกซินนั้น ผู้วิจัยได้ส่งตัวอย่างพริกแห้งที่ได้ในแต่ละการทดลอง การทดลองละ 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 300 กรัม เพื่อส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่พบห่อหุ้มฟลาโวกซินมากที่สุดคือพริกที่ทำแห้งด้วยการตากแดดโดยตรง ซึ่งมีระยะเวลาในการทำแห้ง

หลายวัน รวมทั้งมีความชื้นสุดท้ายสูงกว่าวิธีอื่น ๆ โดยตรวจพบอะฟลาท็อกซิน 4 ตัวอย่างจาก 9 ตัวอย่าง และมี 1 ตัวอย่างที่มีค่าสูงเกินมาตรฐาน (20 µg/kg) ซึ่งสูงถึง 212.52 µg/kg ส่วนพริกที่ทำแห้งด้วยความร้อนจากเตาชีวมวลเพียงอย่างเดียวไม่พบการเกิดอะฟลาท็อกซินในพริกตัวอย่าง

ตารางที่ 4.11 ผลการตรวจวิเคราะห์หาอะฟลาท็อกซินและค่าวอเตอร์แอคทีวิตี

รหัส	วิธีการทำแห้ง	ช่วงเวลาในการทำแห้ง	ความชื้นสุดท้าย (%, wb)	ค่า Aw	อะฟลาท็อกซิน (µg/mg)		
					ต.ย.1	ต.ย.2	ต.ย.3
A1	เรือนอบ	22 มี.ค.61 - 25 มี.ค.61	8.00	0.579	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
B1	ผ้าใบดำ	22 มี.ค.61 - 28 มี.ค.61	11.00	0.609	ไม่พบ	2.45	ไม่พบ
C1	บนโต๊ะ	22 มี.ค.61 - 29 มี.ค.61	12.00	0.580	ไม่พบ	2.32	212.52
A2	เรือนอบ	28 มี.ค.61 - 30 มี.ค.61	12.13	0.577	<0.7	ไม่พบ	ไม่พบ
B2	ผ้าใบดำ	28 มี.ค.61 - 3 เม.ย.61	12.40	0.643	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
C2	บนโต๊ะ	28 มี.ค.61 - 3 เม.ย.61	13.80	0.624	7.790	ไม่พบ	ไม่พบ
A3	เรือนอบ	3 เม.ย.61 - 7 เม.ย.61	11.77	0.604	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
B3	ผ้าใบดำ	3 เม.ย.61 - 9 เม.ย.61	12.00	0.593	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
C3	บนโต๊ะ	3 เม.ย.61 - 10 เม.ย.61	13.00	0.581	ไม่พบ	2.38	ไม่พบ
D1	แสงอาทิตย์+ เตาชีวมวล	20 เม.ย.61 - 23 เม.ย.61	10.17	0.541	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
D2	แสงอาทิตย์+ เตาชีวมวล	27 เม.ย.61 - 1 พ.ค.61	9.80	0.563	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
D3	แสงอาทิตย์+ เตาชีวมวล	2 พ.ค.61 - 4 พ.ค.61	8.13	0.442	ไม่พบ	51.42	ไม่พบ
E1	เตาอย่างเดียว	7 พ.ค.61 - 9 พ.ค.61	9.70	0.556	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
E2	เตาอย่างเดียว	10 พ.ค.61 - 15 พ.ค.61	7.40	0.510	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
E3	เตาอย่างเดียว	16 พ.ค.61 - 19 พ.ค.61	9.17	0.438	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
พริกตัวอย่างจากเกษตรกร			13	0.676	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

4.2 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของการอบแห้งแบบต่าง ๆ จากผลที่ได้จากการทดลองอบแห้งพริก สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{มูลค่ารวมของเงินลงทุน}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิต่อปี}}$$

ในการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนของการอบแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. เงินลงทุนสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานร่วม 145,000 บาท
2. เงินลงทุนสร้างเครื่องอบแห้งคิดเฉพาะระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 80,000 บาท
3. ราคาโรงเรือนอบแห้งแบบพาราโบลาขนาด 8x20 ตารางเมตร คิดตามราคากลางของกระทรวงพลังงาน
4. มูลค่าซากของเครื่องอบแห้งคิดเป็น 10% ของเงินลงทุนสร้างเครื่องอบแห้ง
5. ค่าซ่อมบำรุงคิดเป็น 1% ของค่าเครื่อง
6. กำหนดอายุการใช้งานเครื่องอบแห้งไว้ที่ 10 ปี
7. ราคาพริกสดกิโลกรัมละ 20 บาท
8. ราคาขายพริกแห้งกิโลกรัมละ 110 บาท
9. น้ำหนักของพริกแห้งคิดเป็น 0.3 เท่า น้ำหนักพริกสดที่นำมาทำแห้ง
10. ค่าแรงในการทำแห้ง คิดตาม คน-วัน ที่ทำงานจริงในแต่ละกรณี ที่ค่าแรง 300 บาท/คน-วัน
11. ค่าไฟฟ้า และค่าเชื้อเพลิงคิดตามการใช้งานจริงในแต่ละรอบ

ผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์แต่ละกรณีแสดงในตารางที่ 4.12

จากตารางที่ 4.12 เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนในการทำแห้งพริกหลัก ๆ มาจากต้นทุนพริกสด ค่าแรงงานและค่าพลังงานที่ใช้ โดยการทำแห้งด้วยเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีต้นทุนต่ำสุดอยู่ที่ 70 บาทต่อกิโลกรัมพริกแห้ง ในขณะที่การตากแดดโดยตรงมีต้นทุน 75 บาทต่อกิโลกรัมพริกแห้งเนื่องจากมีค่าแรงงานในเตรียม การผ่า และการเก็บที่มากกว่าเพราะต้องอยู่ตลอดทั้งวันเพื่อระวังความเสียหายจากสัตว์ ฝนตกหรือลมพายุ ส่วนกรณีใช้เชื้อเพลิงร่วม กรณีใช้พลังงานชีวมวลอย่างเดียวหรือการใช้ความร้อนจาก LPG มีต้นทุนสูงขึ้นเนื่องมาจากค่าเชื้อเพลิง คิดเป็นต้นทุนรวม 71, 81 และ 88 บาทต่อกิโลกรัมพริกแห้งตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลตอบแทนรายปี พบว่ากรณีโรงเรือนอบแห้งแบบพาราโบลา มีผลตอบแทนสุทธิสูงสุด คิดเป็น 467,855 บาท แต่เมื่อพิจารณาจากราคาต้นทุนแล้ว เกษตรกรทั่วไปไม่อาจลงทุนได้ ส่วนใหญ่จึงนิยม ทำแห้งด้วยการตากแดดโดยตรง ซึ่งต้องเสี่ยงต่อความเสียหายจากแมลง สัตว์ ฝนและฝนตก เมื่อเปรียบผลที่ได้จากการทดลองทั้ง 3 กรณี พบว่ากรณีอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียว กรณีใช้พลังงานร่วมและกรณี ใช้ชีวมวลอย่างเดียว ให้ระยะเวลาคืนทุน 1.7 ปี, 1.88 ปี และ 2.16 ปี ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณา

จากผลตอบแทนสุทธิรายปีจะเห็นว่า กรณีที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมจะให้ผลตอบแทนสุทธิรายปีมากที่สุด คิดเป็น 77,254 บาทต่อปี เนื่องจากมีระยะเวลาการรอบแห้งที่สั้นกว่า ทำให้เพิ่มรอบการรอบแห้งได้มากกว่า

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์การทำแห้งพริกแบบต่าง ๆ

รายการ	தாகแดด โดยตรง	โดมพาราโบลา ของกลุ่ม เกษตรกร	จากงานวิจัยนี้			เครื่องอบ LPG เวียง อากรสี และคณะ
			Greenhouse	พลังงาน รวม	ชีวมวล	
1. เงินลงทุนสร้างเครื่อง (บาท)	4,000	1,214,500	80,000	145,000	145,000	60,000
2. มูลค่าซากของเครื่องอบแห้ง		121,450	8,000	14,500	14,500	6,000
3. เงินบำรุงรักษาเครื่องอบแห้ง (บาท/ปี)		12,145	800	1,450	1,450	600
4. ช่วงเวลาการรอบแห้ง	8 เดือน	12 เดือน	12 เดือน	12 เดือน	12 เดือน	12 เดือน
5. ชั่วโมงการทำงาน (ชั่วโมงต่อรอบการอบ)	60	40	40	36	36	16
6. ระยะเวลาในการรอบแห้ง (วันต่อรอบการ ผลิต)	7-9	4-5	4-5	2	2	2
7. จำนวนครั้งที่ทำการรอบแห้ง (ครั้ง/ปี)	24	40	40	80	80	80
8. น้ำหนักต่อรอบการอบ (ก.ก./รอบ)	500	1,000	100	100	100	100
9. จำนวนพริกสดในการอบแห้ง (ก.ก./ปี)	12,000	40,000	4,000	8,000	8,000	8,000
10. เงินลงทุนซื้อพริกสด (บาท/ปี)	240,000	800,000	80,000	160,000	160,000	160,000
11. ค่าแรง (บาท/ก.ก.พริกสด)	2.50	1.00	1.00	1.25	1.50	1.00
12. ค่าแรง (บาท/ปี)	30,000	40,000	4,000	10,000	12,000	8,000
13. เงินลงทุนค่าพลังงานในการอบแห้ง						
ชีวมวล/LPG (บาท/ปี)	0	0	0	14,400	21,600	38,880
ไฟฟ้า (บาท/ปี)	0	0	32	896	1,792	3,840
14. จำนวนพริกแห้ง (ก.ก./ปี)	3,600	12,000	1,200	2,400	2,400	2,400
15. ต้นทุนในการอบแห้ง (บาท/ปี)	270,000	840,000	84,032	185,296	195,392	210,720
16. ต้นทุนในการอบแห้ง (บาท/ก.ก.พริก แห้ง)	75	70	70	77	81	88
17. เงินรายได้จากการขายพริก (บาท/ปี)	396,000	1,320,000	132,000	264,000	264,000	264,000
18. ผลตอบแทนสุทธิรายปี (บาท/ปี)	126,000	467,855	47,168	77,254	67,158	52,680
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	0.03	2.60	1.70	1.88	2.16	1.14

4.3 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี

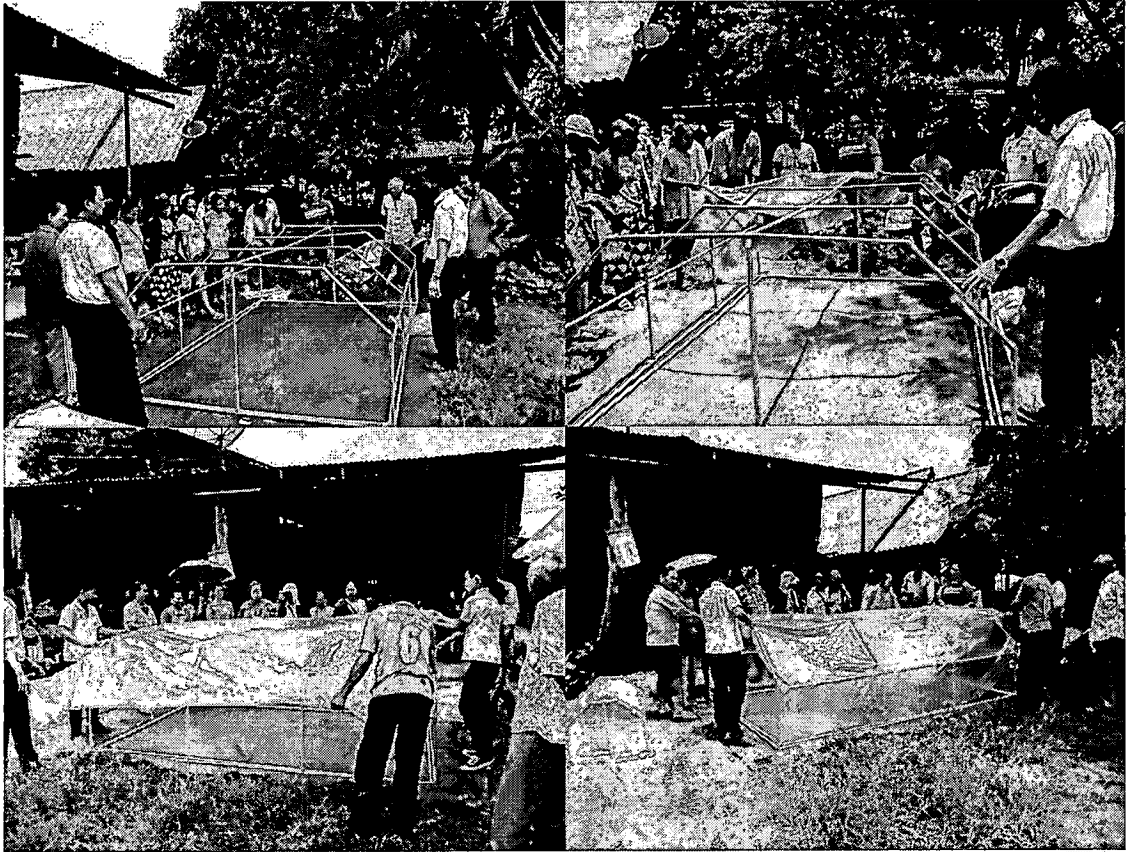
หลังจากที่คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองแล้วเสร็จ ได้จัดให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มเกษตรกรขึ้นในวันที่ 19 สิงหาคม 2561 ณ วิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษบ้านยางน้อย อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ โดยผู้มีเข้าร่วมกิจกรรมเป็นเกษตรกรผู้ปลูกพริกปลอดสารพิษ จำนวน 31 คน ซึ่งทั้งหมดเป็นเกษตรกรที่ปลูกพริกและผลิตพริกแห้งเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออก เนื้อหาที่นำมาถ่ายทอดประกอบไปด้วย พื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับการทำแห้ง เทคโนโลยีการทำแห้งแบบต่าง ๆ ผลการดำเนินการวิจัยและแนวทางในการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากงานวิจัย สาธิตการใช้งานเตาชีวมวลทรงกระบอก และการสร้างโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ราคาประหยัด ทั้งนี้ได้ชี้แจงให้เกษตรกรได้เห็นความสำคัญของมูลค่าเพิ่มจากการแปรรูปโดยใช้เครื่องอบ ซึ่งได้แก่ ความสะอาดของผลิตภัณฑ์ การปลอดภัยต่อการเกิดเชื้อรา และอะฟลาท็อกซิน ซึ่งจะเบ่งจุดขายจะสามารถเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ได้ และสามารถขายในตลาดที่ซื้อในมูลค่าสูงได้ โดยมีกำหนดการ รายละเอียดของกิจกรรมแสดงในตารางที่ 4.13 และภาพบรรยากาศการถ่ายทอดเทคโนโลยี แสดงในรูปที่ 4.46

ตารางที่ 4.13 กำหนดการถ่ายทอดเทคโนโลยี

เวลา	รายละเอียดของกิจกรรม
09.00 – 09.30 น.	หัวหน้าโครงการวิจัย กล่าวถึงที่มาของโครงการ
09.30 – 10.30 น.	ความรู้ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้ง เทคโนโลยีการอบแห้งแบบต่าง ๆ
10.31 – 10.45 น.	พักเบรก
10.46 – 12.00 น.	รายงานผลการดำเนินงานโครงการวิจัย และการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการวิจัย
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.01 – 14.00 น.	Workshop สาธิตการใช้งานเตาชีวมวลทรงกระบอก
14.01 – 14.45 น.	Workshop สาธิตการสร้างโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ราคาประหยัด
14.46 – 15.00 น.	พักเบรก
15.01 – 16.00 น.	แลกเปลี่ยนประสบการณ์นักวิจัยกับเกษตรกร



รูปที่ 4.46 บรรยากาศการถ่ายทอดเทคโนโลยี



รูปที่ 4.46 บรรยากาศการถ่ายทอดเทคโนโลยี (ต่อ)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกเป็นเชื้อเพลิงร่วม เพื่อใช้ในการอบแห้งพริก โดยงานวิจัยเริ่มจากการสำรวจการผลิตพริกแห้งของเกษตรกร ศึกษาสภาพปัญหา แล้วนำมาออกแบบเครื่อง แล้วดำเนินการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบการใช้งานลักษณะต่าง ๆ แล้วนำพริกแห้งที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความชื้น อัตราการอบแห้ง การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ค่าสี และการเกิดอะฟลาท็อกซิน ซึ่งจากผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

1) จากการเปรียบเทียบระยะเวลาในการทำแห้งแบบต่าง ๆ พบว่า การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เวลาในการอบแห้ง 4-5 วัน ในขณะที่การตากแดดโดยตรงใช้เวลาในการทำแห้ง 7-8 วัน โดยใช้เวลาอบแห้งวันละ 8 ชั่วโมง เท่ากันทั้ง 2 กรณี ส่วนการใช้เชื้อเพลิงร่วมและการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกใช้เวลาในการอบแห้ง 3-5 วัน โดยใช้เวลาอบแห้งวันละ 7-13 ชั่วโมง

2) เมื่อเปรียบเทียบความชื้นของพริกแห้งจากการทำแห้งแบบต่าง ๆ พบว่า กรณีอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 8-12 %(wb) ในขณะที่การตากแดดโดยตรงมีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 11-13.8 %(wb) ส่วนการใช้เชื้อเพลิงร่วมมีความชื้นสุดท้าย 8.13 – 10.17 %(wb) และการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกเพียงอย่างเดียว วัดความชื้นสุดท้ายของพริกแห้งได้ 7.4-9.7%(wb)

3) ผลการเปรียบเทียบค่าวอเตอร์แอกติวิตีจากการทำแห้งแบบต่าง ๆ พบว่า กรณีอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 0.577-0.604 ในขณะที่การตากแดดโดยตรงมีค่าเท่ากับ 0.58-0.643 ส่วนการใช้เชื้อเพลิงร่วมมีค่าเท่ากับ 0.442-0.563 และการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกเพียงอย่างเดียวมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเท่ากับ 0.438-0.556 ซึ่งเป็นช่วงที่ปลอดภัยจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

4) เปรียบเทียบการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะจากการทำแห้งแบบต่าง ๆ พบว่า กรณีอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 21.05 - 25.27 MJ/kg H₂O_{evap} ถึงแม้จะมีระยะเวลาในอบแห้งที่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาพลังงานจำเพาะแล้วพบว่ามีความใกล้เคียงกัน ในขณะที่การตากแดดโดยตรงมีค่าเท่ากับ 30.75 - 41.44 MJ/kg H₂O_{evap} ส่วนการใช้เชื้อเพลิงร่วมมีค่าการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 50.79 – 68.60 MJ/kg H₂O_{evap} และการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกเพียงอย่างเดียวมีค่าการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 70 – 101.7 MJ/kg H₂O_{evap} ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศในการทดลอง

5) เปรียบเทียบการเกิดอะฟลาท็อกซินในตัวอย่างพริกแห้ง จากการส่งตัวอย่างพริกแห้งที่ได้จากการทำแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ ส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ 9 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่พบอะฟลาท็อกซินมากที่สุดคือพริกทำแห้งด้วยการตากแดดโดยตรง ซึ่งมีระยะเวลาในการทำแห้งหลายวัน รวมทั้งมีความชื้นสุดท้ายสูงกว่าวิธีอื่น ๆ โดยตรวจพบอะฟลาท็อกซิน 4 ตัวอย่างจาก 9 ตัวอย่าง และมี 1 ตัวอย่างที่มีค่าสูงเกินมาตรฐาน (20 µg/kg) ซึ่งสูงถึง 212.52 µg/kg ส่วนพริกที่ทำแห้งด้วยความร้อนจากเตาชีวมวลเพียงอย่างเดียวไม่พบการเกิดอะฟลาท็อกซินในพริกตัวอย่าง

6) การเปรียบเทียบสีและลักษณะภายนอกของพริกที่ทำแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ พบว่ามีลักษณะทางกายภาพและค่าสีที่ใกล้เคียงกัน

7) การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีต้นทุนต่ำสุดอยู่ที่ 70 บาทต่อกิโลกรัมพริกแห้ง ในขณะที่การอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกเพียงอย่างเดียวมีต้นทุนสูงสุดที่ 81 บาทต่อกิโลกรัมพริกแห้ง เมื่อพิจารณาผลตอบแทนรายปี พบว่ากรณีโรงเรือนอบแห้งแบบพาราโบลา มีผลตอบแทนสุทธิสูงสุด คิดเป็น 467,855 บาท แต่เมื่อพิจารณาจากราคาต้นทุนแล้ว เกษตรกรทั่วไปไม่อาจลงทุนได้ ส่วนใหญ่จึงนิยมทำแห้งด้วยการตากแดดโดยตรง ซึ่งต้องเสี่ยงต่อความเสียหายจากแมลงสัตว์ ฝุ่นและฝนตก เมื่อเปรียบเทียบที่ได้จากการทดลองทั้ง 3 กรณี พบว่ากรณีอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียว กรณีใช้พลังงานร่วมและกรณีใช้ชีวมวลอย่างเดียว ให้ระยะเวลาคืนทุน 1.7 ปี, 1.88 ปี และ 2.16 ปี ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากผลตอบแทนสุทธิตายปีจะเห็นว่า กรณีที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมจะให้ผลตอบแทนสุทธิตายปีมากที่สุด คิดเป็น 77,254 บาทต่อปี เนื่องจากมีระยะเวลาการอบแห้งที่สั้นกว่า ทำให้เพิ่มรอบการอบแห้งได้มากกว่า

8) เปรียบเทียบแนวโน้มอัตราการแห้งด้วยการอบแห้งแบบต่าง ๆ พบว่า ในการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียวทั้งในกรณีที่อยู่ในเครื่องอบแห้งและตากแดดโดยตรง ในช่วงต้นของการทำแห้งมีอัตราการแห้งสูงและลดลงในช่วงท้ายของการทำแห้ง เนื่องจากในช่วงต้นของการอบแห้ง พริกจากได้รับความร้อนจากภายนอกที่ผิวของพริกแล้วค่อย ๆ ถ่ายเทความร้อนเข้าไปด้านในของเนื้อพริกทำให้ผิวของพริกเกิดการหดตัวและน้ำที่อยู่ในพริกจะเคลื่อนที่มาที่ผิวของพริกได้ยากขึ้น ส่งผลให้อัตราการอบแห้งลดลง เมื่อพิจารณาอัตราการแห้งในแต่ละช่วงเวลาของวันจะพบว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงตามความเข้มแสง โดยช่วงที่มีความเข้มแสงสูง จะมีอัตราการระเหยน้ำที่สูงตามโดยเฉพาะช่วงต้นของการอบแห้ง แต่ในช่วงท้ายซึ่งมีความชื้นเหลือน้อย ความเข้มแสงไม่มีผลอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากน้ำที่อยู่ในพริกมีเหลือน้อย ส่วนการอบแห้งด้วยเตาชีวมวลทรงกระบอกนั้น ความร้อนที่ได้จากเตาชีวมวลช่วงแรกจะถูกนำไปใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิห้องจนมีอุณหภูมิสูงขึ้นและถ่ายเทความร้อนให้กับพริกที่อยู่ในห้องอบแห้ง แล้วรักษาอุณหภูมิในห้องอบแห้งด้วยพัดลมระบายอากาศ และช่วงท้ายอัตราการเผาไหม้ชีวมวลลดลงทำให้อุณหภูมิของห้องความร้อนและห้องอบแห้งลดลงไปด้วย ส่งผลต่ออัตราการอบแห้งที่ลดลง

5.2 ปัญหา อุปสรรค และการแก้ไข

1) มีปัญหาฝนตกและความชื้นสูง ในบางช่วงของการทดลอง ส่งผลให้ระยะเวลาการอบแห้งนานขึ้น รวมถึงเชื้อเพลิงที่ซื้อมาบางครั้งมีความชื้นสูง ในการทดลองได้บันทึกค่าความเข้มแสง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อย่างละเอียด ทำให้สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการอบแห้ง อัตราการอบแห้งและพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งได้ ส่วนเชื้อเพลิงที่ซื้อมามีความชื้นสูงแก้ไขโดยการตากบนผ้าใบให้แห้งสนิทก่อนนำไปใช้

2) ในการทดลองต้องมีการบันทึกข้อมูลน้ำหนัก อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ทุก 15 นาที แต่ผู้วิจัยไม่สามารถทำงานต่อเนื่องได้ตลอด 24 ชั่วโมง จึงทดลองได้ในช่วงเวลา 09.00 น. – 22.00 น. ของแต่ละวัน โดยไม่สามารถทดลองการอบแห้งแบบต่อเนื่องได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในกรณีเชื้อเพลิงร่วมหรือกรณีใช้เตาชีวมวลอย่างเดียว หากสามารถอบแห้งแบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงต่อวันได้จะลดระยะเวลาการอบแห้งได้เหลือเพียง 1.5-2 วัน ซึ่งสามารถเพิ่มรอบการอบได้มากขึ้น ทำให้ได้ผลผลิตพริกแห้งเพิ่มมากขึ้น และควบคุมอุณหภูมิการอบแห้งให้คงที่ได้ดีกว่าการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว และเนื่องจากเครื่องอบแห้งในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องต้นแบบจึงมีราคาต้นทุนค่อนข้างสูง หากสามารถลดต้นทุนลงได้ จะทำให้ระยะเวลาคืนทุนสั้นลง และเกษตรกรสามารถลงทุนเพื่อใช้ในกิจกรรมการแปรรูปของตนเองได้ และเนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการแปรรูปพริกสดเป็นพริกแห้ง ซึ่งมีกำไรจากการแปรรูปค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับการแปรรูปกล้วย อินทผาลัม หรือผลผลิตอื่น ๆ ที่มีมูลค่าสูง ดังนั้น ผู้ที่สนใจสามารถนำไปต่อยอดในการอบแห้งพืชผลทางการเกษตรอื่น ๆ ได้ ซึ่งจะทำให้เกิดการใช้งานเครื่องอบแห้งได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด

เนื่องจากในการทดลองนี้มีการวัดน้ำหนักของพริกที่ลดลงทุกวัน จึงไม่มีการเก็บพริกที่เกษตรกรเรียกว่า “แม่เป้ง” ซึ่งเป็นพริกที่สดกว่าพริกในรุ่นเดียวกัน มีอัตราการแห้งช้ากว่า ทำให้มีพริกที่แห้งไม่สนิทปนไปกับพริกแห้ง โดยเฉพาะวิธีการทำแห้งที่ใช้เวลาสั้น ๆ มีความเสี่ยงต่อการเกิดเชื้อราในภายหลัง ดังนั้นในการใช้งานจริง ควรมีการแยกพริกที่เป็น “แม่เป้ง” ออกในวันที่ 1 หรือ 2 ของการอบแห้ง ขึ้นอยู่กับอัตราการแห้งของพริกเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว

เครื่องอบแห้งที่ใช้ท่อลมร้อนจะมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิด้านหน้าและด้านหลังของห้องอบแห้ง ผู้วิจัยได้ทดลองปรับปรุงการกระจายความร้อนให้สม่ำเสมอโดยการวางแผ่นเหล็กบางเหนือท่อนำความร้อน ซึ่งช่วยลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิด้านหน้าและด้านหลังของเครื่องอบได้ และสามารถกระจายอุณหภูมิโดยการติดตั้งพัดลมกระจายอุณหภูมิภายในห้องอบ ซึ่งนอกจากจะช่วยในการกระจายอุณหภูมิแล้วยังช่วยพาความชื้นออกจากผิวของผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้นอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน “รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกในครัวเรือนและกลุ่มอุตสาหกรรมครัวเรือน”, 2554
- กิตติ สิริธิประภาพร “คุณลักษณะการอบแห้งพริกด้วยเทคนิคฟลูอิดไดซ์เบด” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.
- ฉันทนา พันธุ์เหล็ก, ศิริรัช จินดารักษ์ และจอมภพ แวศักดิ์ “การอบแห้งพริกชี้ฟ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งลำไย” วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีที่ : 1 ฉบับที่ : 1 เลขหน้า : 51-61, 2547.
- ชนากานต์ อาษาสุจริต “การอบแห้งพริกโดยใช้พลังงานความร้อนจากก๊าซชีวมวล” วิทยานิพนธ์ (วท.ม. เทคโนโลยีพลังงาน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538.
- ธนพงศ์ แสนจุ่ม “ออกแบบและประเมินสมรรถนะเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบเก็บกักความร้อนสำหรับการอบแห้งพริก” วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2556.
- นพมาศ นามแดง และคณะ “ศักยภาพการตลาดพริกแห้งในจังหวัดอุบลราชธานีและศรีสะเกษ”. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45, 30 ม.ค. - 2 ก.พ. 2550 กรุงเทพฯ, 2550
- พัฒนาภรณ์ ใจอุดม “การอบพริกชี้ฟ้าด้วยเครื่องอบแห้งระบบสลับหมุนเวียนลมร้อน”, วิทยานิพนธ์ (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว)) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2542.
- เพียรพรรณ สุภะโคตร “การหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งพริกแบบอุณหภูมิสองชั้น”. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2554.
- วัลลภ หอมระหัด “เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบปั๊มความร้อนต้นแบบ” รายงานการศึกษาอิสระ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล “การออกแบบและทดสอบแผงรับแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาสำหรับตู้อบแห้งพริก” พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร สถาบันบริหารการวิจัยและพัฒนา. 2554.
- เวียง อากรชี และคณะ “ศึกษาการใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนแบบชั้นวางร่วมกับโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทำพริกแห้ง” การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 5-7 ก.พ. 2556 กรุงเทพฯ, 2556.
- สันต์กฤต ดันแทน “การพัฒนากระบวนการผลิตพริกแห้งโดยการอบแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ” วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

สุพิน จอดนอก กุลเชษฐ์ เพียรทอง และ จริง ดินเชิดชู “คุณลักษณะการเผาไหม้และสมรรถนะของเตาชีวมวลทรงกระบอก”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, ปีที่ 13, ฉบับที่ 2, 2554, หน้า 52-61.

อนุชา คินีมาน “การประยุกต์ใช้เครื่องอุ่นอากาศแบบท่อความร้อนชนิดสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับที่โมดความร้อนอยู่ตำแหน่งด้านบนสำหรับอบแห้งพริก” วิทยานิพนธ์ (วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.

Al-Juamly, KEJ., Khalifa, AJN. and Yassen, TA. “Testing of the performance of a fruit and vegetable solar drying system in Iraq”, Desalination. 209: 163-170, 2007.

Bala, BK., Mondol, MRA., Biswas, BK., Chowdury, BLD. and Janjai, S. “Solar drying of pineapple using solar tunnel drier”, Renew Energy. 28: 183-190, 2003.

Condori, M., Echazu, R. and Saravia, L. “Solar drying of sweet pepper and garlic using the tunnel greenhouse drier”, Renew Energy. 22(4): 447-460, 2001

Ekechukwu, O.V. and Norton, B. “Experimental studies of integral-type natural-circulation solar-energy tropical crop dryers”, Energy Conversion and Manage. 38(14): 1483-1500, 1997.

Ezeike, GOI. “Development and performance of a triple-pass solar collector and dryer system”, Energy in Agriculture. 5(1): 1-20, 1986.

Ezekwe, CI. “Crop drying with solar air heaters in tropical Nigeria”, Solar World Forum. 997-1005, 1981.

Janjai, S., Keawprasert, T. “Design and performance of a solar Tunnel dryer with a polycarbonate cover”, International Energy Journal. 7(3):187-194, 2006.

Li, Z., Zhong, H. and Tang, R. “Experimental investigation on solar drying of salted greengages”, Renew Energy, 31(6) : 837-847, 2006.

Muhammad Zakaria Hossain et al., “Design and development of solar dryer for chilli drying”. International Journal of Research, 2(1): 63-78.

Othieno, H., Grainger, W. and Twidel, JW. “Application of small-scale solar crop Dryers to maize drying in Kenya”, Proceedings of the 2nd Conference on energy for rural & island communities. pp. 77-86. Inverness U.K., 1981.

Sarsavadia, PN. “Development of a solar-assisted dryer and evaluation of energy requirement for the drying of onion”, Renew Energy. 32: 2529-2547, 2007.

Sing, PP., Singh, S. and Dhaliwal, SS. “Multi-shelf domestic solar dryer”, Energy Conversion and Management. 47: 1799-1815, 2006.

- Smitabhindu, R., Janjai, S. and Chankong, V. "Optimization of a solar-assisted drying system for drying bananas", Renew Energy. 33(7): 1523-1531, 2008.
- Sodha, MS., Dang, A., Bansal, PK. and Sharma, SB. "An analytical and experimental study of open sun drying and a cabinet type drier", Energy Conversion and Management. 1985.
- Tiris, C., Tiris, M. and Dincer, I. "Experiment on a new small-scale solar dryer", Applied Thermal Engineering. 16: 183-187, 1996.

ภาคผนวก

- ก. ภาพการลงพื้นที่
- ข. แบบเครื่องอบแห้ง
- ค. ภาพขั้นตอนการทดลอง
- ง. กราฟความเข้มแสง อุณหภูมิความชื้นแต่ละวัน
- จ. ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้ง
- ฉ. ผลการวิเคราะห์อะพลาที่อกชิน
- ช. รายชื่อผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี
- ซ. คู่มือการใช้งาน
- ณ. แผ่นพับโครงการ

ภาคผนวก ก.
ภาพการลงพื้นที่



รูปที่ ก.1 สัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษบ้านยางน้อย



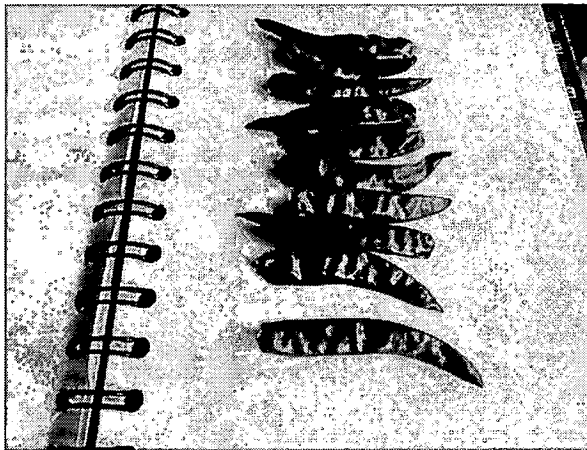
รูปที่ ก.2 การเพาะกล้าพริกเพื่อเตรียมสำหรับแปลงในฤดูกาลเพาะปลูก



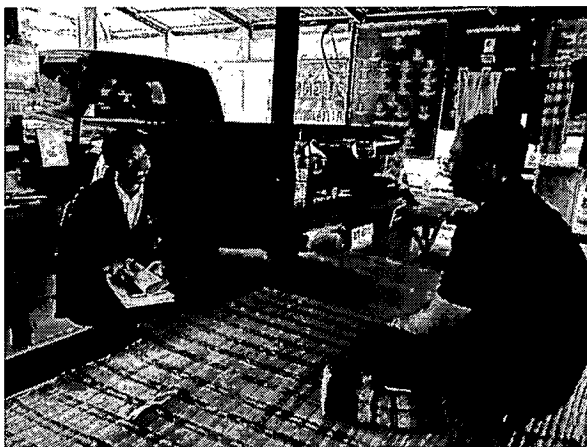
รูปที่ ก.3 ต้นกล้าพริกของเกษตรกรบ้านยางน้อย



รูปที่ ก.4 โรงเรือนอบแห้งของกลุ่ม



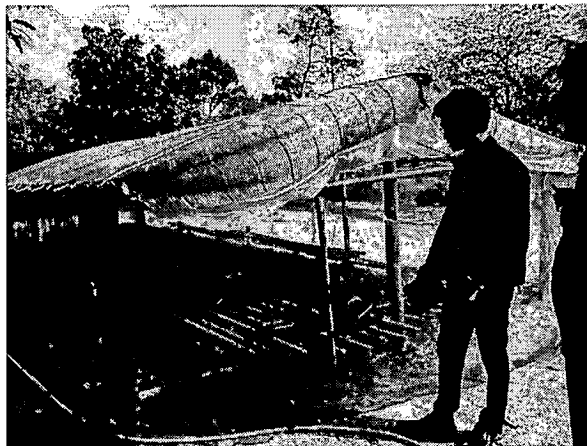
รูปที่ ก.5 ผลผลิตพริกแห้งของกลุ่มเกษตรกร



รูปที่ ก.6 สัมภาษณีกำนันตำบลอีปาด อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ



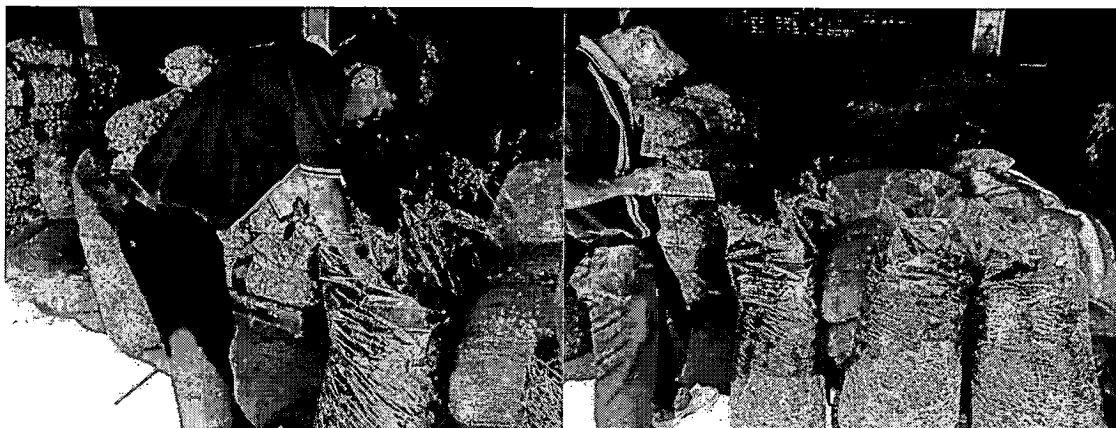
รูปที่ ก.7 สัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกพริก ตำบลอีปาด อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ



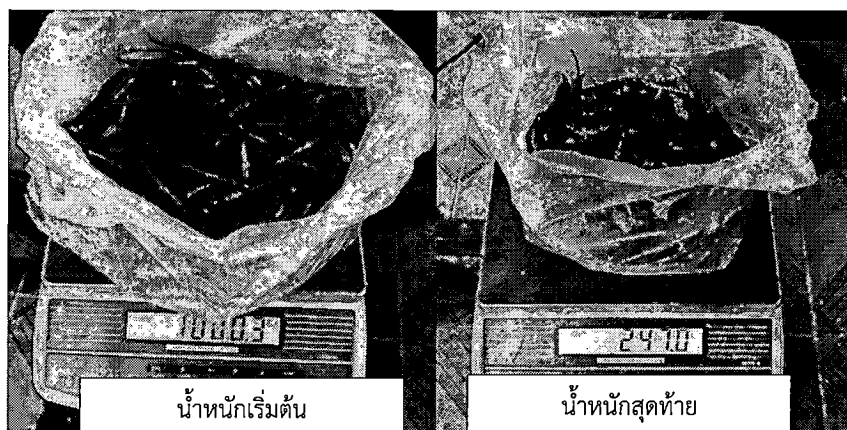
รูปที่ ก.8 สัมภาษณ์ผู้เพาะกล้าพริกของเกษตรกรตำบลอีปาด อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ



รูปที่ ก.9 สัมภาษณ์ผู้ค้าพริกในตลาดท่าเรือ จังหวัดศรีสะเกษ



รูปที่ ก.10 สํารวจคุณภาพพริกแห้งในตลาดท่าเรือ จังหวัดศรีสะเกษ



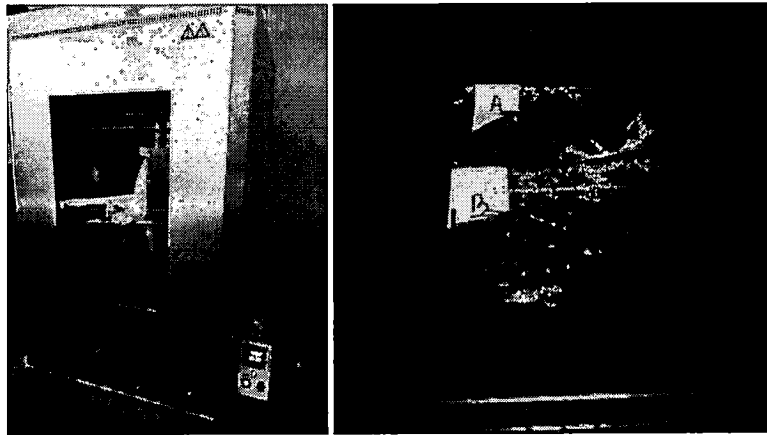
น้ำหนักเริ่มต้น

น้ำหนักสุดท้าย

รูปที่ ก.11 การทดลองอบแห้งพริก

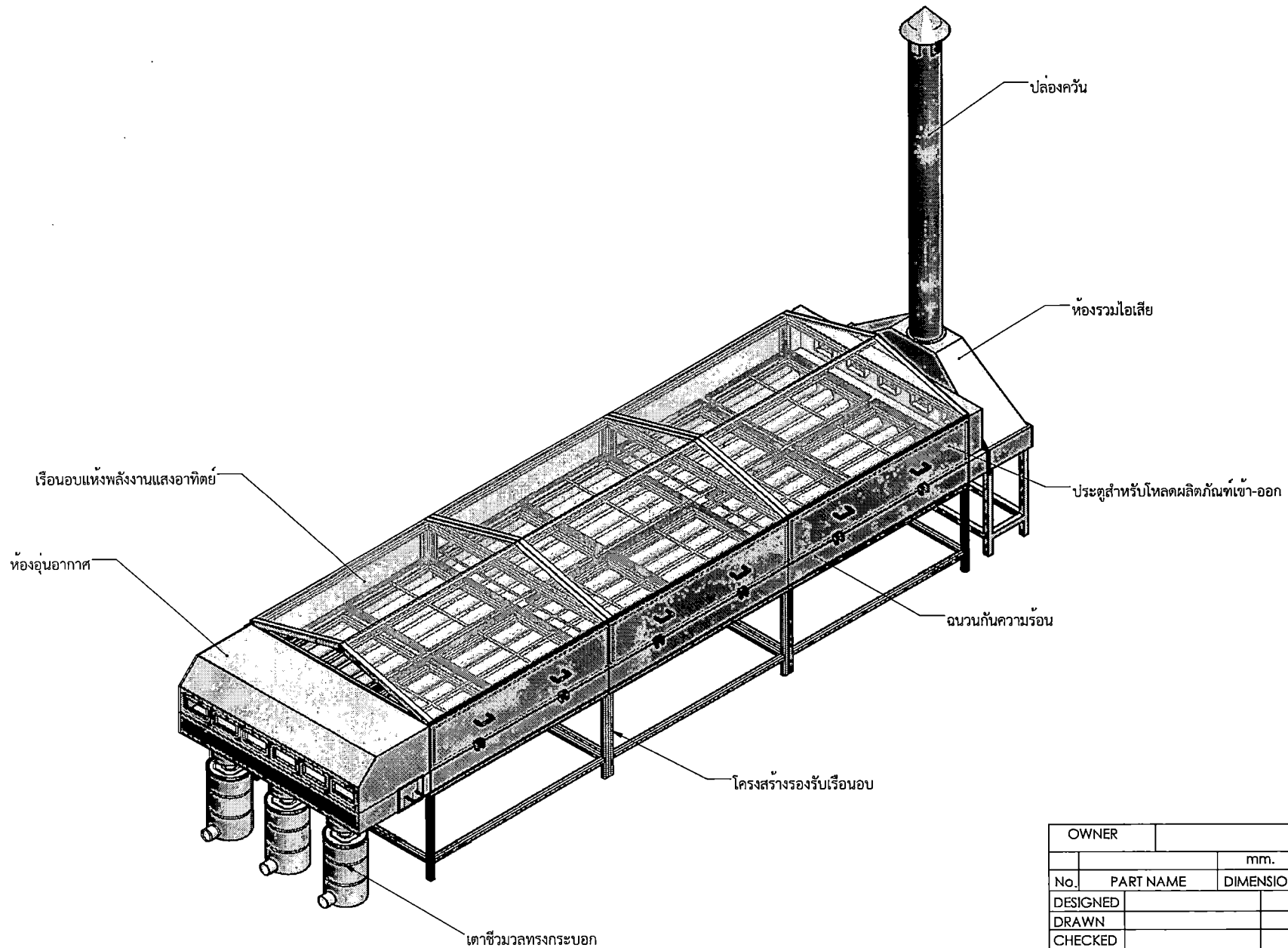


รูปที่ ก.12 การตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในเรือนอบแห้ง

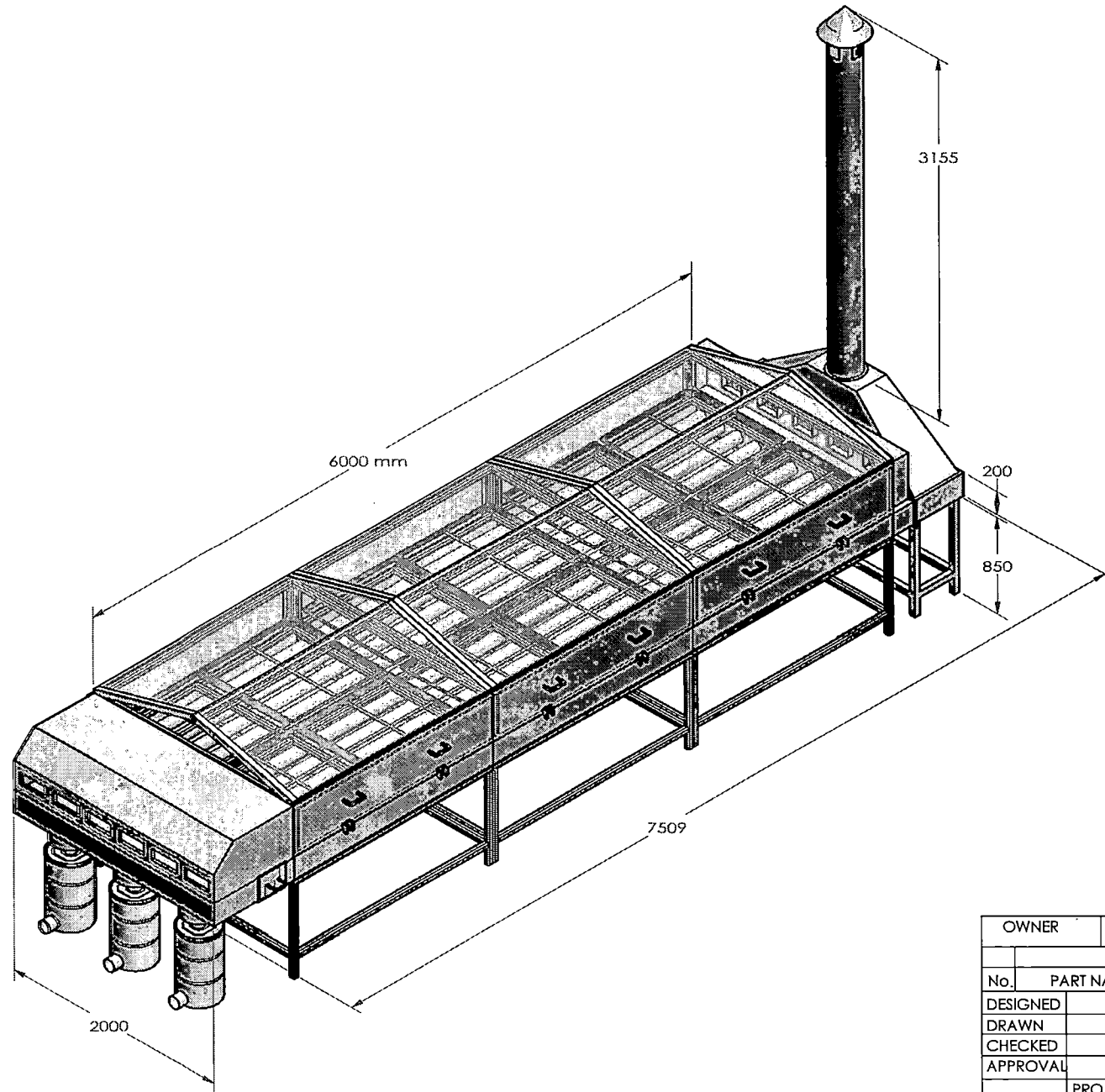


รูปที่ ก.13 การทดสอบหาความชื้นสุดท้ายของพริกแห้ง

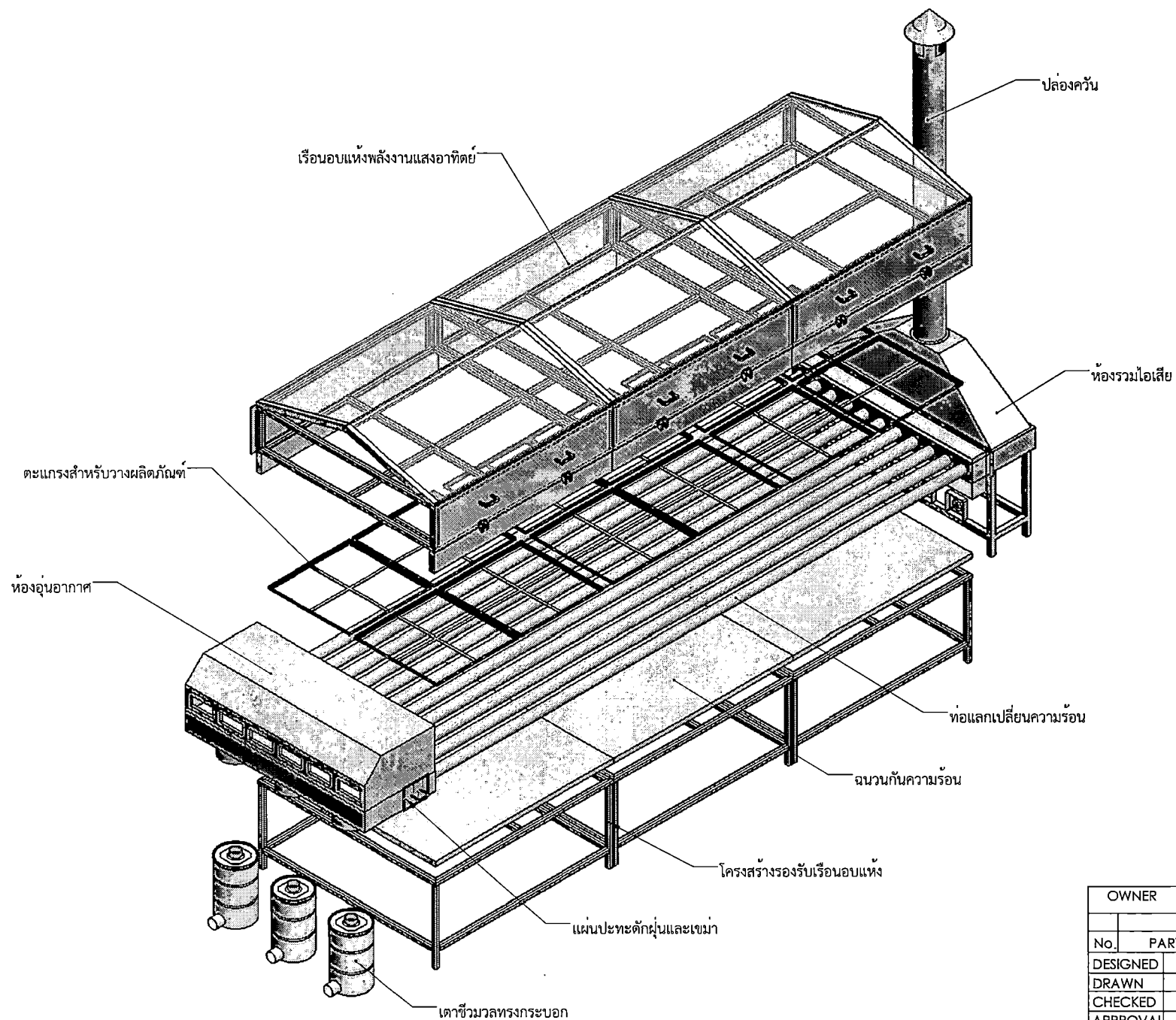
ภาคผนวก ข.
แบบเครื่องอบแห้ง



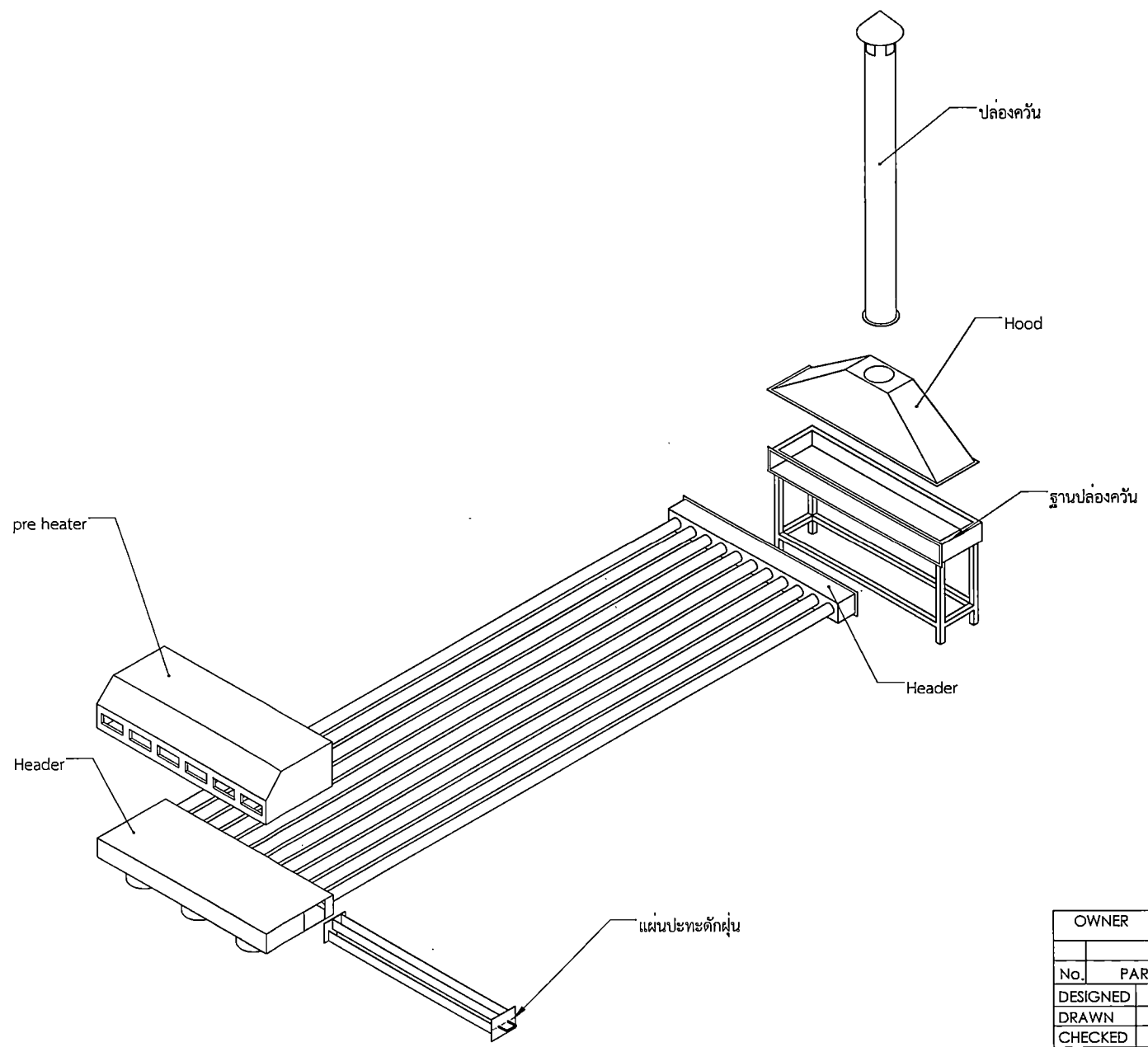
OWNER				
		mm.		
No.	PART NAME	DIMENSION	MATERIAL	Q'TY
DESIGNED			ฐ. Drying system	
DRAWN				
CHECKED				
APPROVAL				
SCALE	PROJECT NAME		RDG60T0104-02	



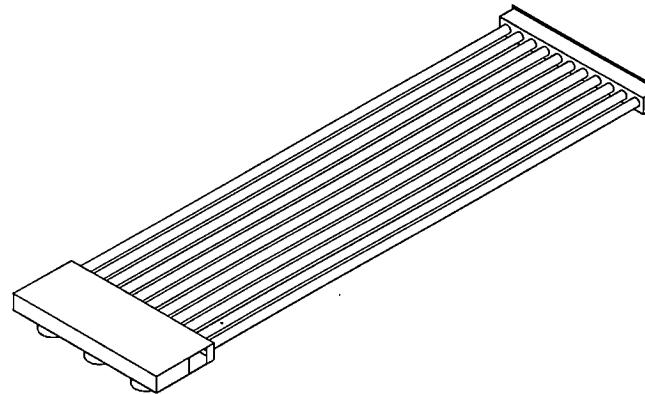
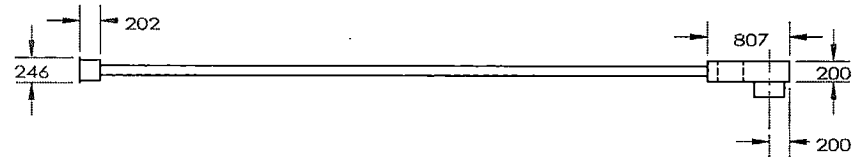
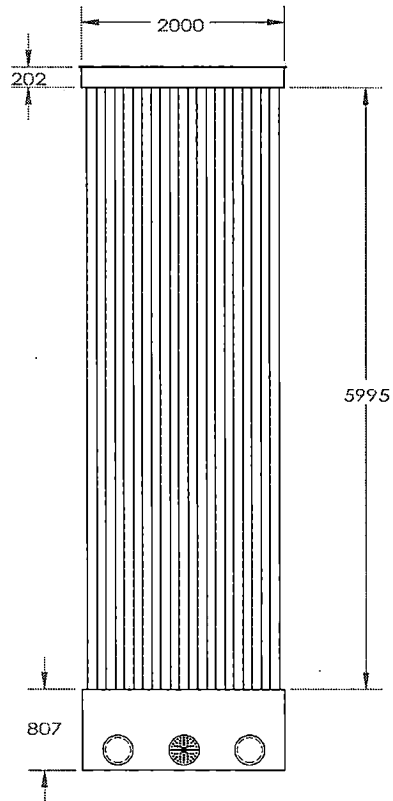
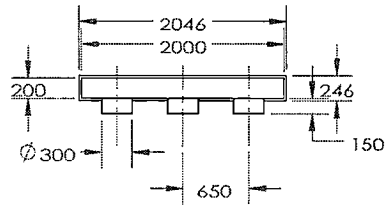
OWNER				
No.	PART NAME	mm.	MATERIAL	QTY
DESIGNED			Drying system	
DRAWN				
CHECKED				
APPROVAL				
SCALE	PROJECT NAME		RDG60T0104-01	



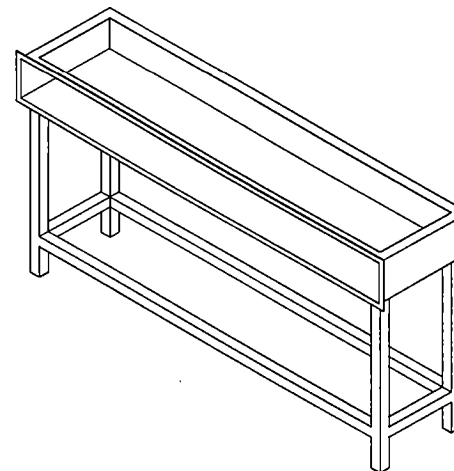
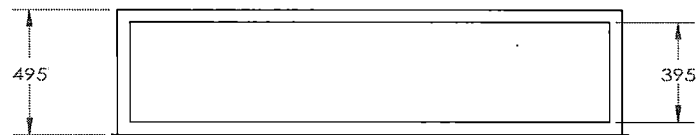
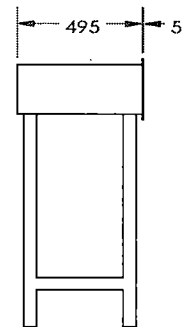
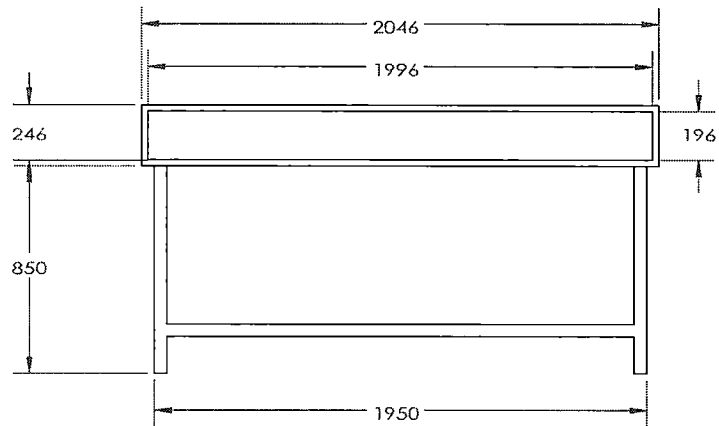
OWNER				
No.	PART NAME	mm.	MATERIAL	Q'TY
DESIGNED			Explode view	
DRAWN				
CHECKED				
APPROVAL				
SCALE	PROJECT NAME		RDG60T0104-03	



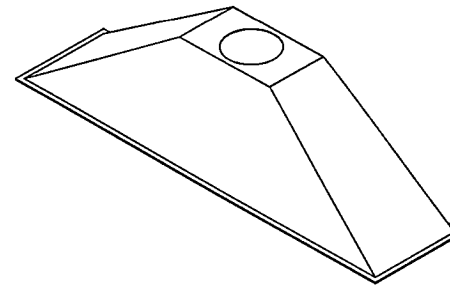
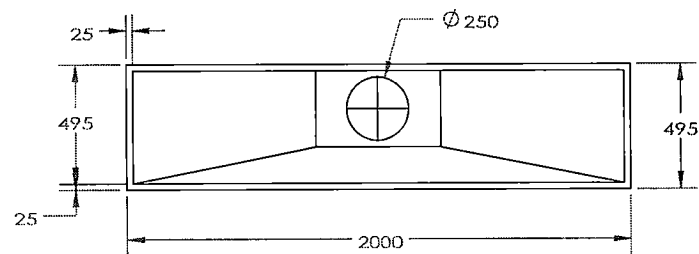
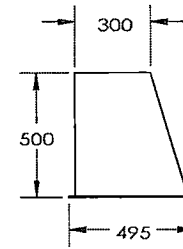
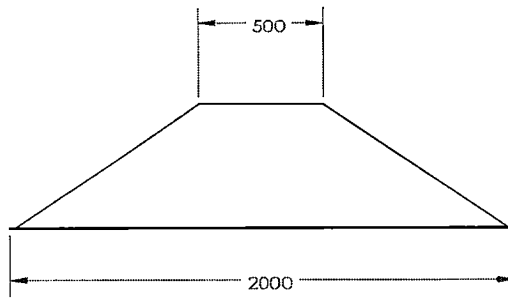
OWNER				
No.	PART NAME	mm.	MATERIAL	Q'TY
DESIGNED			Heat exchanger	
DRAWN				
CHECKED				
APPROVAL				
SCALE	PROJECT NAME			



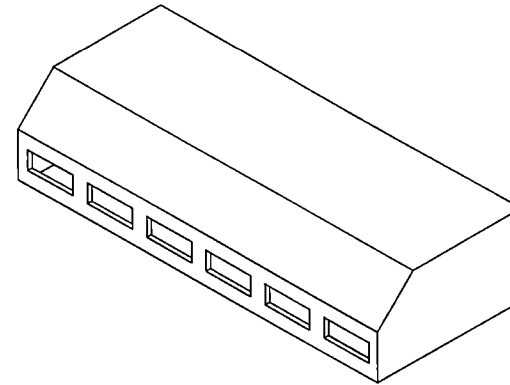
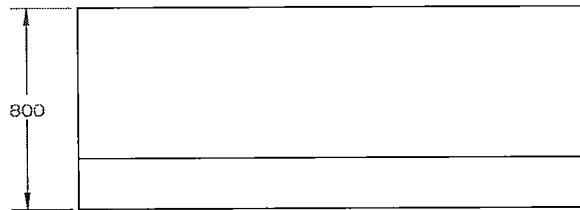
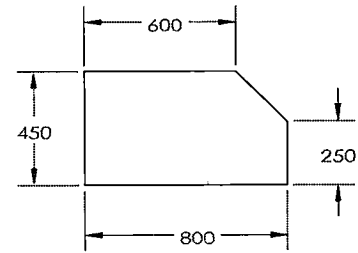
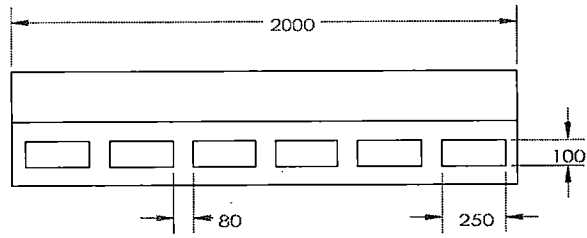
OWNER				
No.	PART NAME	mm.	MATERIAL	QTY
DESIGNED			Heat exchanger	
DRAWN				
CHECKED				
APPROVAL				
SCALE	PROJECT NAME			



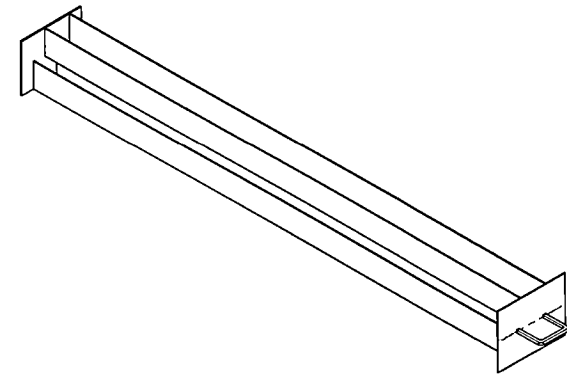
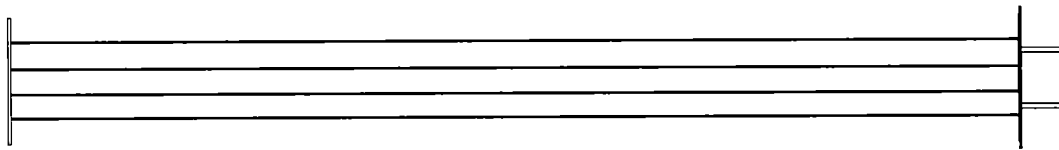
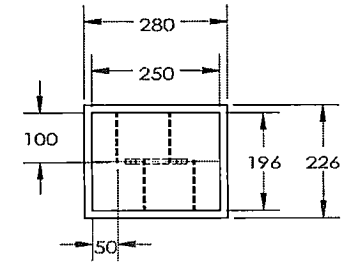
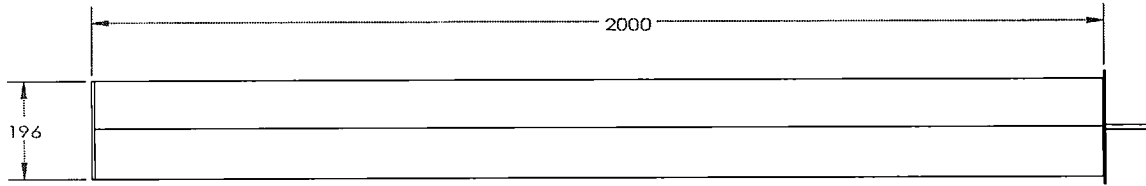
OWNER				
		mm.		
No.	PART NAME	DIMENSION	MATERIAL	Q'TY
DESIGNED			Heat exchanger	
DRAWN				
CHECKED				
APPROVAL				
SCALE	PROJECT NAME			



OWNER				
No.	PART NAME	mm.	MATERIAL	Q'TY
DESIGNED			Hood	
DRAWN				
CHECKED				
APPROVAL				
SCALE	PROJECT NAME			

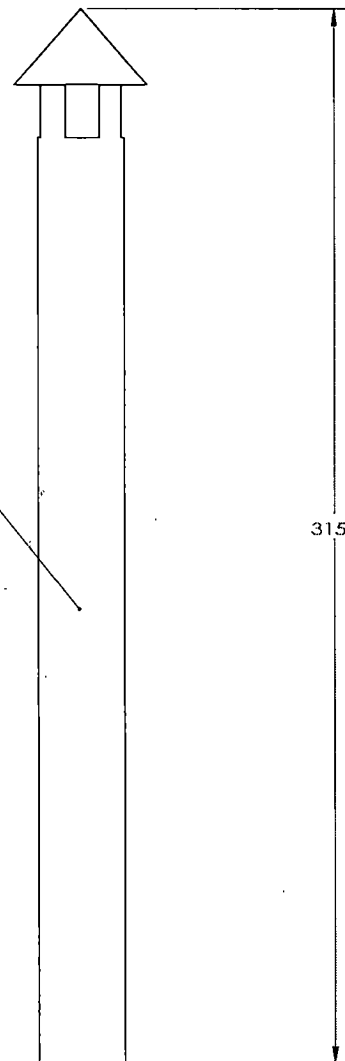


OWNER				
		mm.		
No.	PART NAME	DIMENSION	MATERIAL	Q'TY
DESIGNED			Pre heater	
DRAWN				
CHECKED				
APPROVAL				
SCALE	PROJECT NAME			



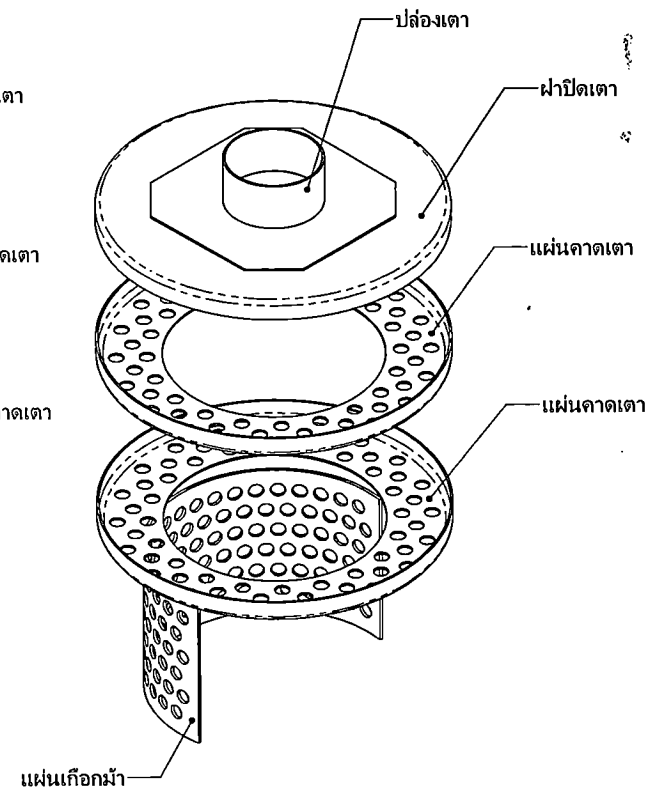
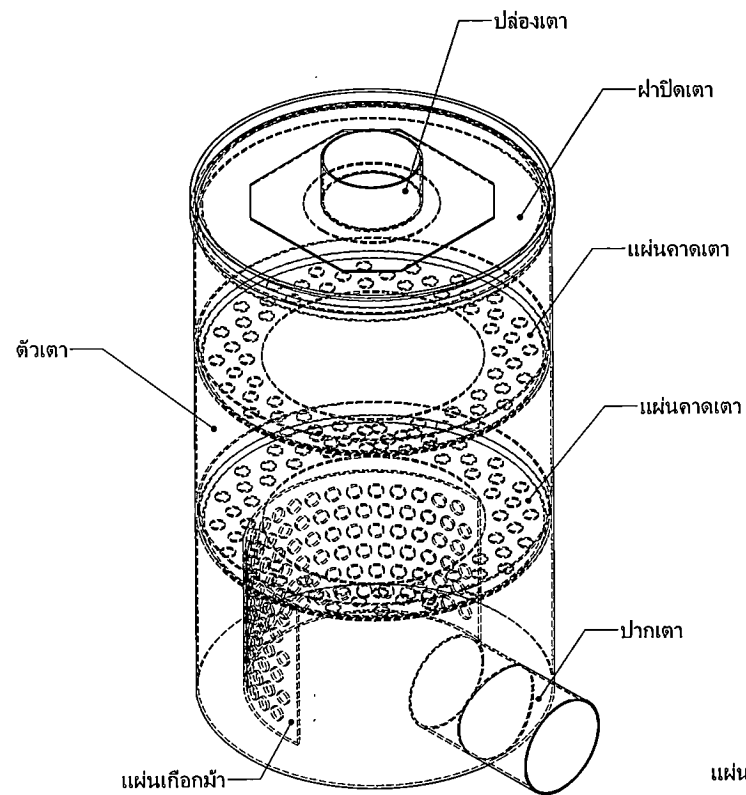
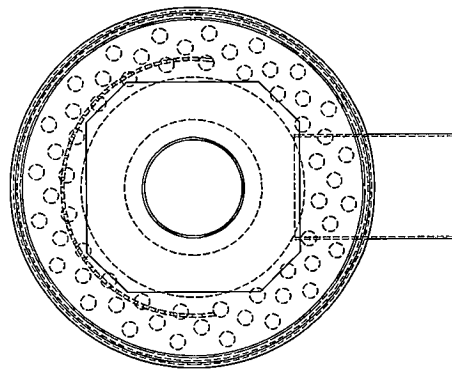
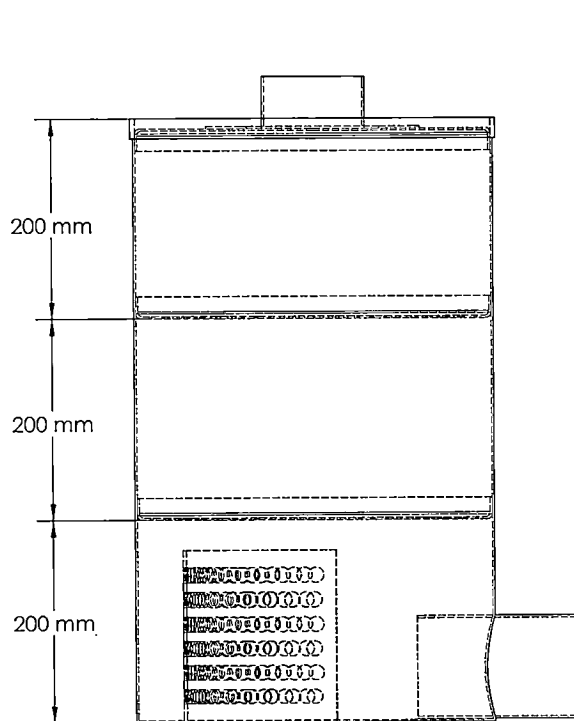
OWNER				
No.	PART NAME	mm.	MATERIAL	Q'TY
DESIGNED			Dust remover	
DRAWN				
CHECKED				
APPROVAL				
SCALE	PROJECT NAME			

เส้นผ่าศูนย์กลาง 250 mm



3150

OWNER					
		mm.			
No.	PART NAME	DIMENSION	MATERIAL	QTY	
DESIGNED			Stack		
DRAWN					
CHECKED					
APPROVAL					
SCALE	PROJECT NAME				

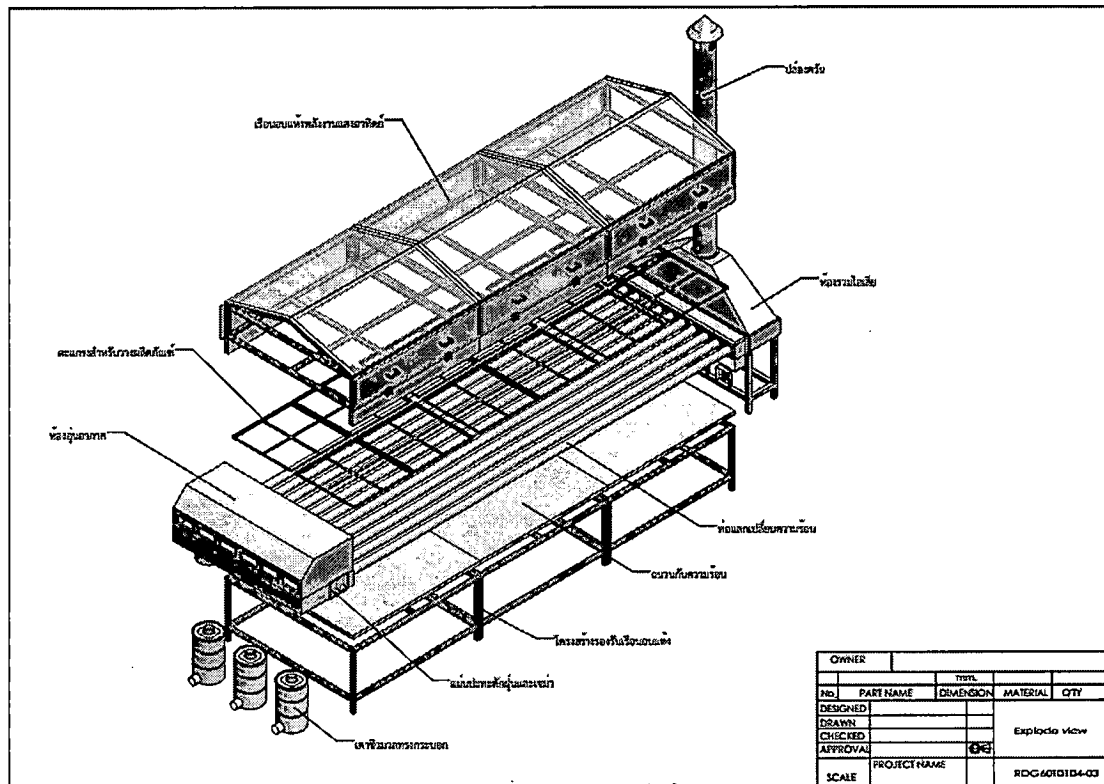


ประกอบเตาชีวมวลทรงกระบอกขนาด SME

SCALE 1:5

OWNER		กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน			
	ประกอบเตา	mm.	SS 400		
No.	PART NAME	DIMENSION	MATERIAL	Q'TY	
DESIGNED	DEDE		"		
DRAWN	PS				
CHECKED	KP				
APPROVAL	KP				
SCALE	PROJECT NAME		DRAWING NO. 1		
	เตาชีวมวลทรงกระบอก SME				

หลักการทำงานของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอก



- วางผลิตภัณฑ์ไว้บนถาด แล้วโหลดเข้าไปในห้องอบ โดยเปิดประตูด้านข้างห้องอบแล้ววางถาดบนชั้นวาง
- เตาชีวมวลทำหน้าที่เป็นแหล่งความร้อนหลัก/เสริมให้กับระบบอบแห้ง
- เปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้จะไหลผ่านแผ่นปะทะเพื่อคัดฝุ่นออกไปไม่ให้เข้าไปเกาะที่ผนังด้านในของท่อส่งก๊าซร้อน
- ก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลเข้าไปในท่อรวมก๊าซ และไหลผ่านแนวท่อกลมซึ่งอยู่ด้านล่างของเครื่องอบแห้ง และมีฉนวนกันความร้อนด้านล่างและด้านข้างป้องกันไม่ให้ความร้อนสูญเสียออกด้านนอก
- ความร้อนที่ไหลผ่านแนวท่อจะเพิ่มอุณหภูมิให้กับห้องอบและถ่ายเทความร้อนให้กับผลิตภัณฑ์
- ก๊าซร้อนไหลออกจากท่อนำก๊าซร้อนไหลไปที่ด้านท้ายของเครื่องอบและไหลออกทางปล่องควัน
- พัดลมดูดอากาศจะดึงเอาความชื้นที่ออกจากผลิตภัณฑ์ออกไปโดยอากาศที่ไหลเข้ามาแทนที่จะถูกเพิ่มอุณหภูมิบริเวณด้านบนของท่อรวมก๊าซร้อนส่วนหน้า

ทำให้อากาศไหลเข้าเครื่องอบมีอุณหภูมิสูง ทำให้อุณหภูมิในห้องอบมีอุณหภูมิสูงคงที่ โดยไม่ทำให้อุณหภูมิในห้องอบลดลงเหมือนกับกรณีดึงเอาอากาศเย็นเข้าแทนที่

- การปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมในการอบสามารถปรับได้จากการปรับอัตราการเผาไหม้ โดยการหืออากาศที่เข้าไปเผาไหม้ที่ช่องอากาศเข้าด้านล่างของเตาซีมวลทรงกระบอก

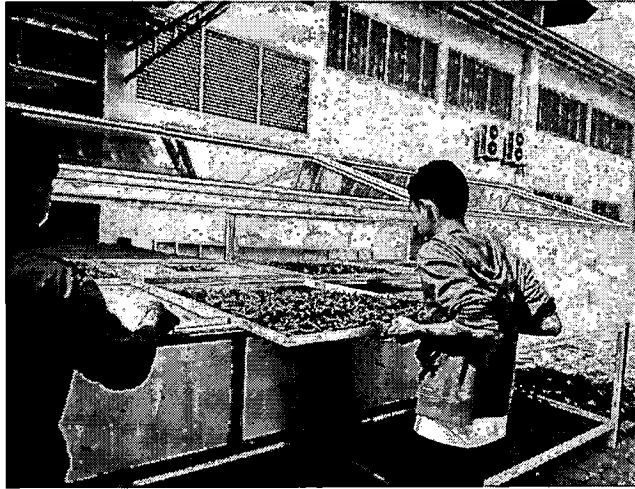
ภาคผนวก ค.
ภาพการดำเนินการทดลอง



รูปที่ ค.1 เตรียมพริกใส่ตะแกรงตาก ตะแกรงละ 5 kg



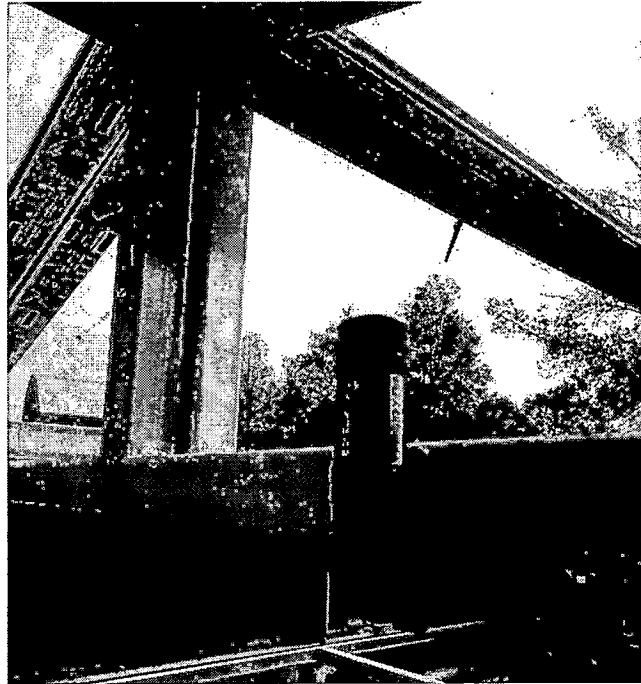
รูปที่ ค.2 เตรียมพริกใส่ตะแกรงตากเล็ก ตะแกรงละ 0.5 kg



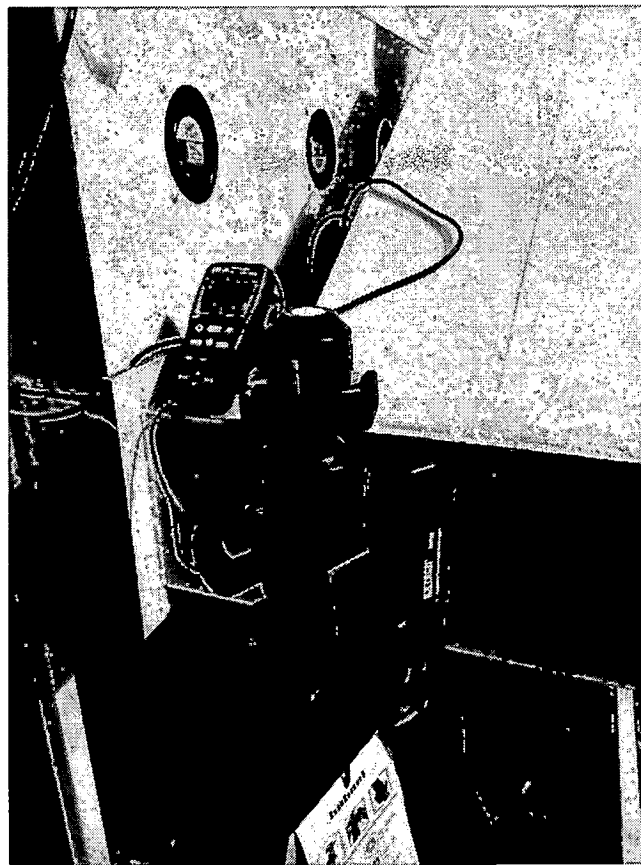
รูปที่ ค.3 นำพริกที่เตรียมไว้ใส่ในเครื่องอบแห้ง



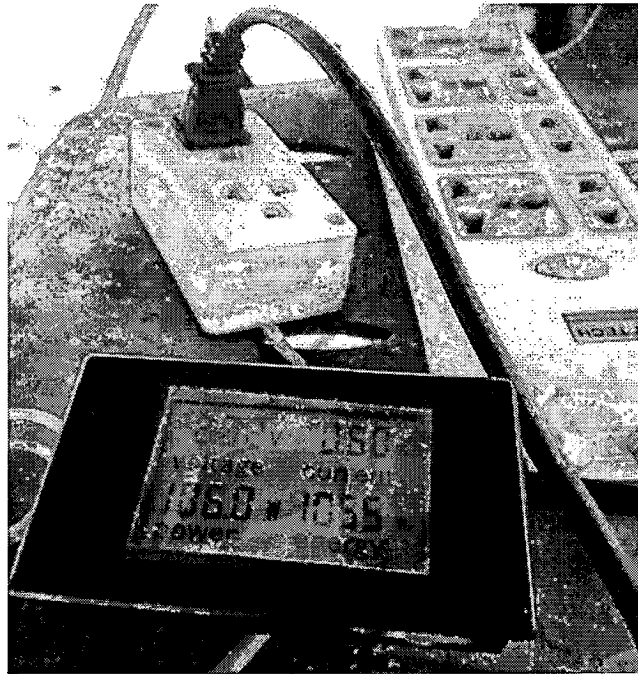
รูปที่ ค.4 นำพริกที่เตรียมไว้ตากแดดโดยตรง



รูปที่ ค.5 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง



รูปที่ ค.6 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องบันทึกความเข้มแสง อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์นอกเครื่องอบแห้ง



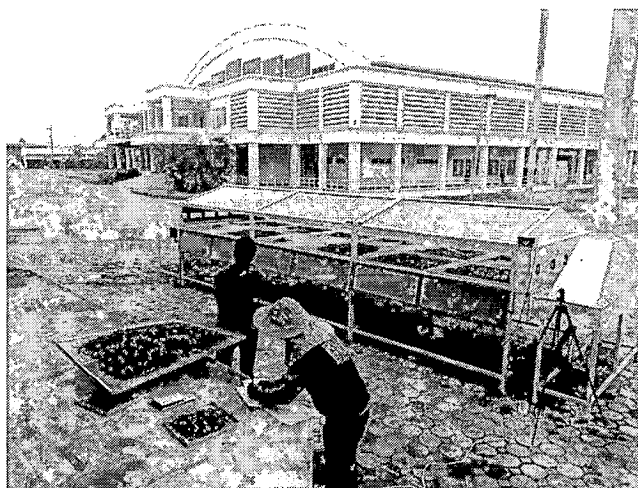
รูปที่ ค.7 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ ค.8 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสิ่งแวดล้อม



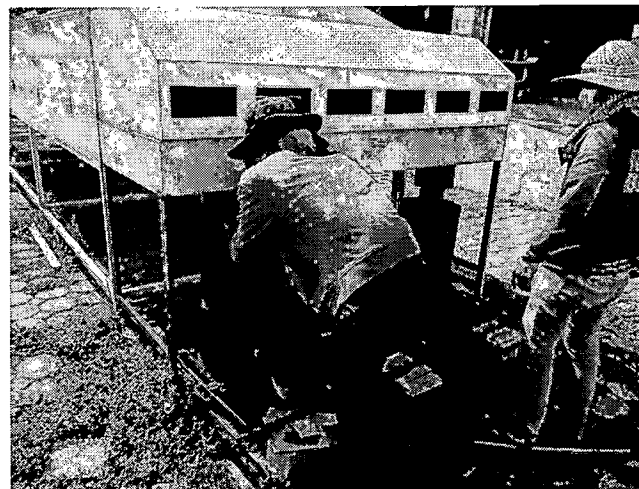
รูปที่ ค.9 นำพริกที่อยู่ในตะแกรงเล็ก มาชั่งน้ำหนักทุก ๆ 1 ชั่วโมง



รูปที่ ค.10 นำพริกที่อยู่ในตะแกรงเล็กและตะแกรงใหญ่ มาชั่งน้ำหนักทุกเข้าก่อนเข้าห้องอบและหลังจากอบแห้งเสร็จแต่ละวัน



รูปที่ ค.11 บันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทุก ๆ 15 นาที



รูปที่ ค.12 การติดตั้งเตาชีวมวลทรงกระบอ



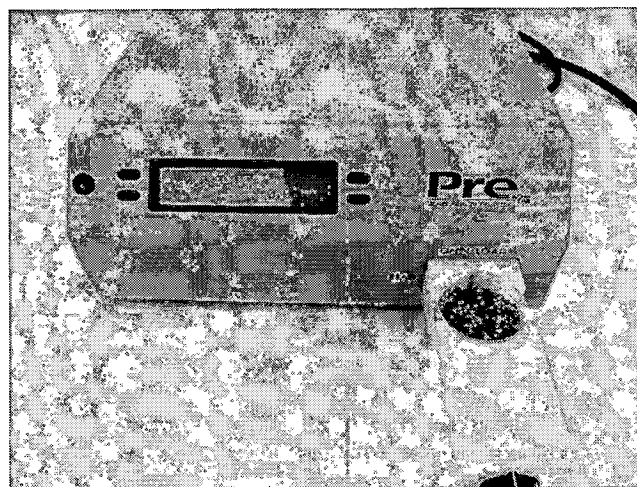
รูปที่ ค.13 บันทึกน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้



รูปที่ ค.14 การอบแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอ



รูปที่ ค.15 เตรียมพริกสำหรับส่งวิเคราะห์ห่อพลาสติกที่ออกซิ



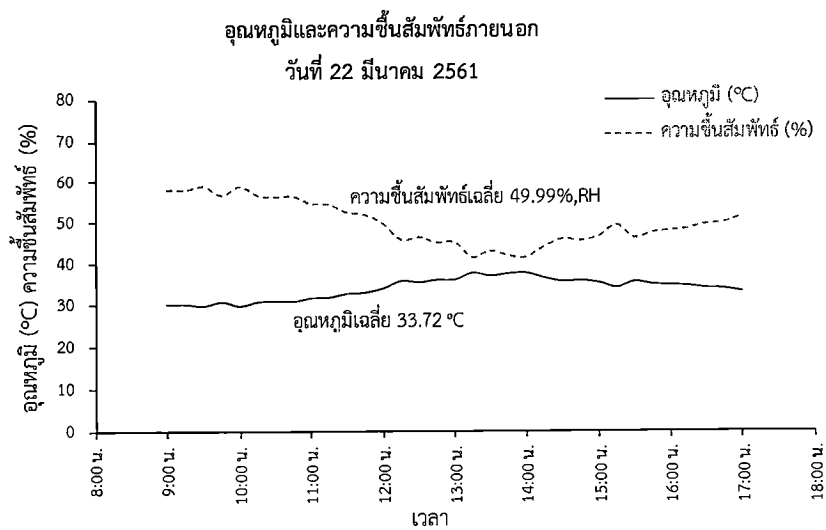
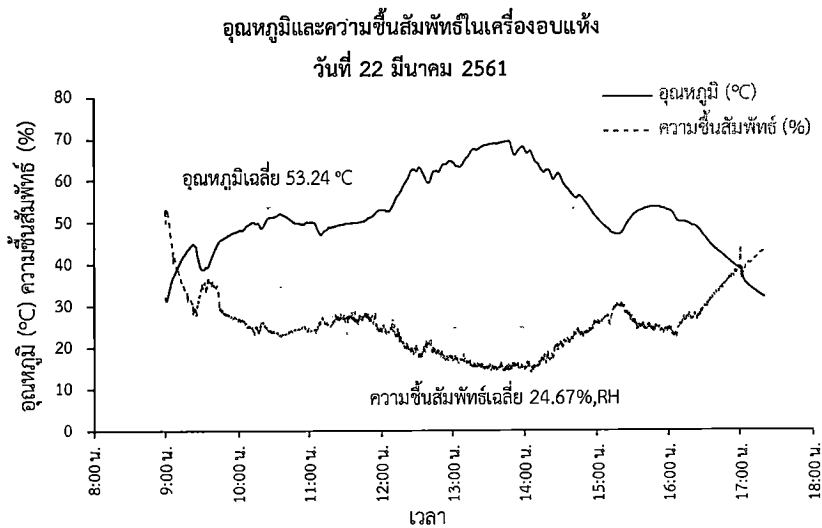
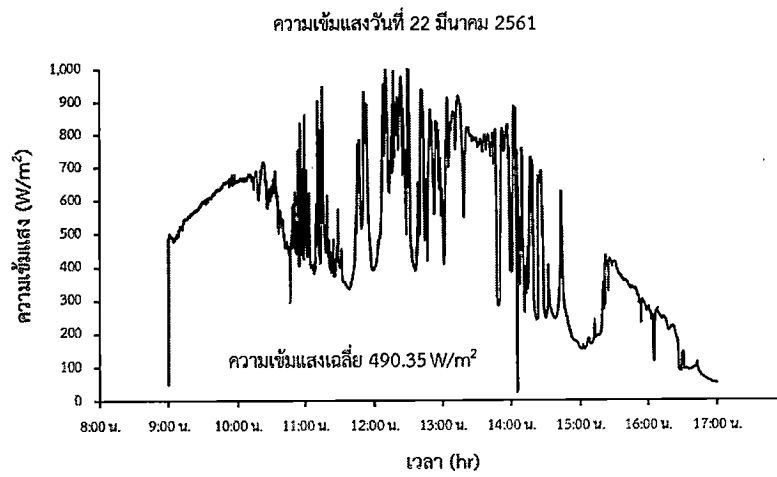
รูปที่ ค.16 นำพริกแห้งที่ได้ไปวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี

ภาคผนวก ง.

กราฟความเข้มแสง

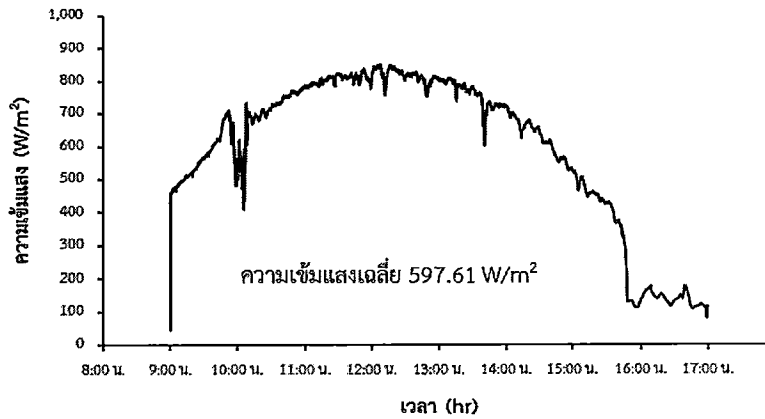
อุณหภูมิความชื้นแต่ละวัน

22 มีนาคม 2561

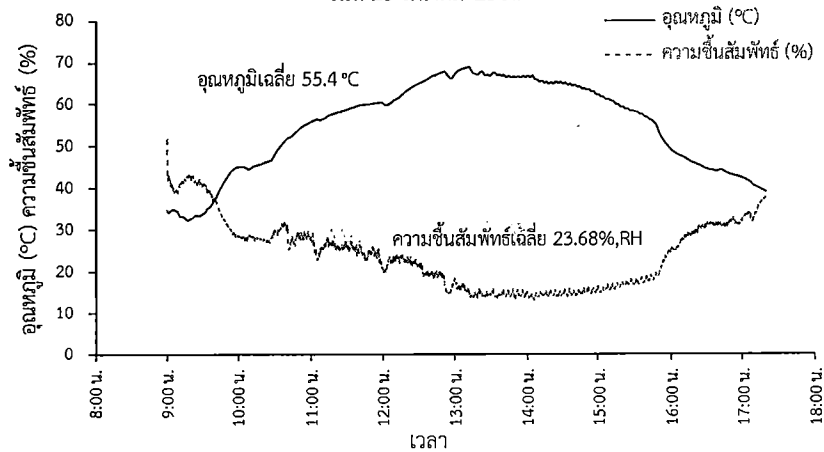


23 มีนาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 23 มีนาคม 2561

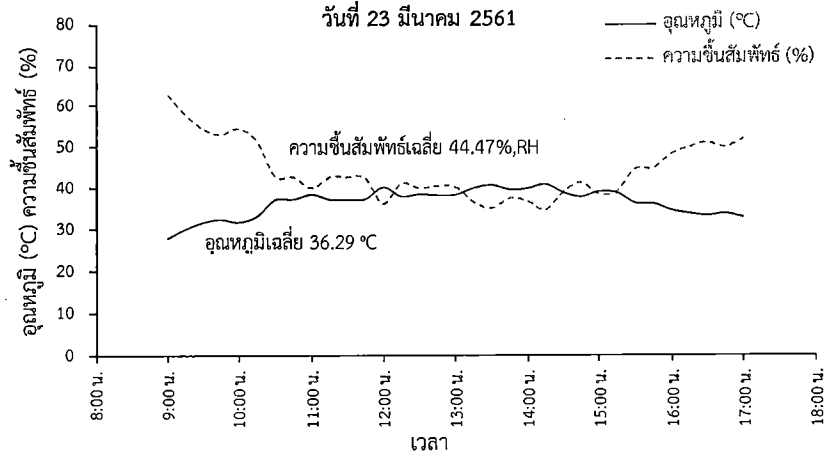


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอบแห้ง
วันที่ 23 มีนาคม 2561



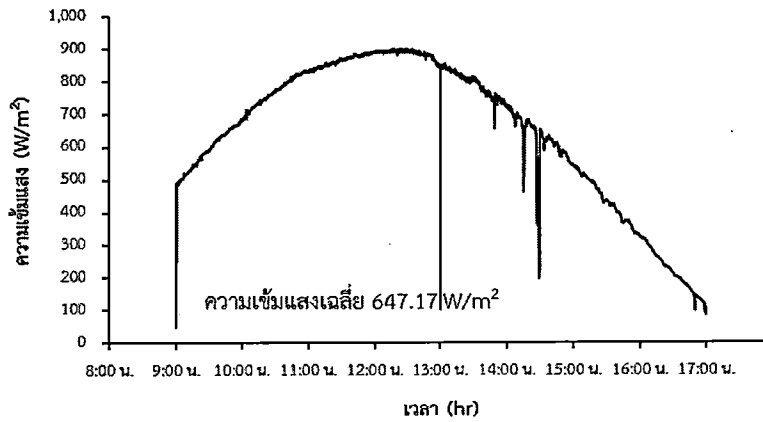
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 23 มีนาคม 2561

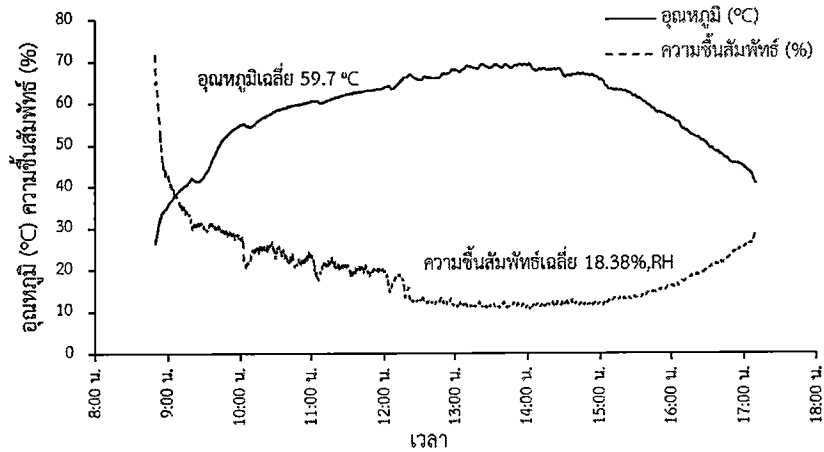


24 มีนาคม 2561

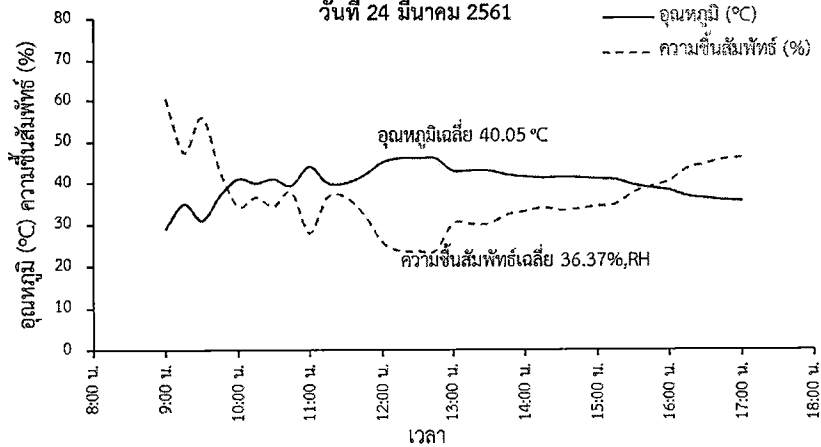
ความเข้มแสงวันที่ 24 มีนาคม 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอบแห้ง
วันที่ 24 มีนาคม 2561

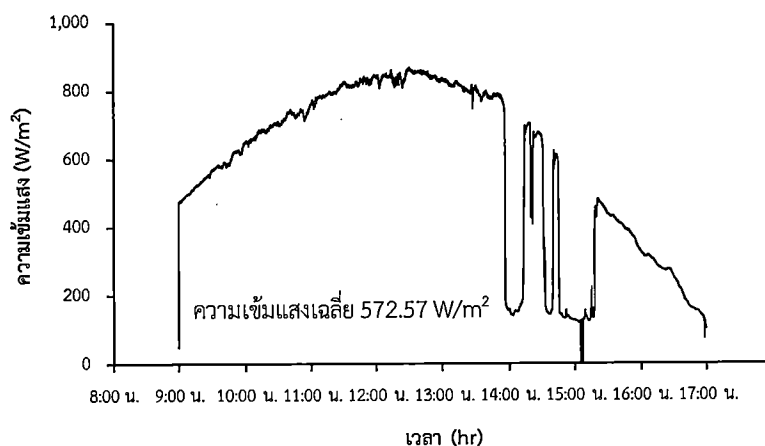


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก
วันที่ 24 มีนาคม 2561



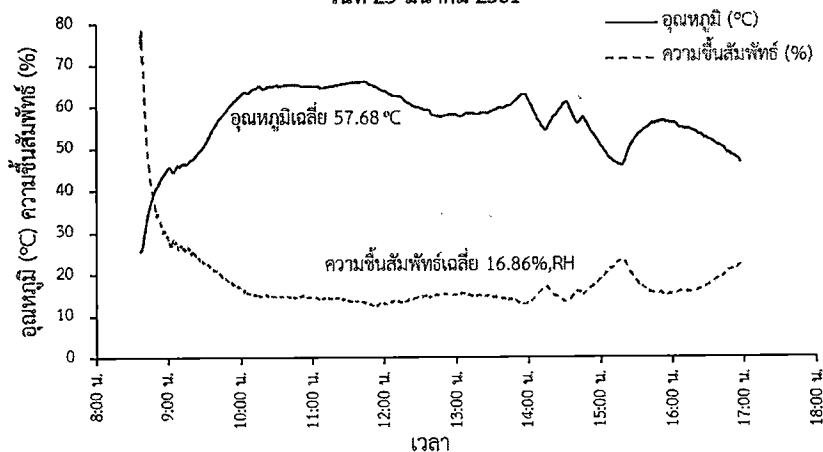
25 มีนาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 25 มีนาคม 2561



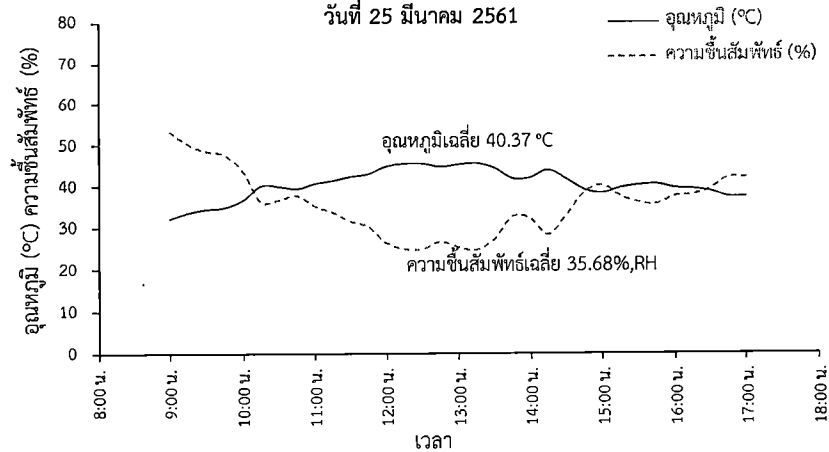
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอบแห้ง

วันที่ 25 มีนาคม 2561



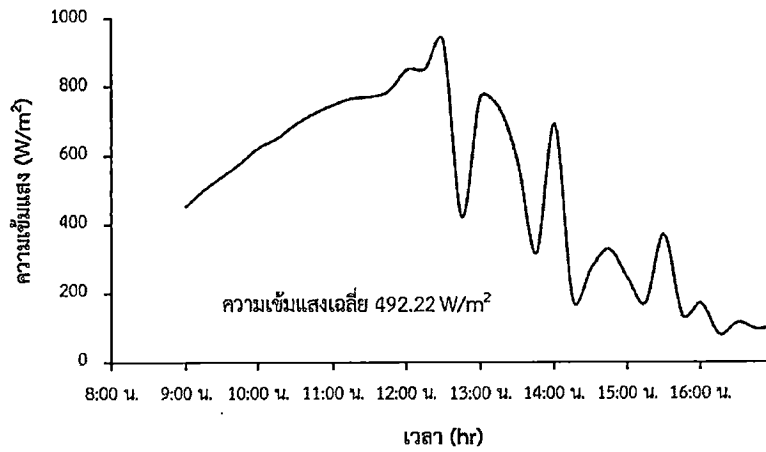
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 25 มีนาคม 2561

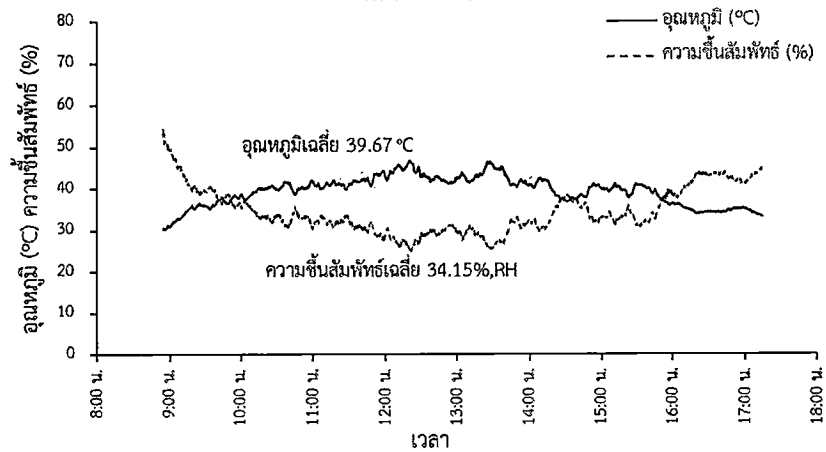


26 มีนาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 26 เมษายน 2561

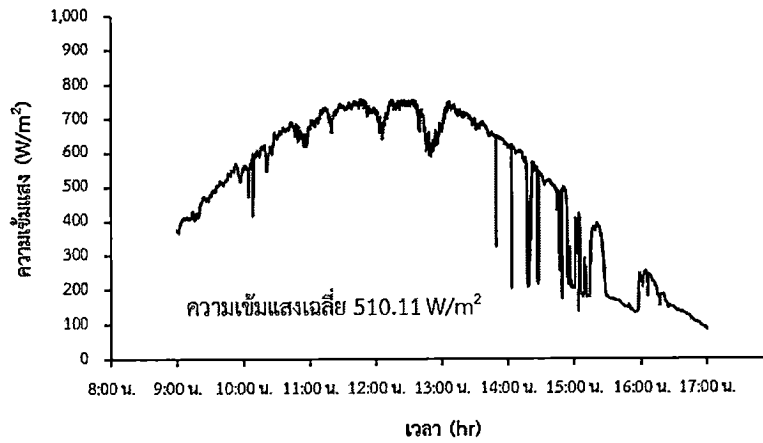


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก
วันที่ 26 มีนาคม 2561



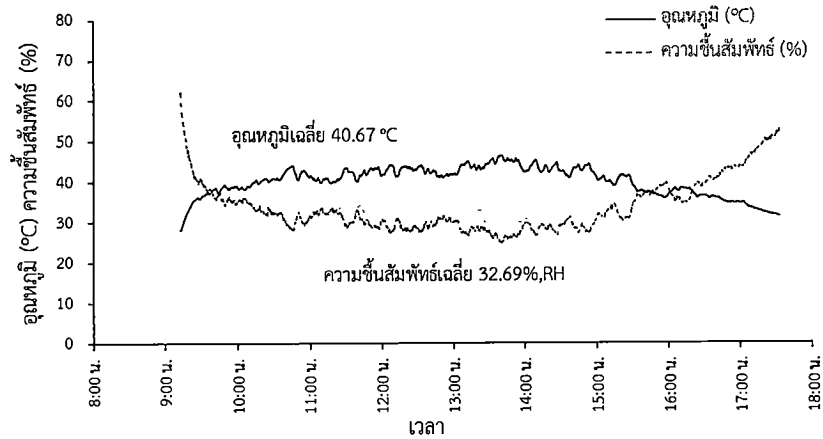
27 มีนาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 27 มีนาคม 2561



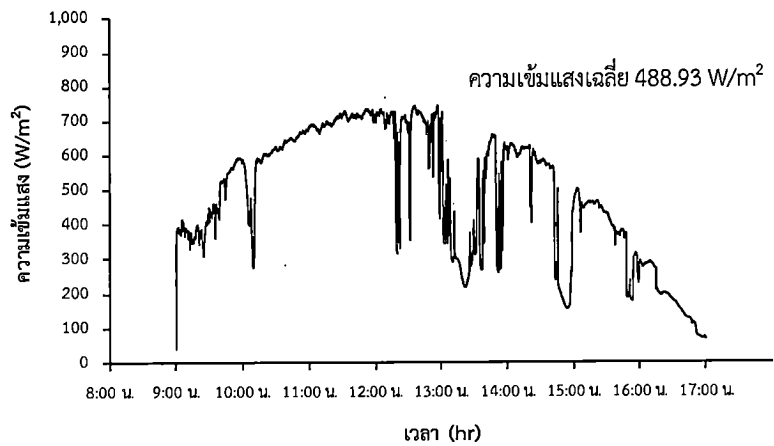
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 27 มีนาคม 2561



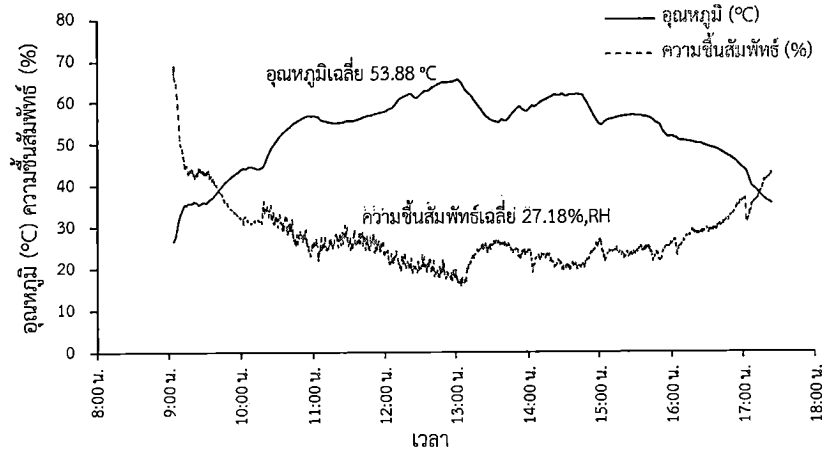
28 มีนาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 28 มีนาคม 2561



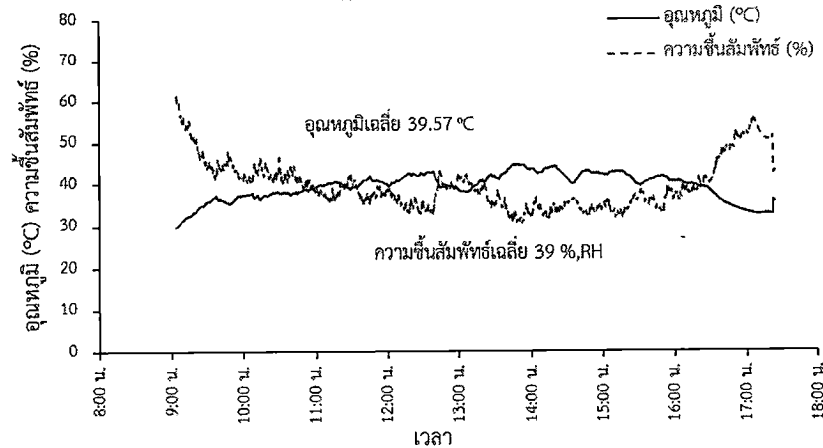
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอบแห้ง

วันที่ 28 มีนาคม 2561



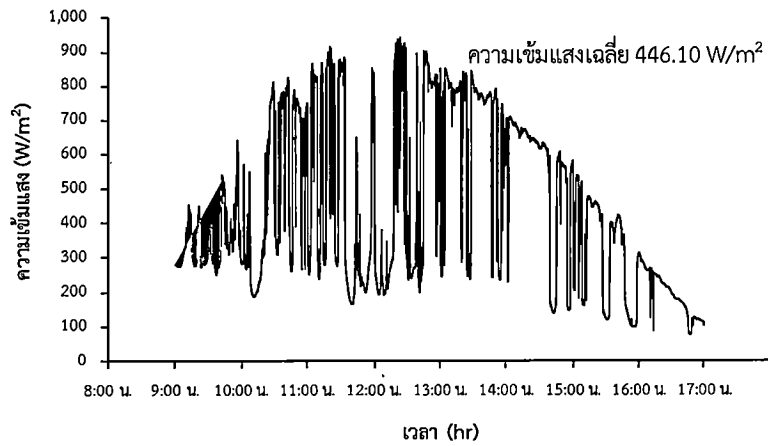
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 28 มีนาคม 2561



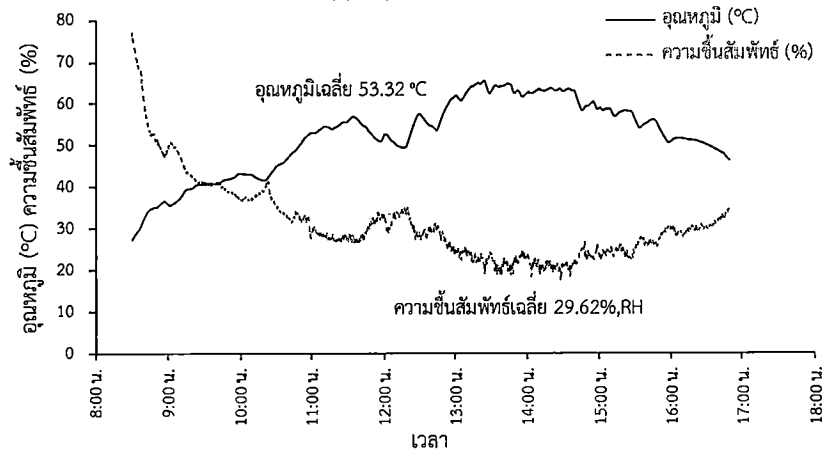
29 มีนาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 29 มีนาคม 2561



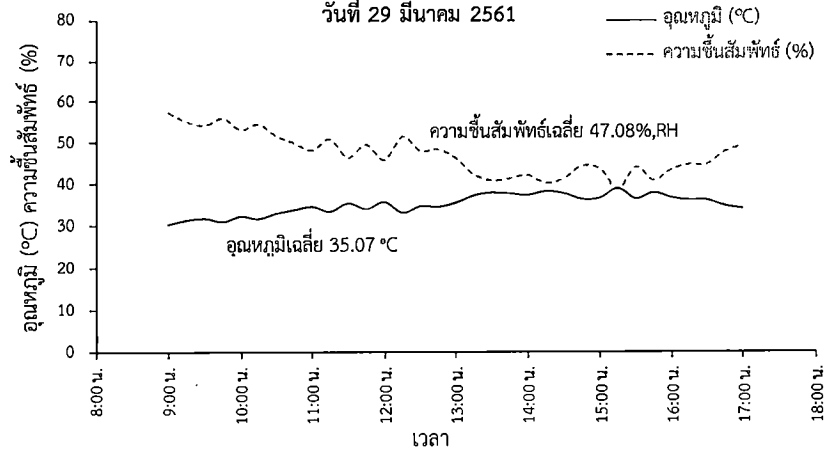
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอบแห้ง

วันที่ 29 มีนาคม 2561



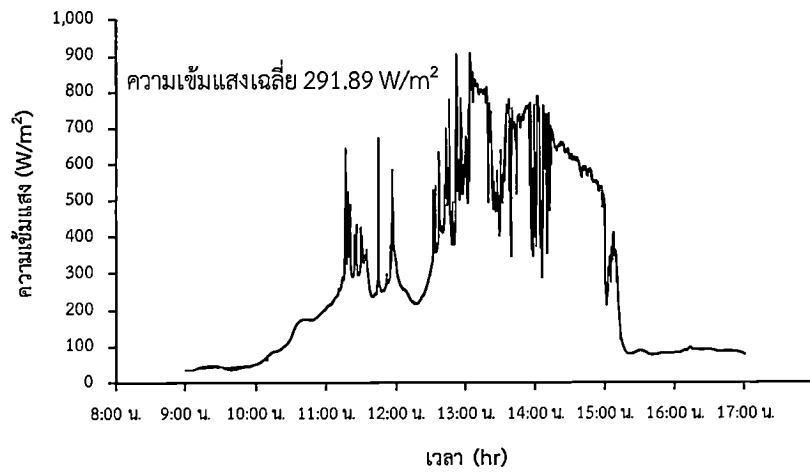
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 29 มีนาคม 2561



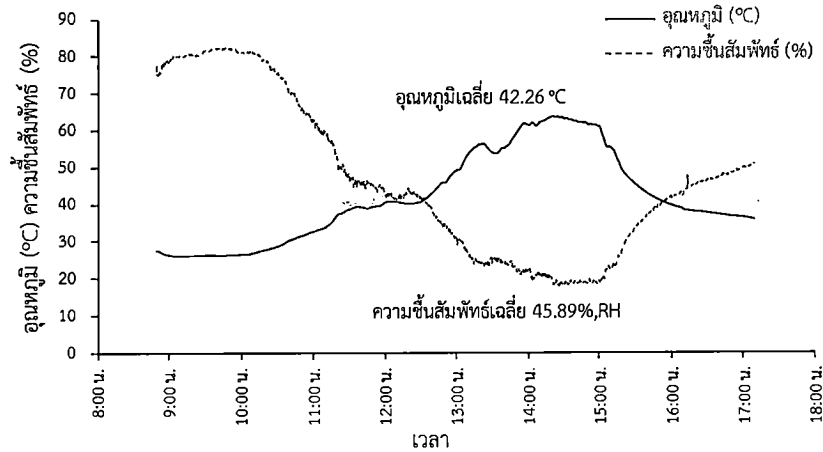
30 มีนาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 30 มีนาคม 2561



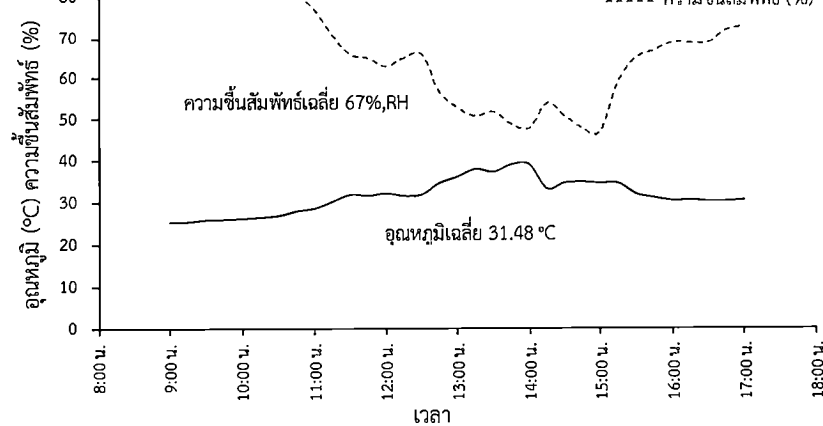
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอบแห้ง

วันที่ 30 มีนาคม 2561



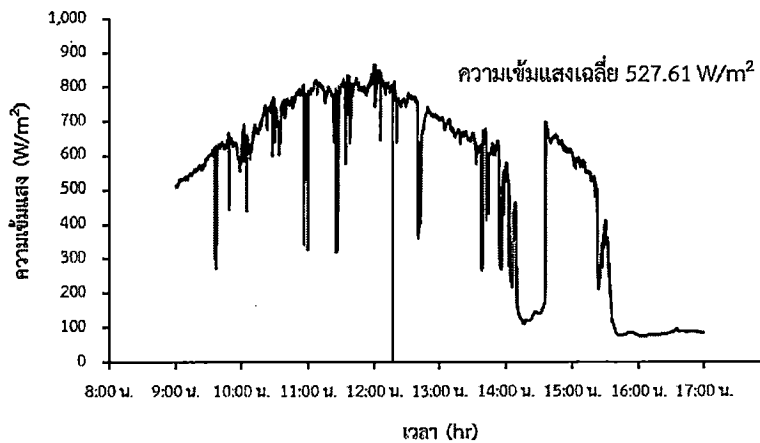
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 30 มีนาคม 2561

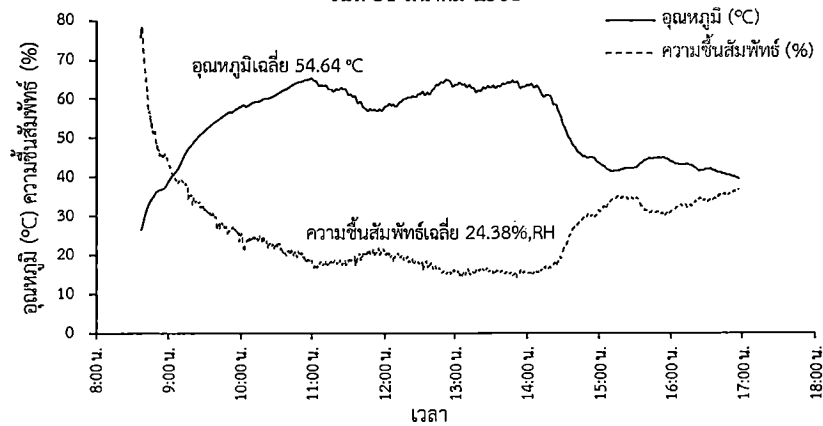


31 มีนาคม 2561

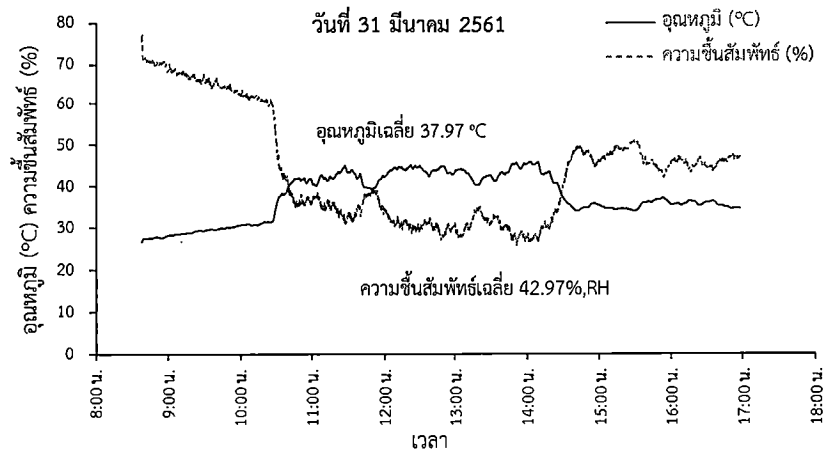
ความเข้มแสงวันที่ 31 มีนาคม 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอบแห้ง
วันที่ 31 มีนาคม 2561

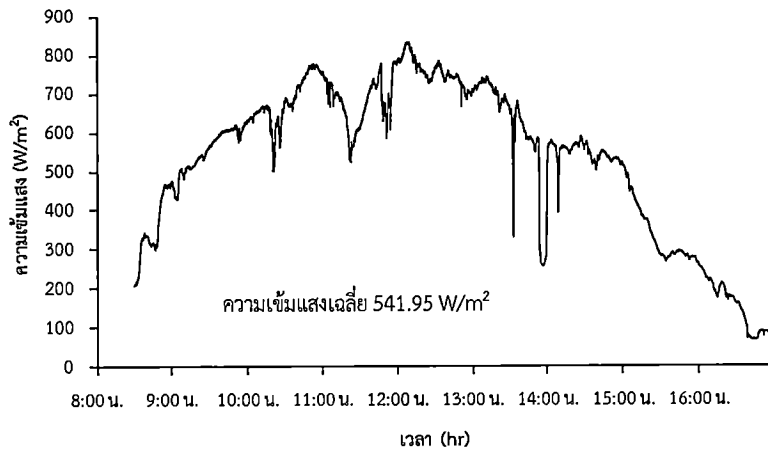


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก
วันที่ 31 มีนาคม 2561



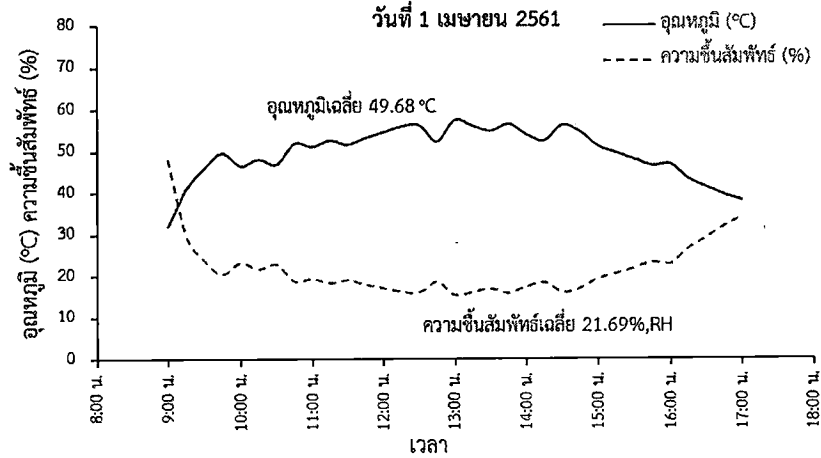
1 เมษายน 2561

ความเข้มแสงวันที่ 1 เมษายน 2561



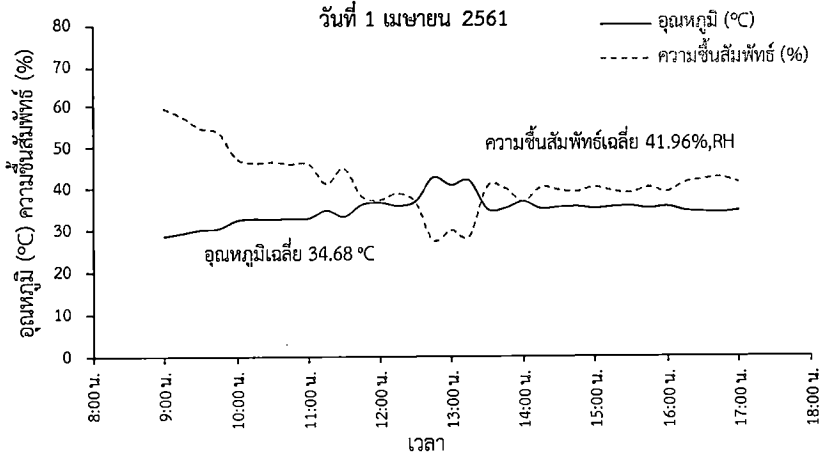
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 1 เมษายน 2561



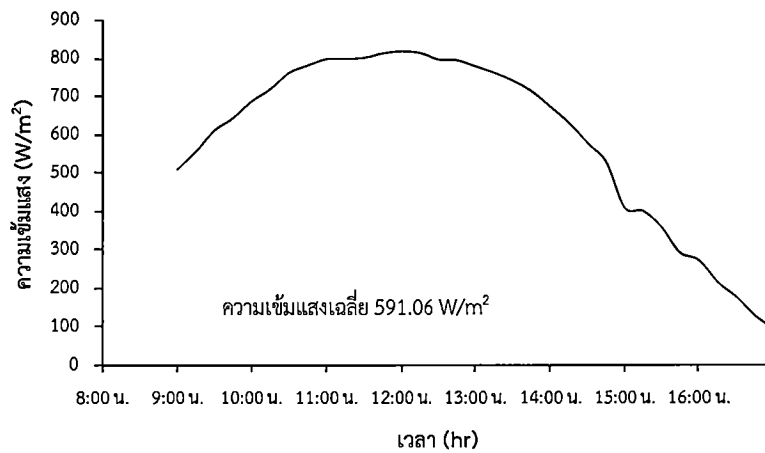
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 1 เมษายน 2561

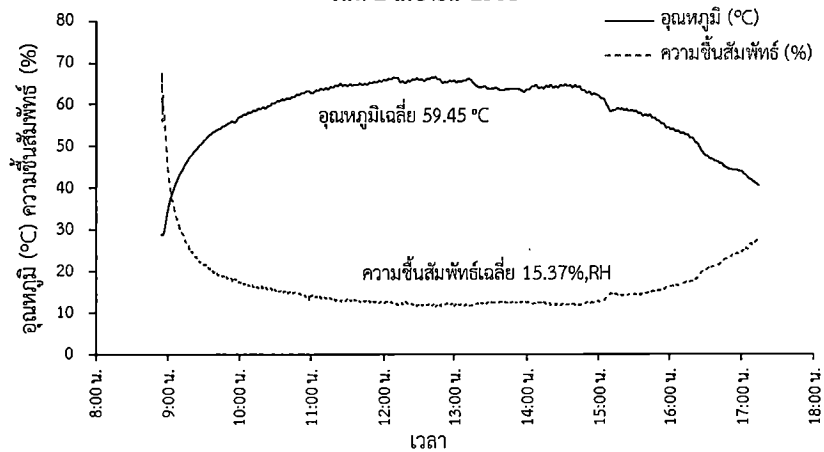


2 เมษายน 2561

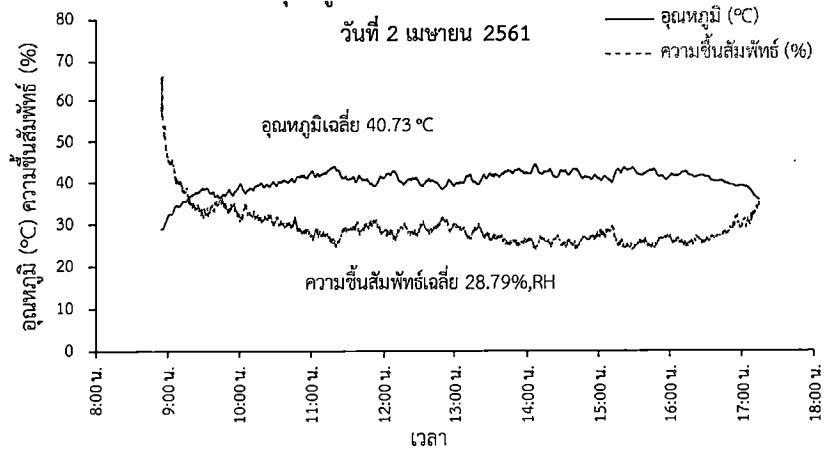
ความเข้มแสงวันที่ 2 เมษายน 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอบแห้ง
วันที่ 2 เมษายน 2561

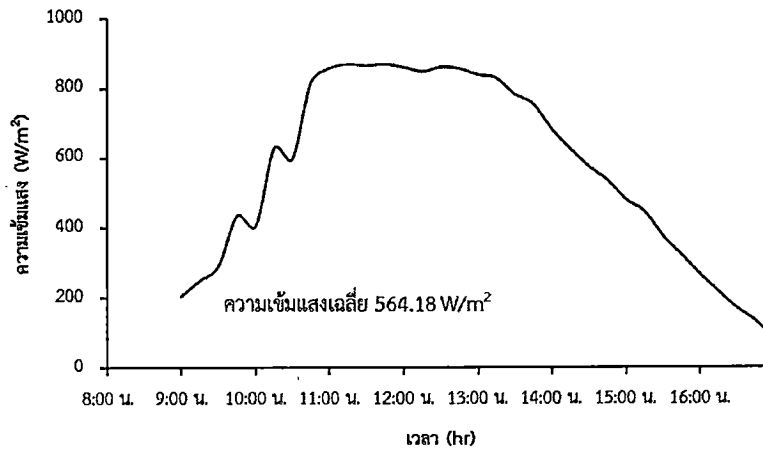


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก
วันที่ 2 เมษายน 2561



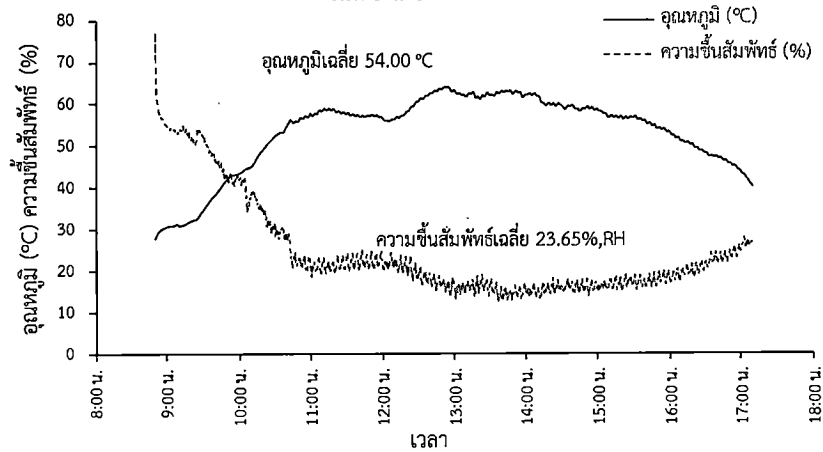
3 เมษายน 2561

ความเข้มแสงวันที่ 3 เมษายน 2561



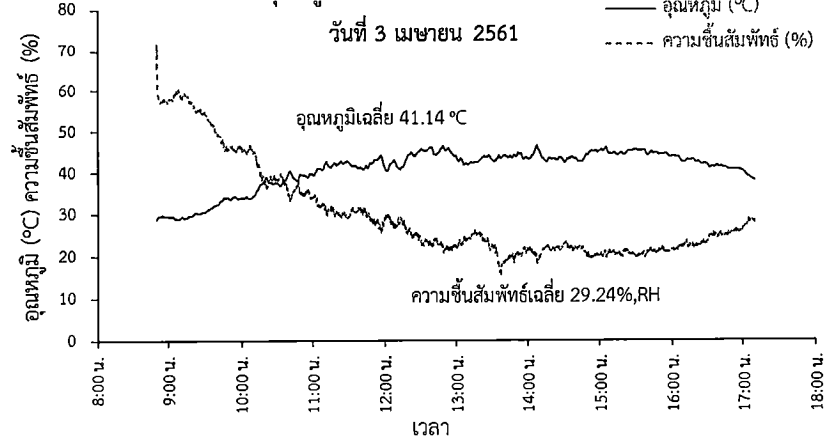
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอบแห้ง

วันที่ 3 เมษายน 2561



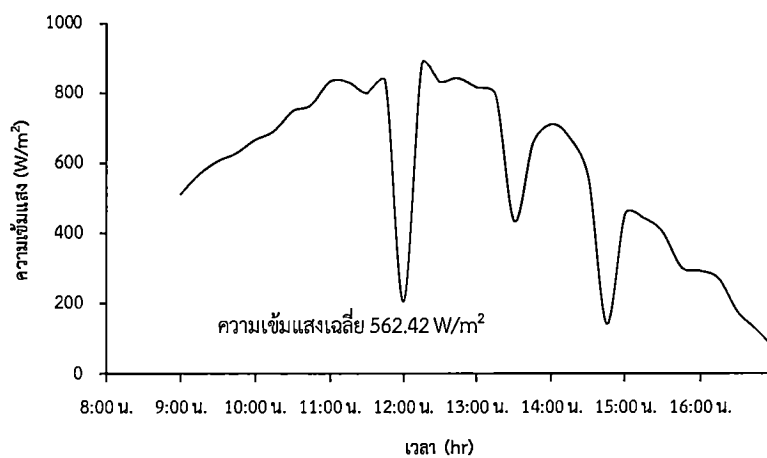
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 3 เมษายน 2561

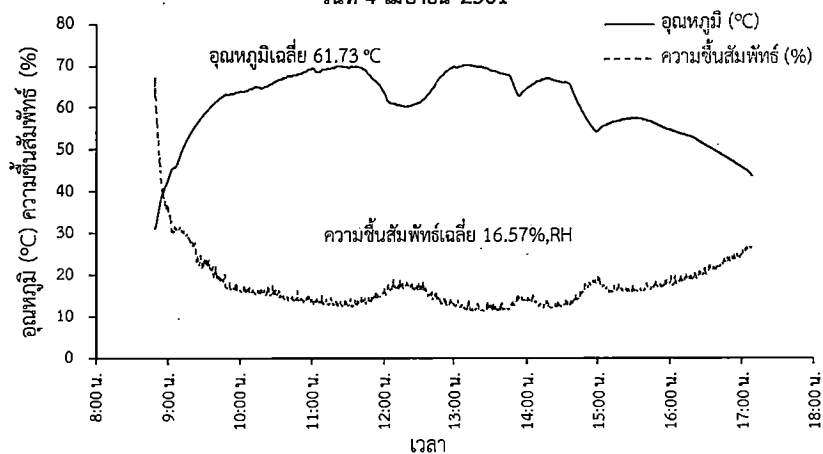


4 เมษายน 2561

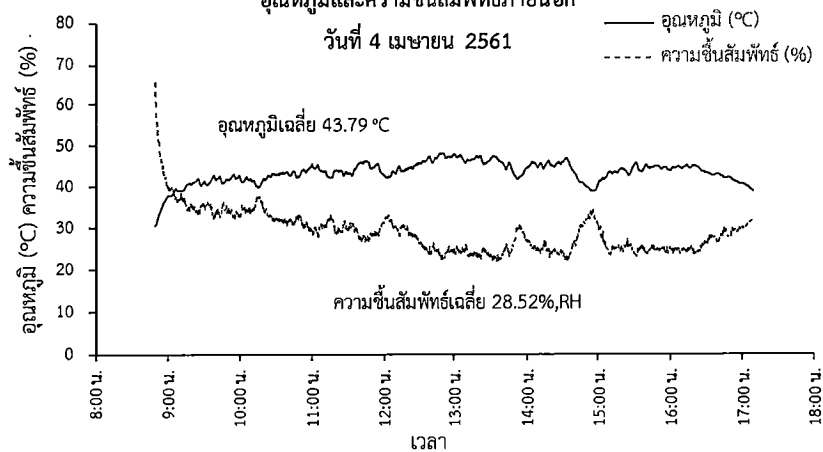
ความเข้มแสงวันที่ 4 เมษายน 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง
วันที่ 4 เมษายน 2561

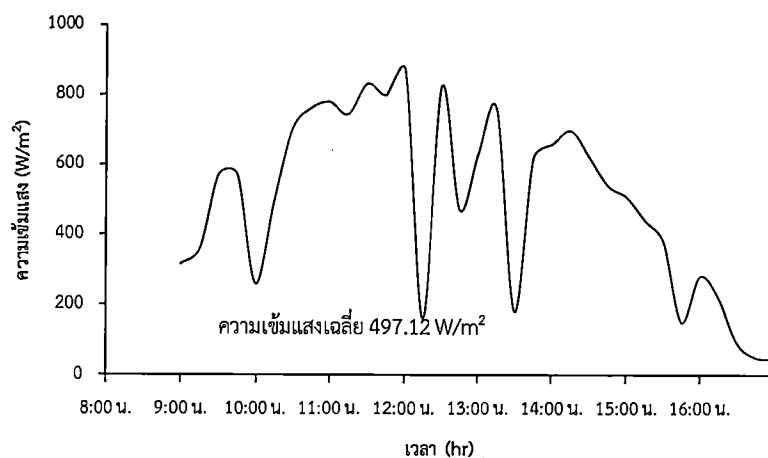


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก
วันที่ 4 เมษายน 2561

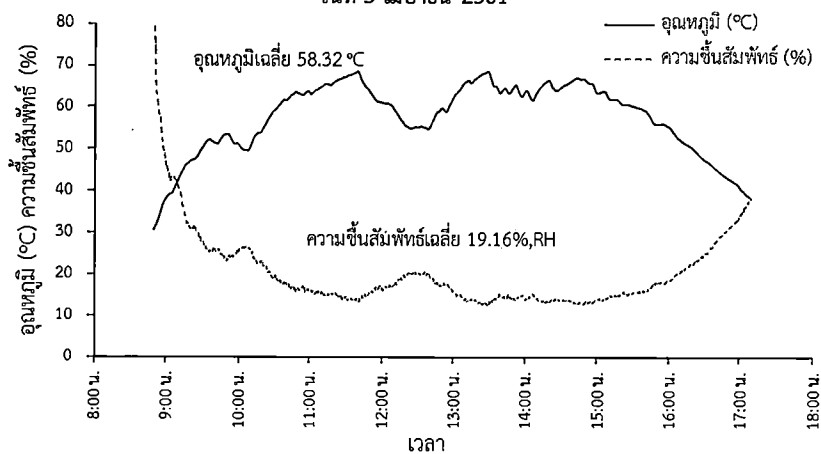


5 เมษายน 2561

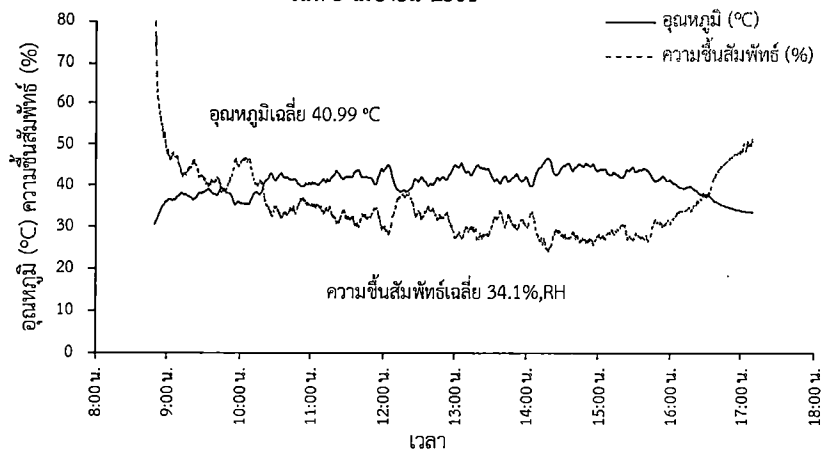
ความเข้มแสงวันที่ 5 เมษายน 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง
วันที่ 5 เมษายน 2561

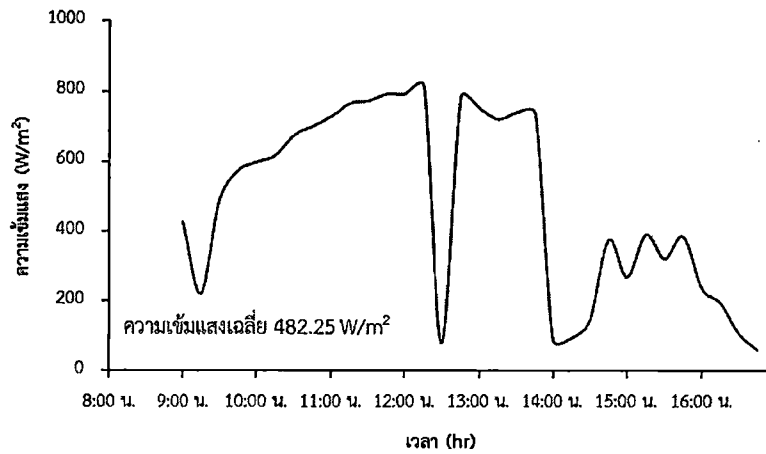


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก
วันที่ 5 เมษายน 2561



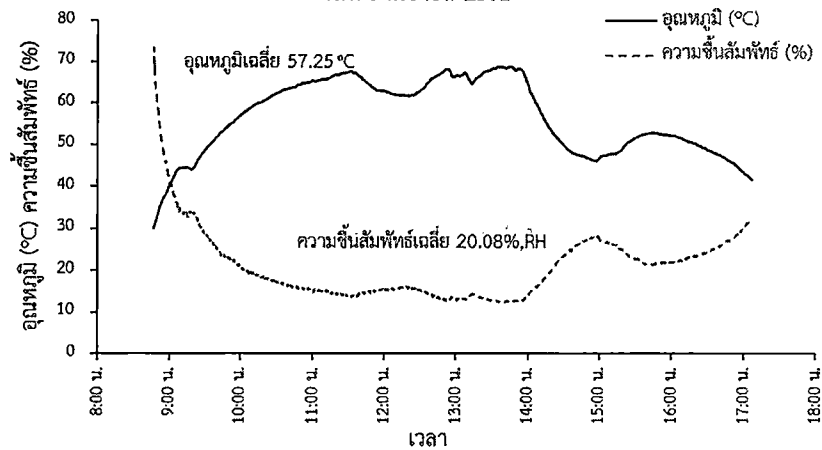
6 เมษายน 2561

ความเข้มแสงวันที่ 6 เมษายน 2561



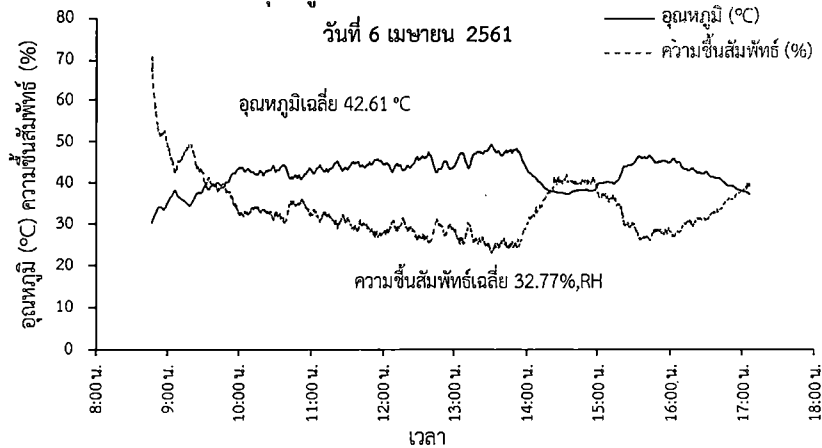
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 6 เมษายน 2561

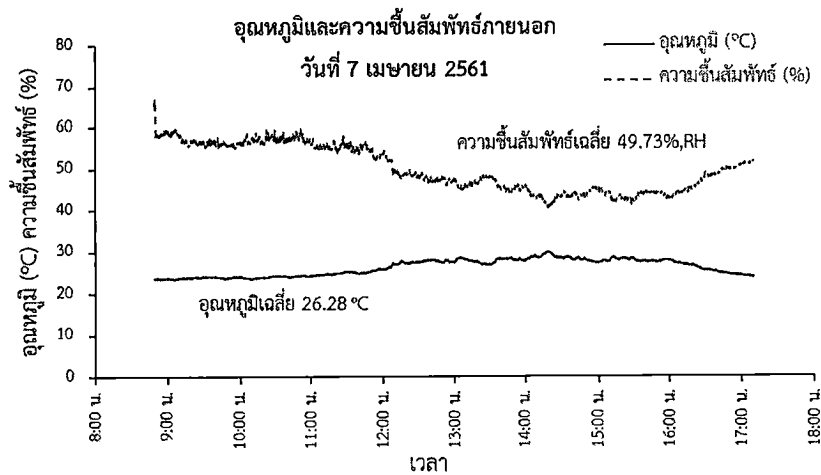
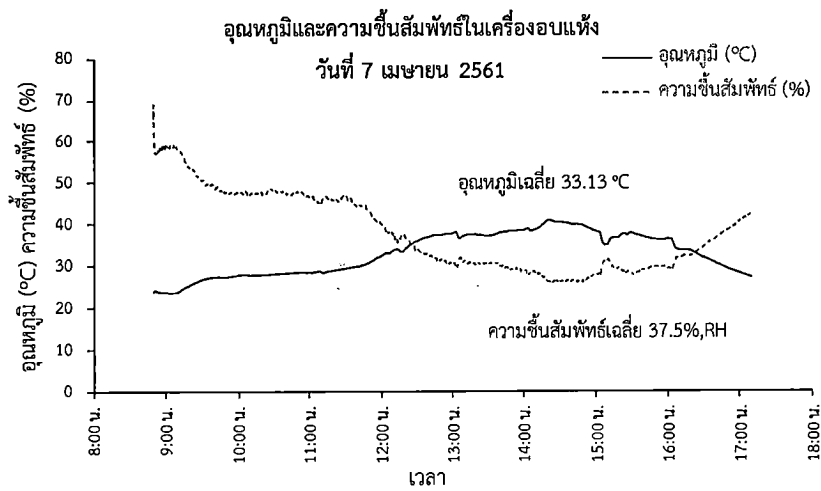
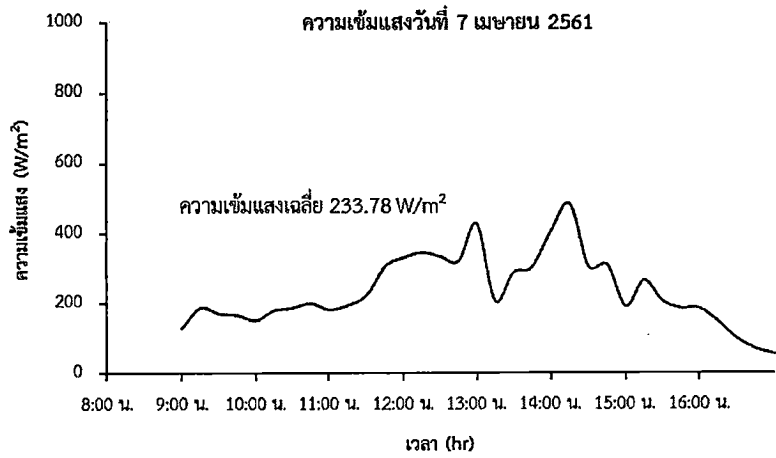


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

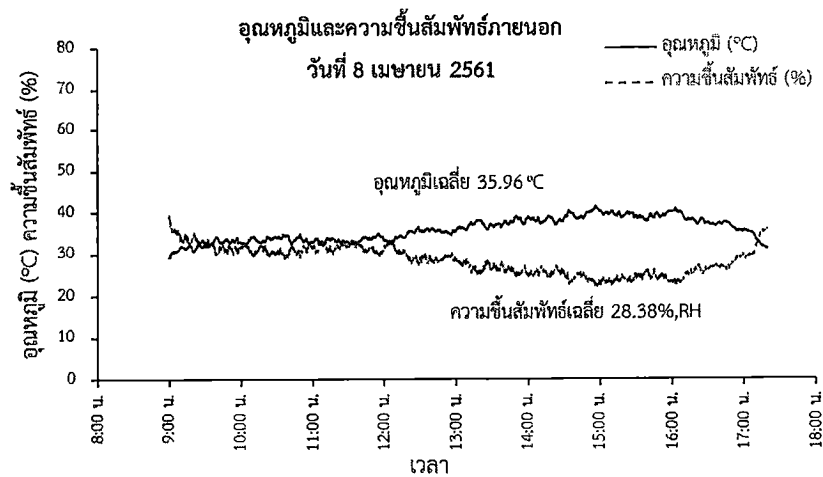
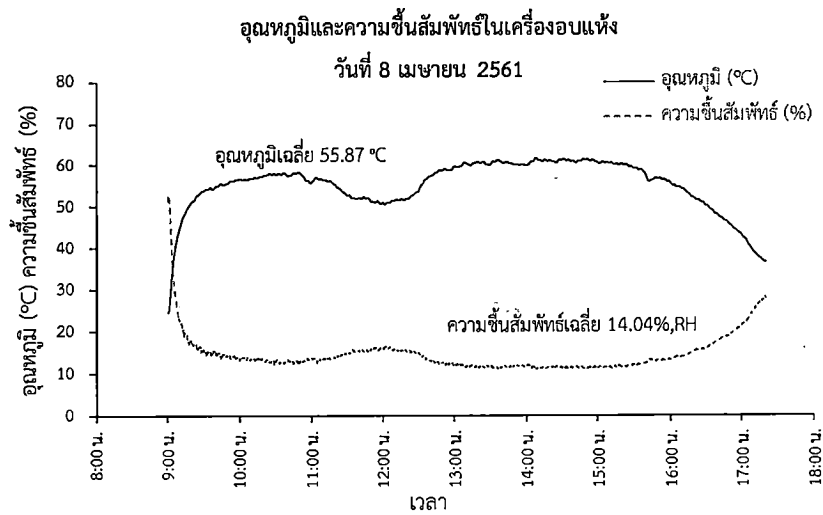
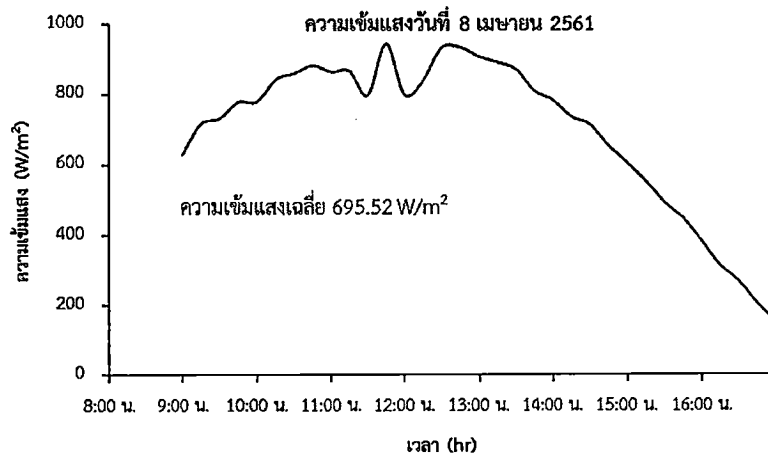
วันที่ 6 เมษายน 2561



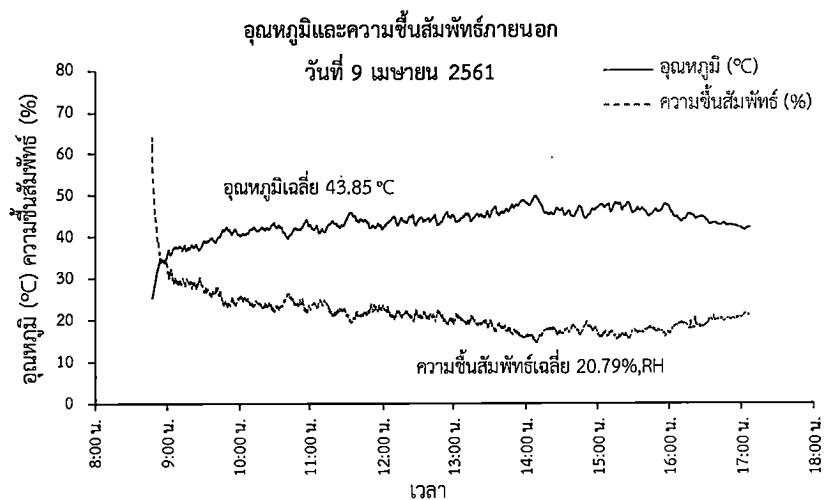
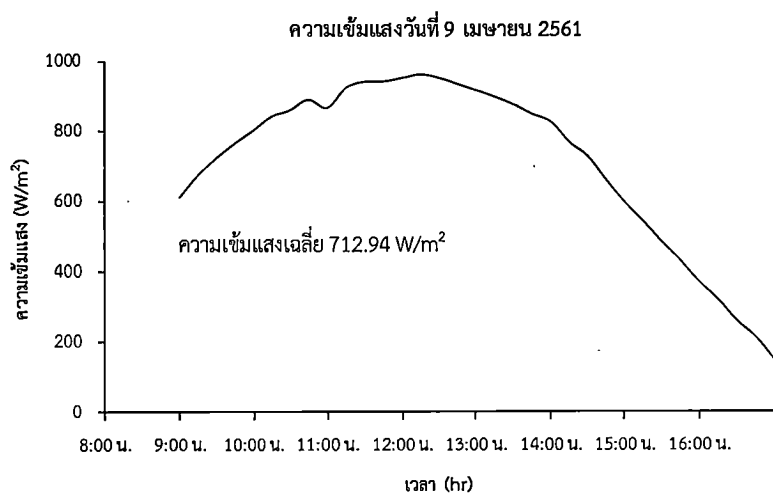
7 เมษายน 2561



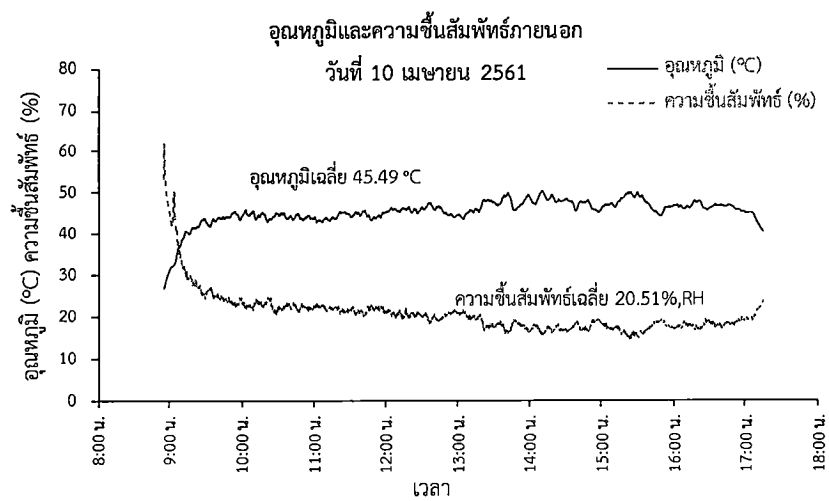
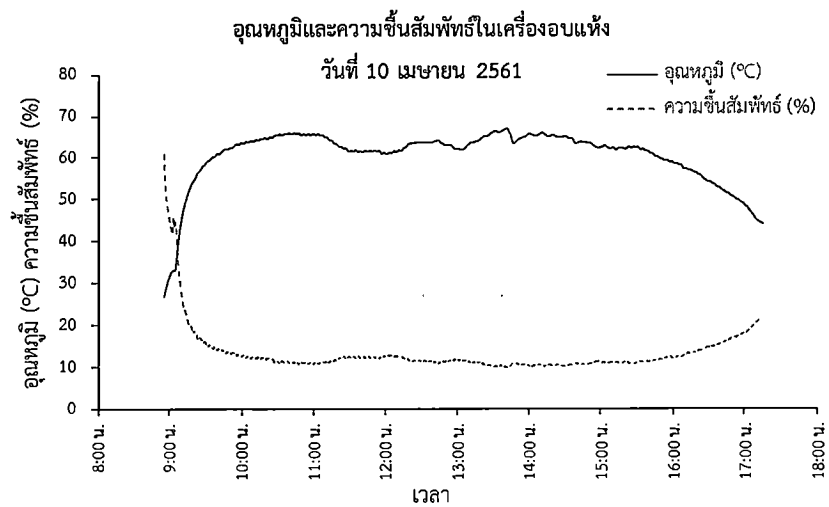
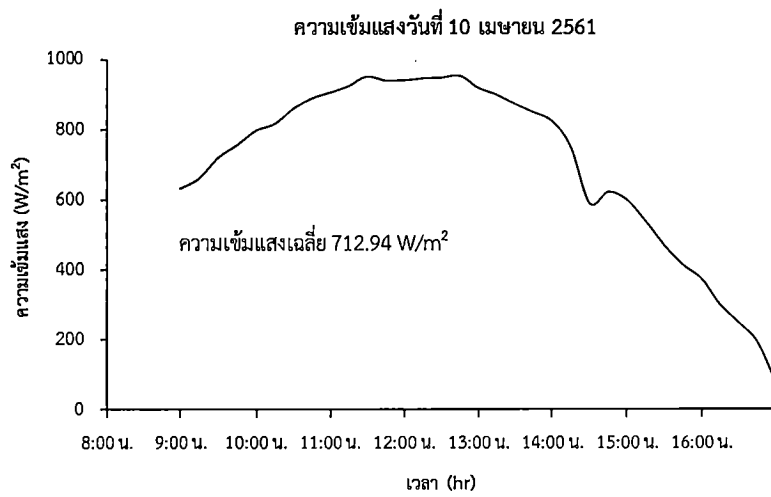
8 เมษายน 2561



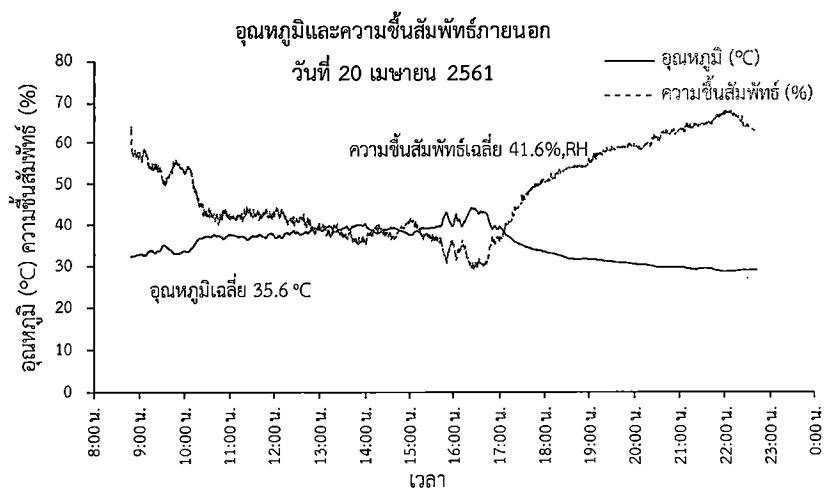
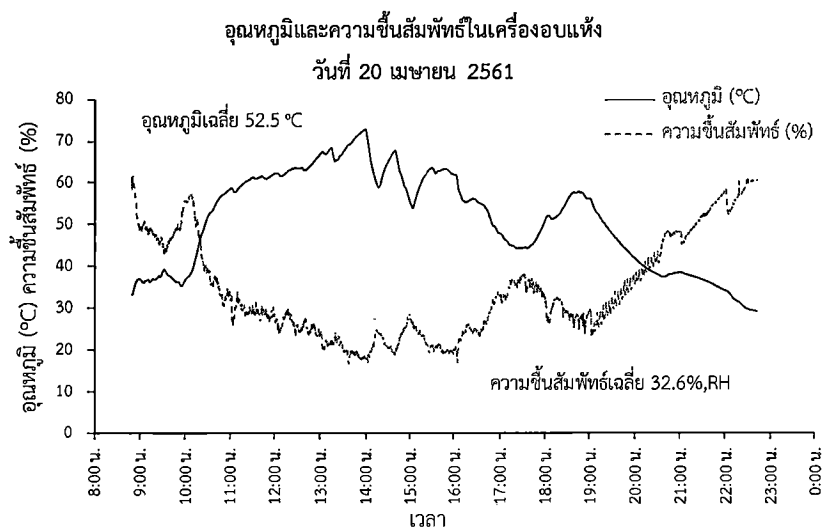
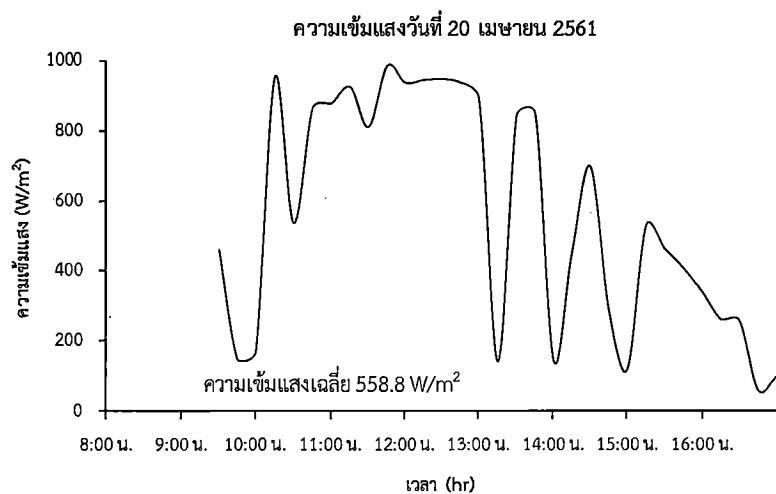
9 เมษายน 2561



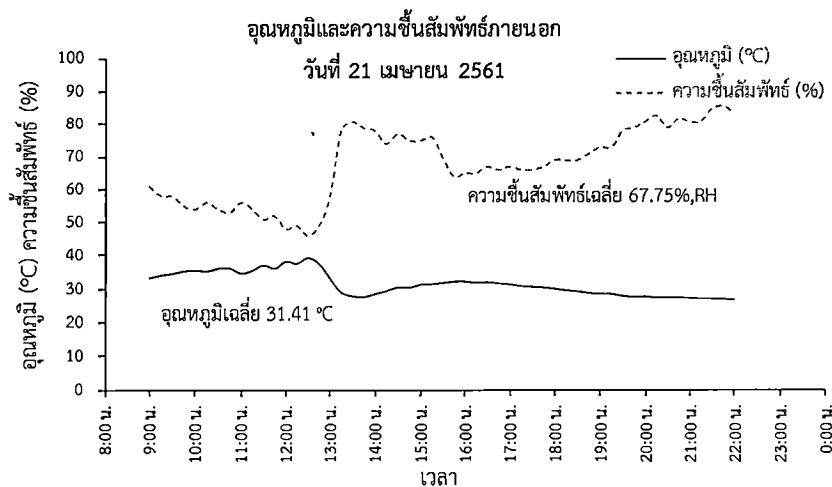
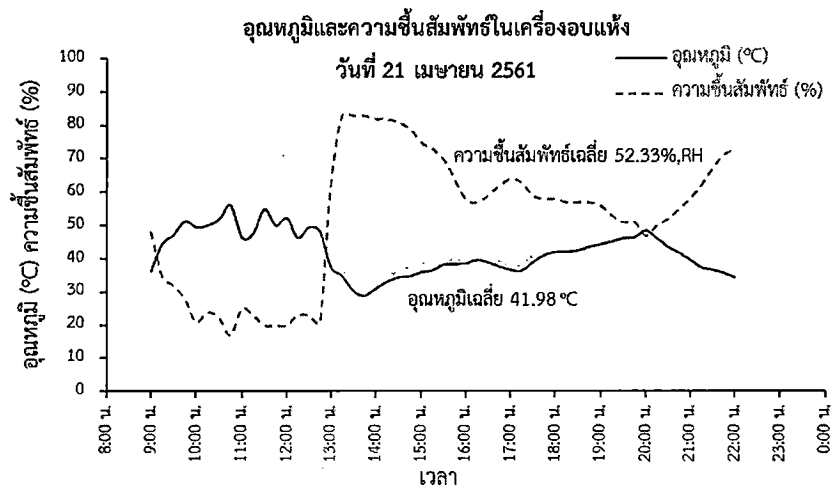
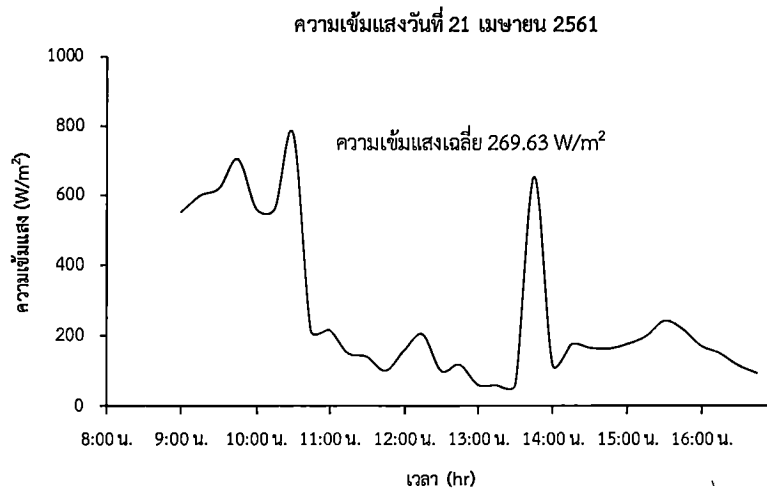
10 เมษายน 2561



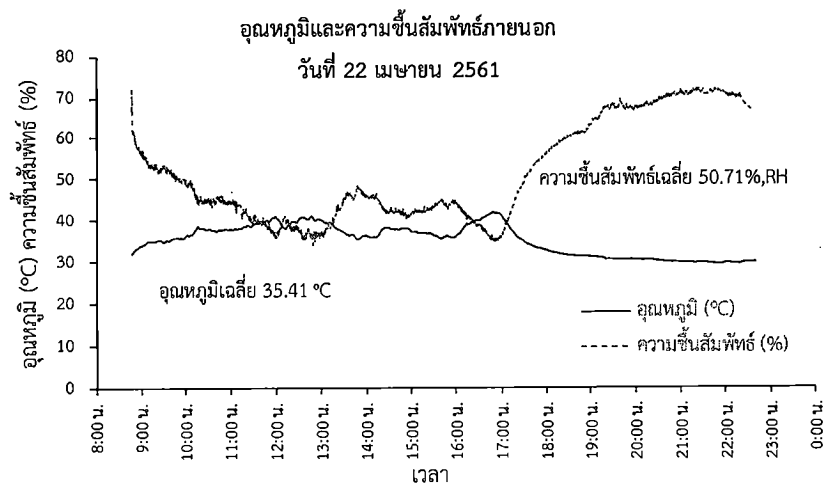
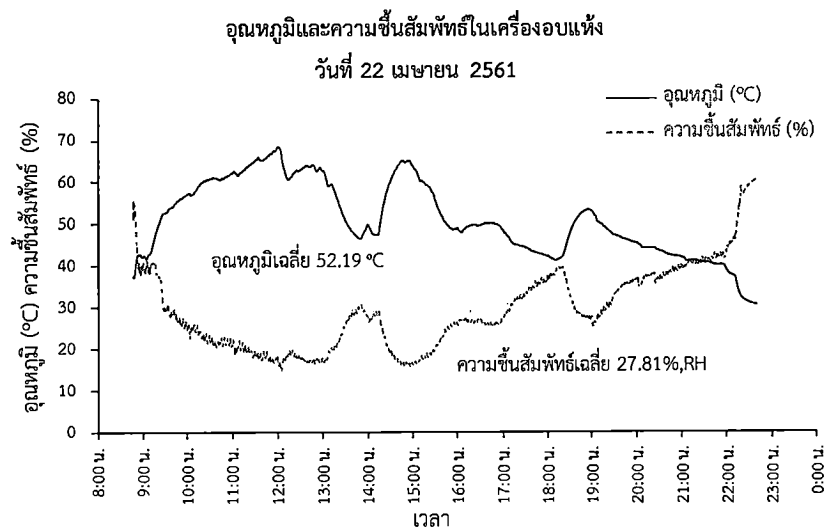
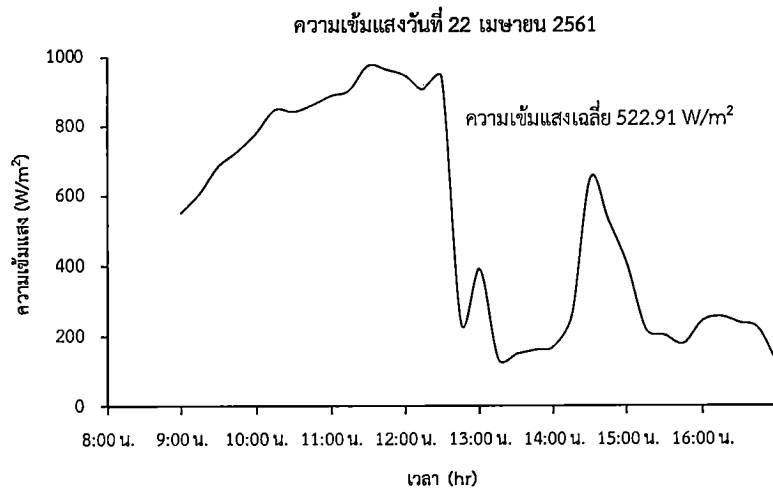
20 เมษายน 2561



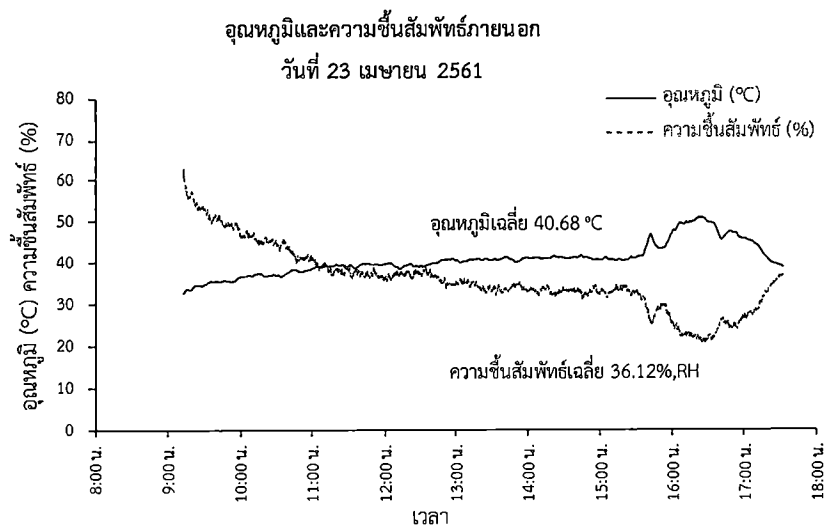
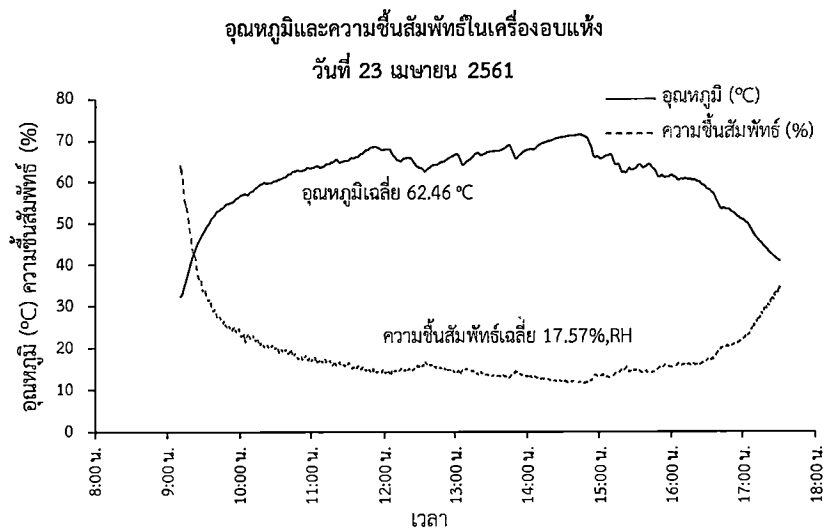
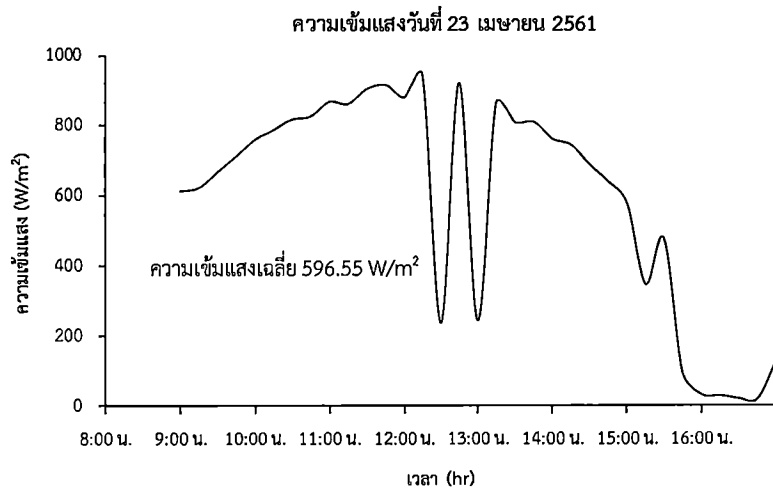
21 เมษายน 2561



22 เมษายน 2561

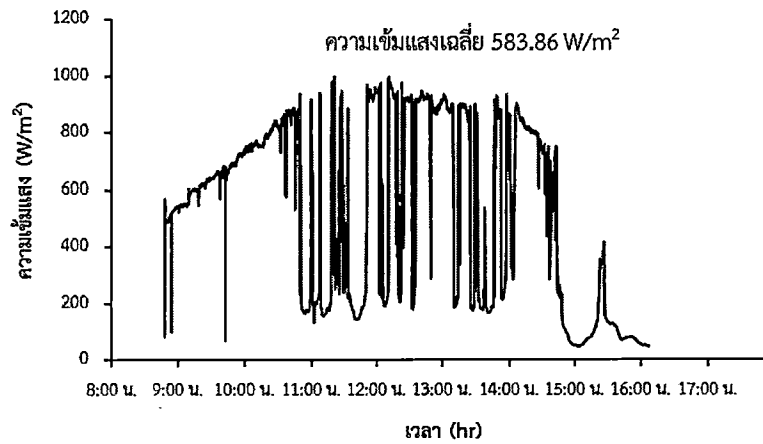


23 เมษายน 2561



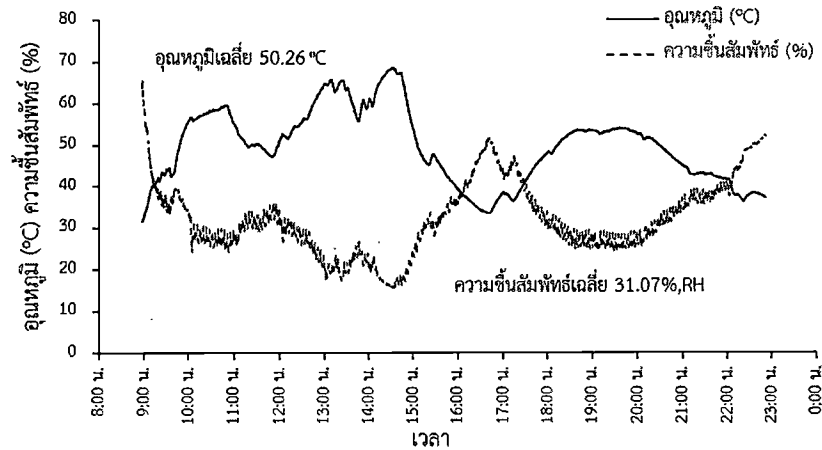
27 เมษายน 2561

ความเข้มแสงวันที่ 27 เมษายน 2561



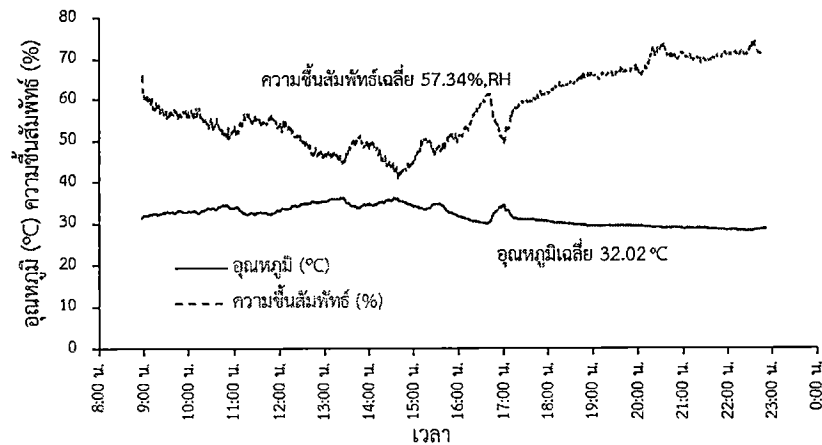
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 27 เมษายน 2561



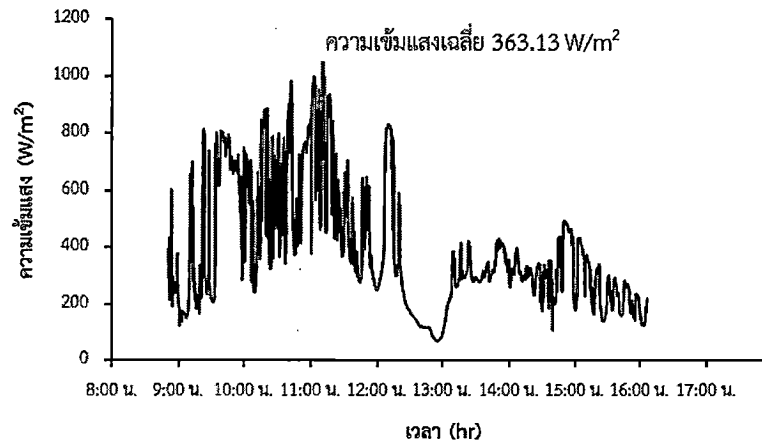
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 27 เมษายน 2561



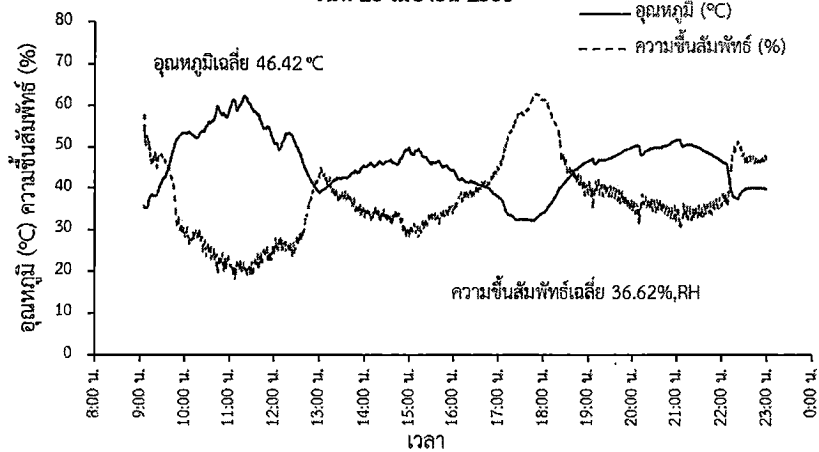
28 เมษายน 2561

ความเข้มแสงวันที่ 28 เมษายน 2561



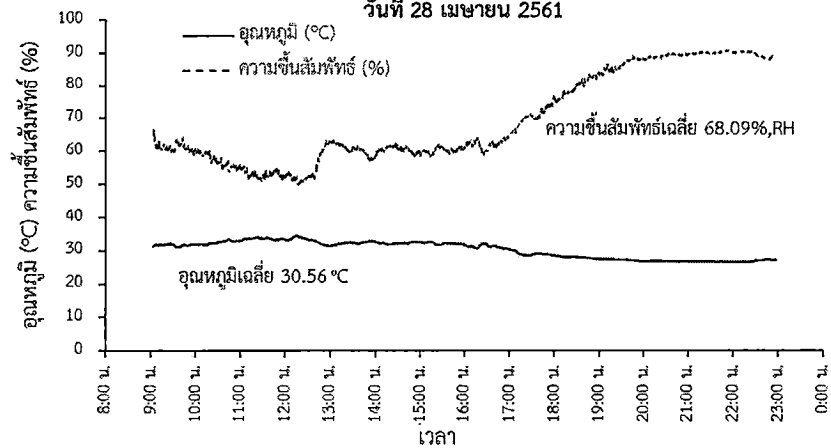
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 28 เมษายน 2561



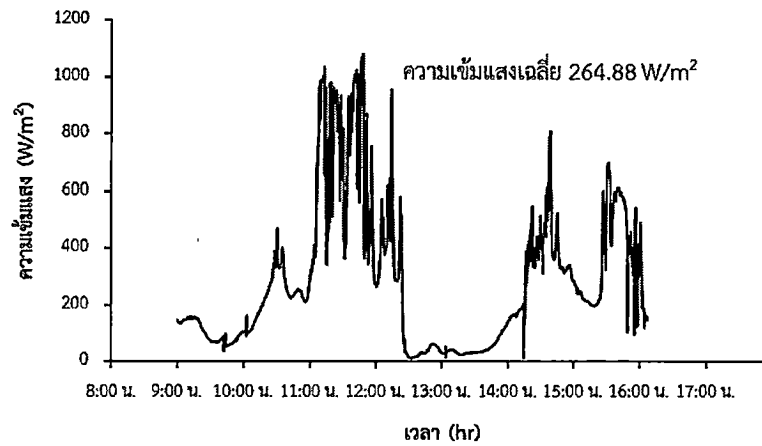
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 28 เมษายน 2561



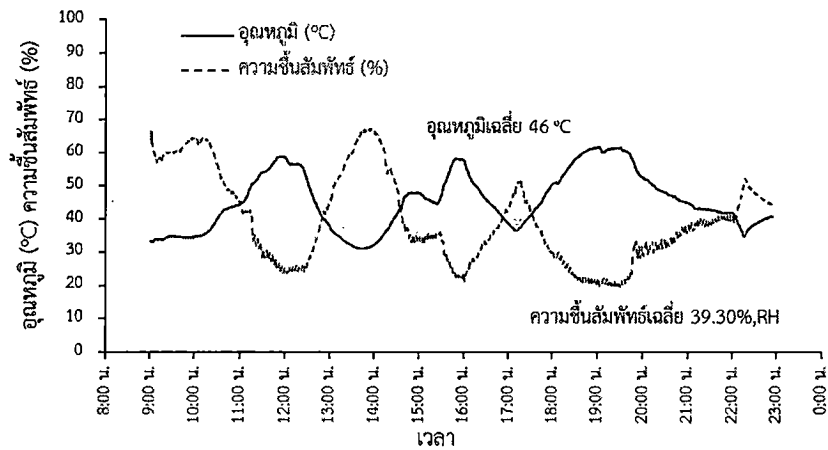
29 เมษายน 2561

ความเข้มแสงวันที่ 29 เมษายน 2561



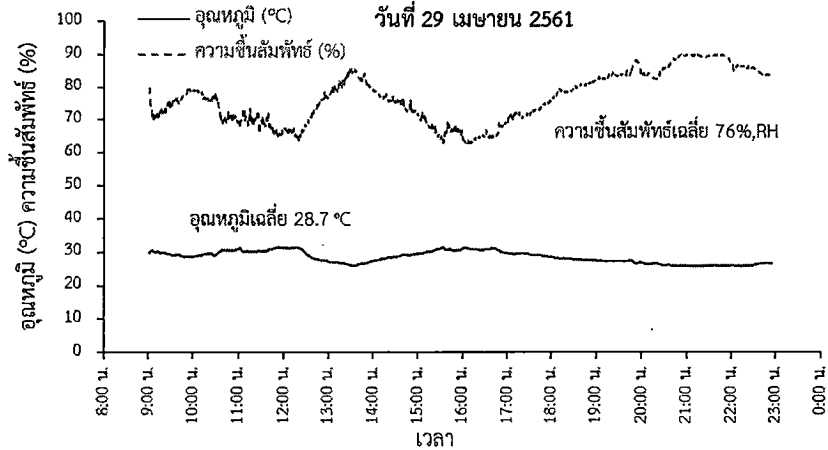
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 29 เมษายน 2561



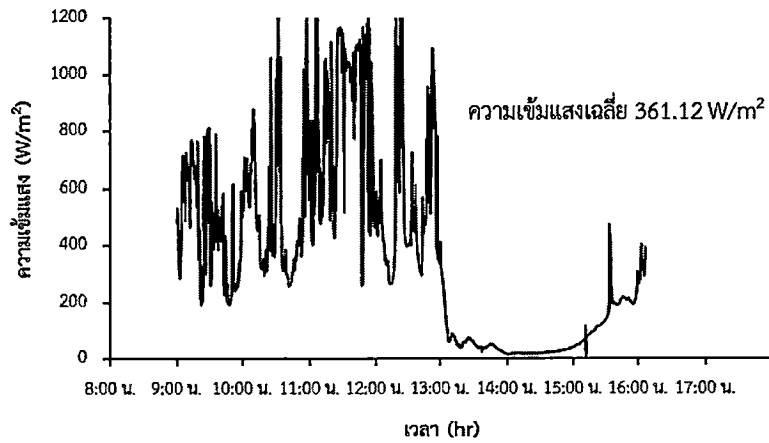
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 29 เมษายน 2561

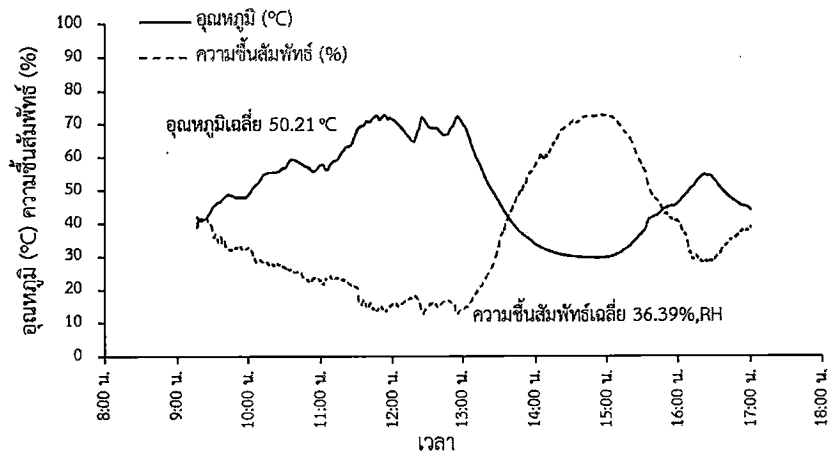


30 เมษายน 2561

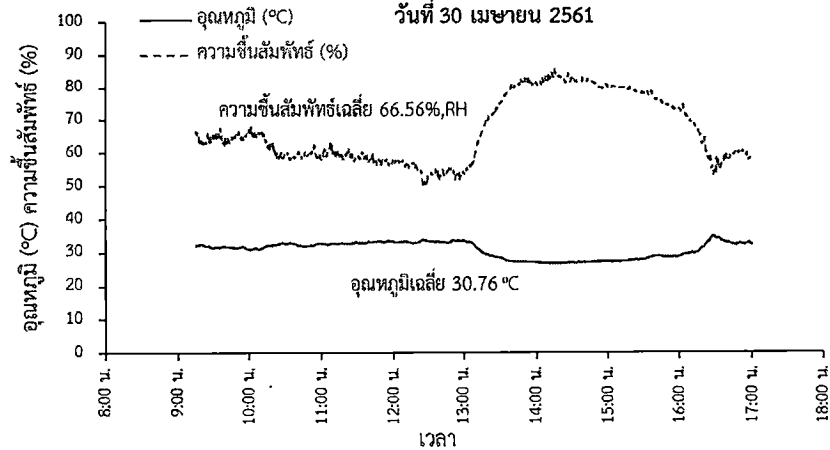
ความเข้มแสงวันที่ 30 เมษายน 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง
วันที่ 30 เมษายน 2561

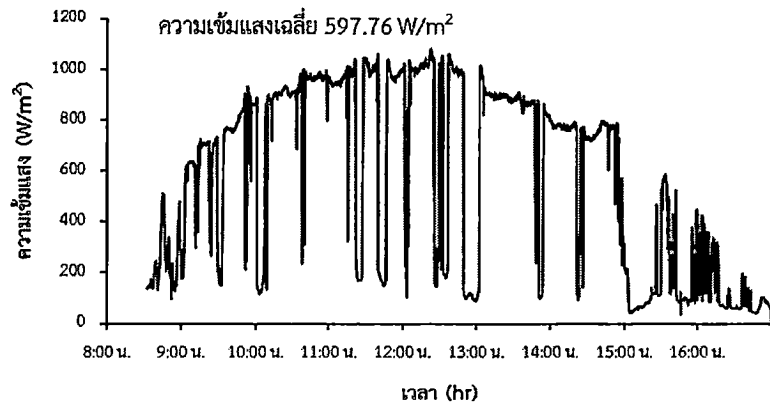


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก
วันที่ 30 เมษายน 2561



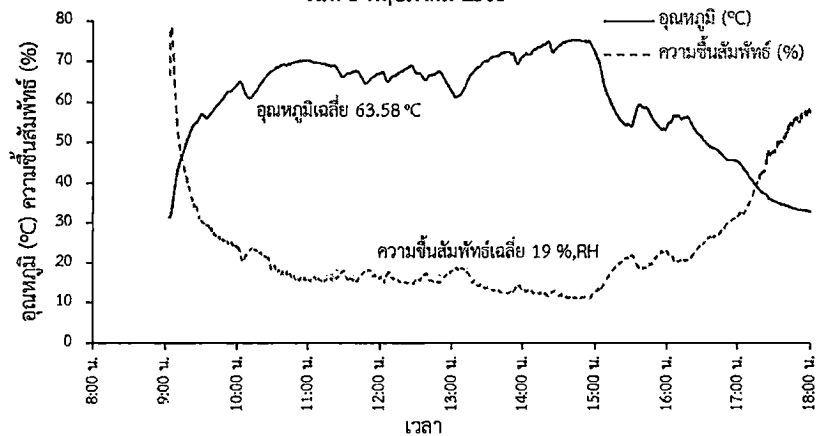
1 พฤษภาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 1 พฤษภาคม 2561



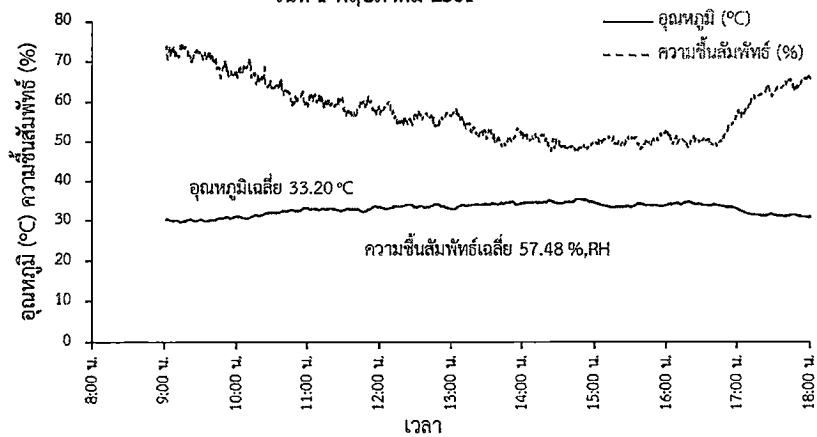
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 1 พฤษภาคม 2561



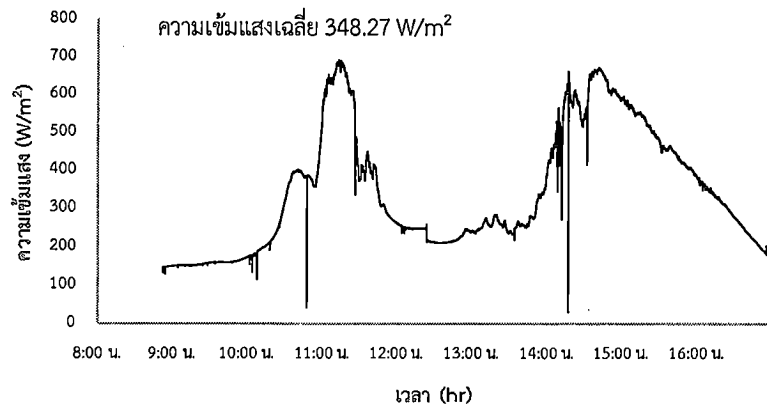
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 1 พฤษภาคม 2561



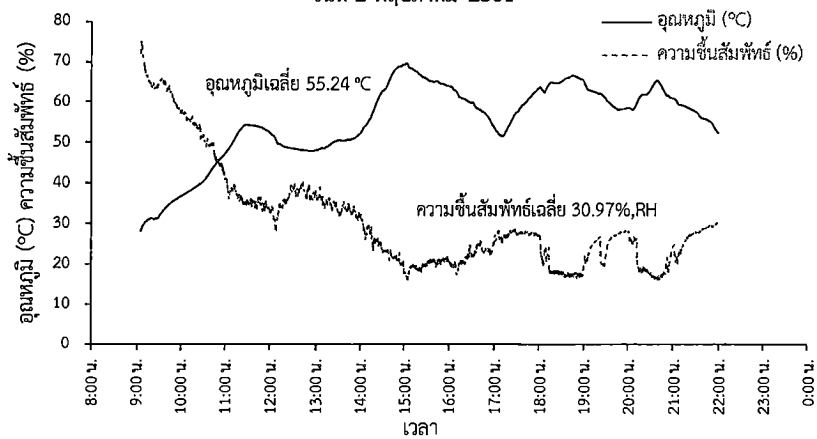
2 พฤษภาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 2 พฤษภาคม 2561



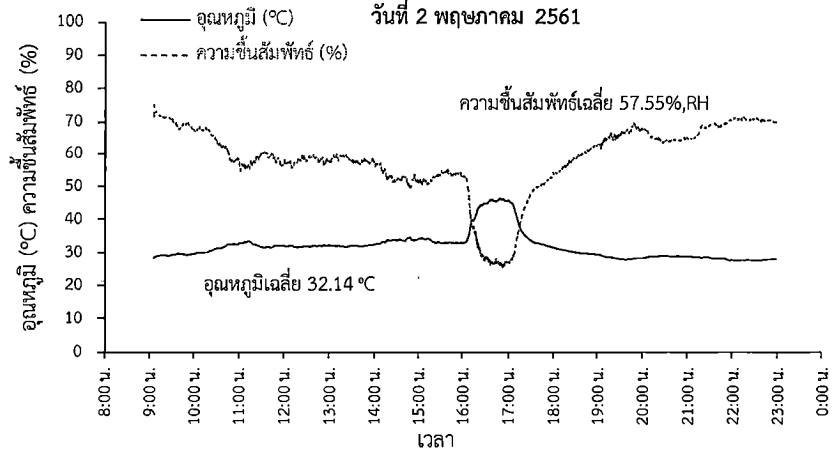
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนอบแห้ง

วันที่ 2 พฤษภาคม 2561



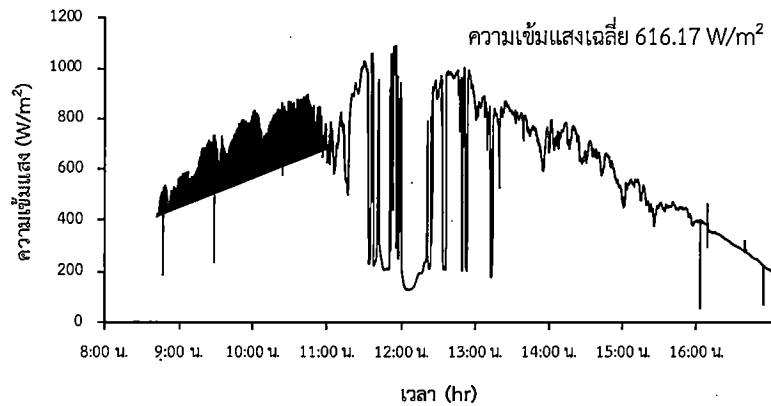
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 2 พฤษภาคม 2561



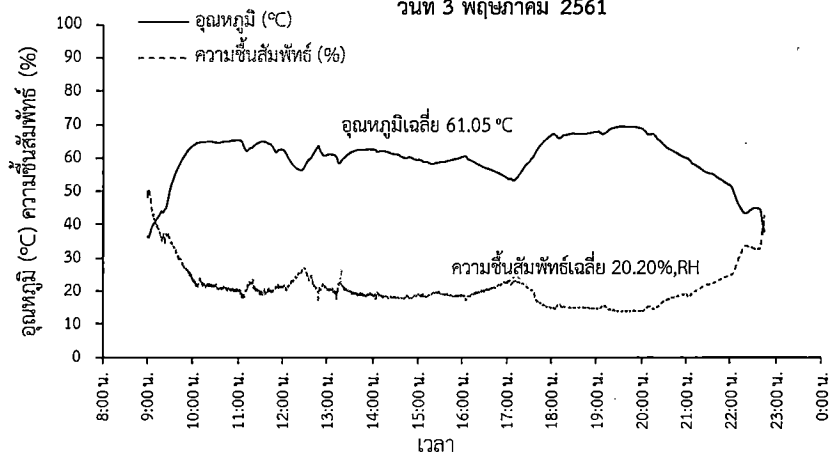
3 พฤษภาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 3 พฤษภาคม 2561



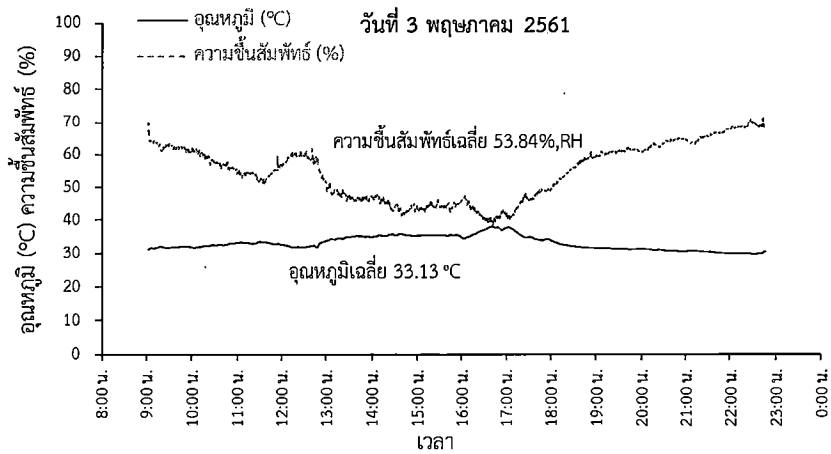
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 3 พฤษภาคม 2561



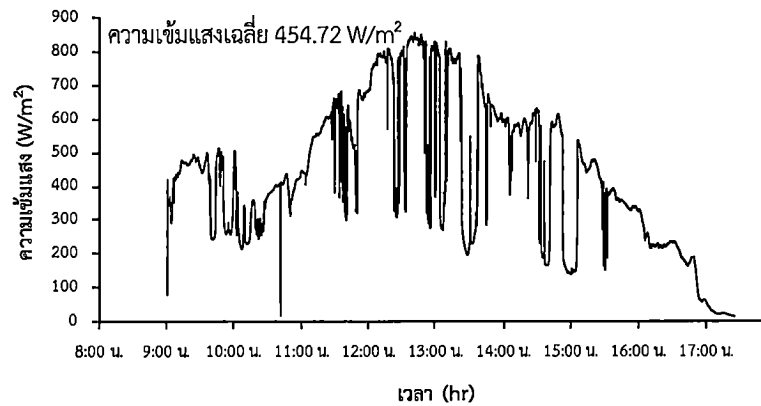
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 3 พฤษภาคม 2561



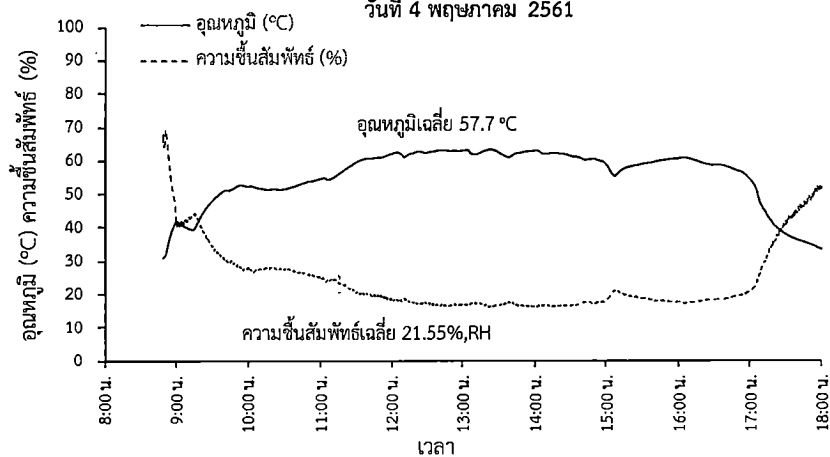
4 พฤษภาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 4 พฤษภาคม 2561



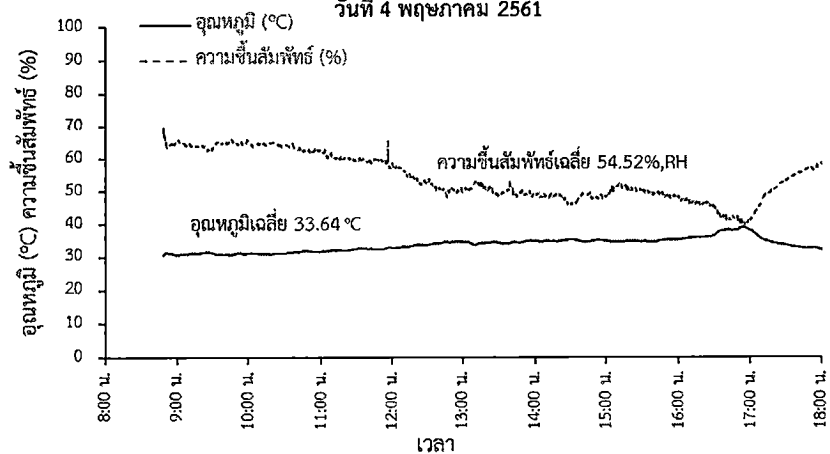
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 4 พฤษภาคม 2561



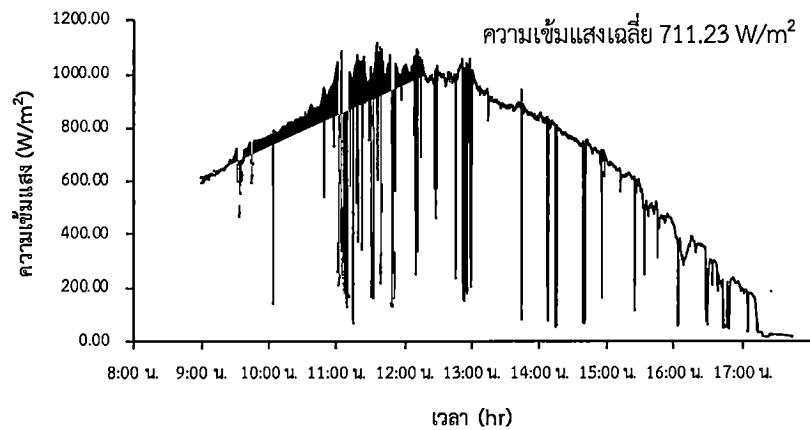
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 4 พฤษภาคม 2561



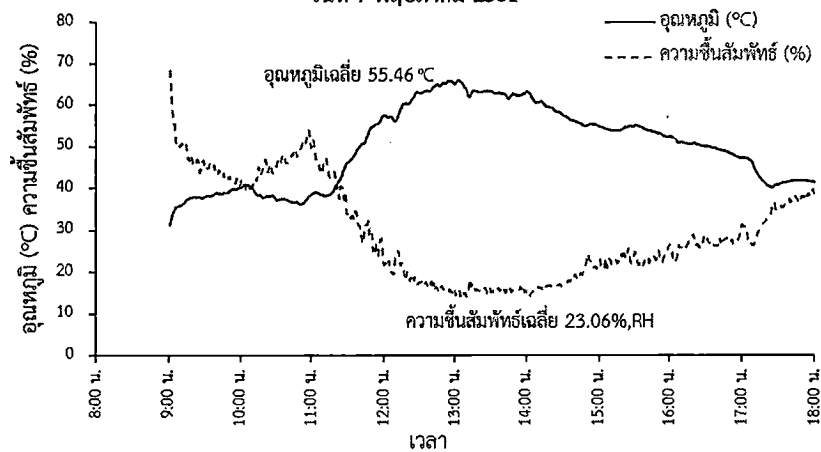
7 พฤษภาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 7 พฤษภาคม 2561



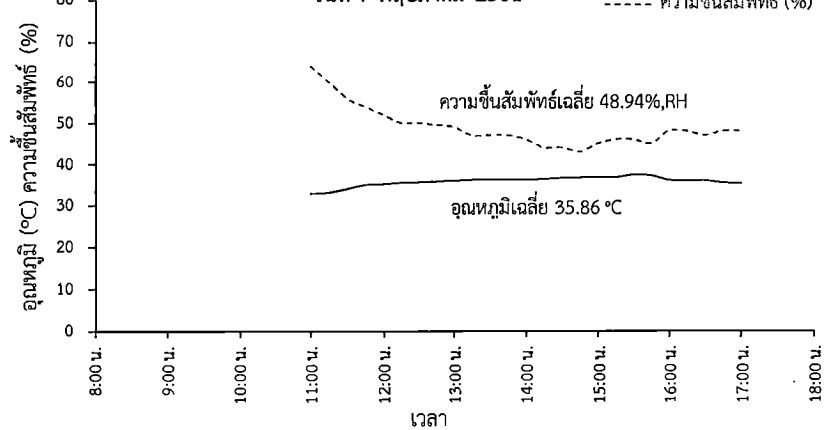
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 7 พฤษภาคม 2561



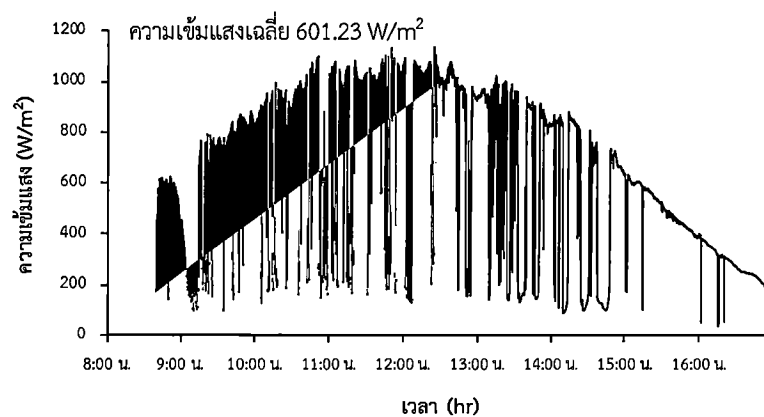
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 7 พฤษภาคม 2561



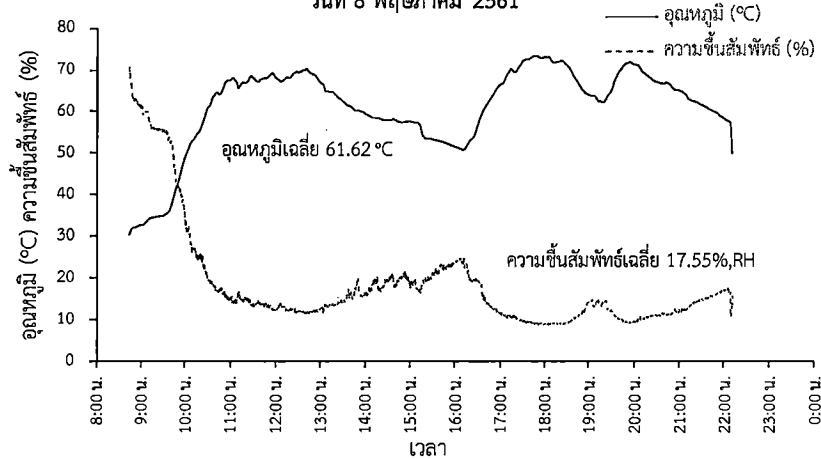
8 พฤษภาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 8 พฤษภาคม 2561



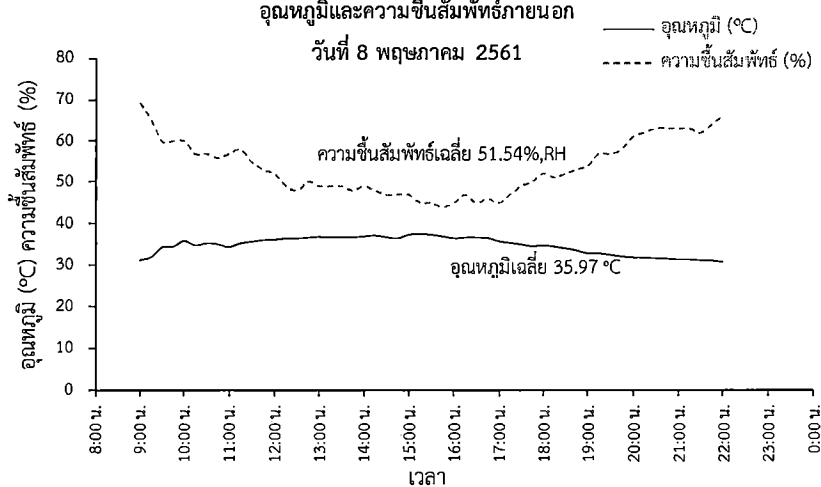
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 8 พฤษภาคม 2561



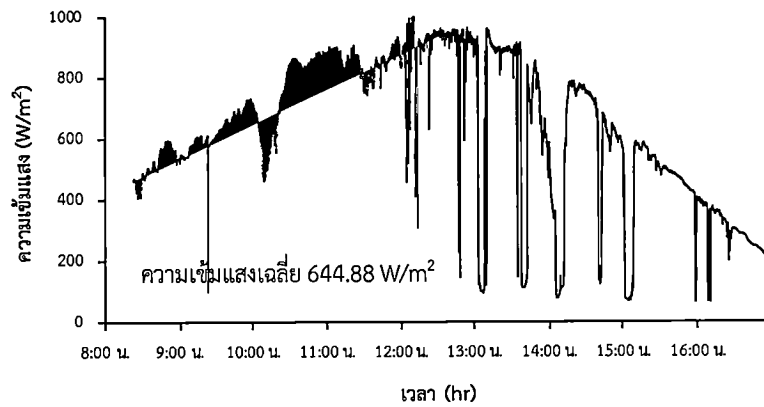
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 8 พฤษภาคม 2561



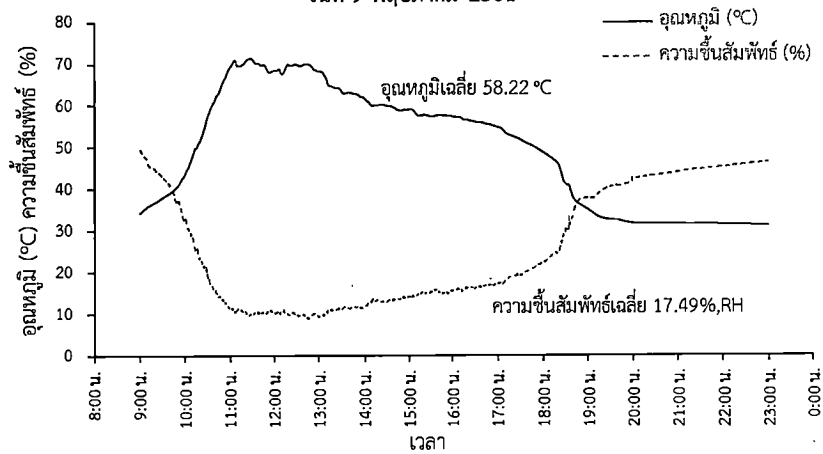
9 พฤษภาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 9 พฤษภาคม 2561



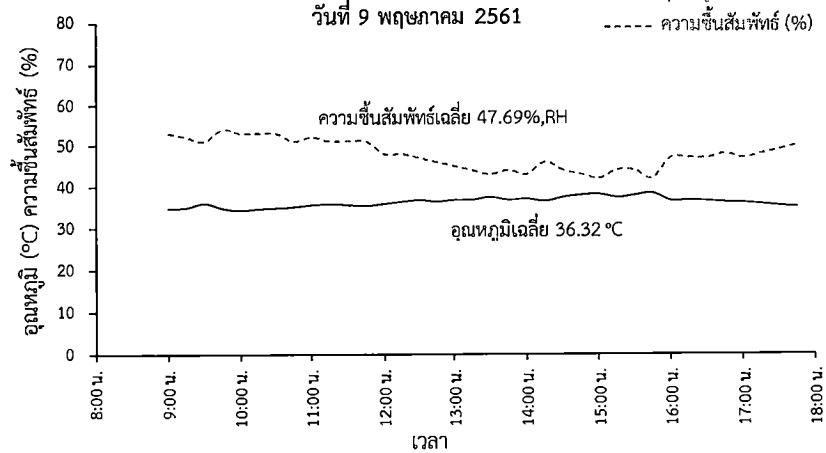
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 9 พฤษภาคม 2561



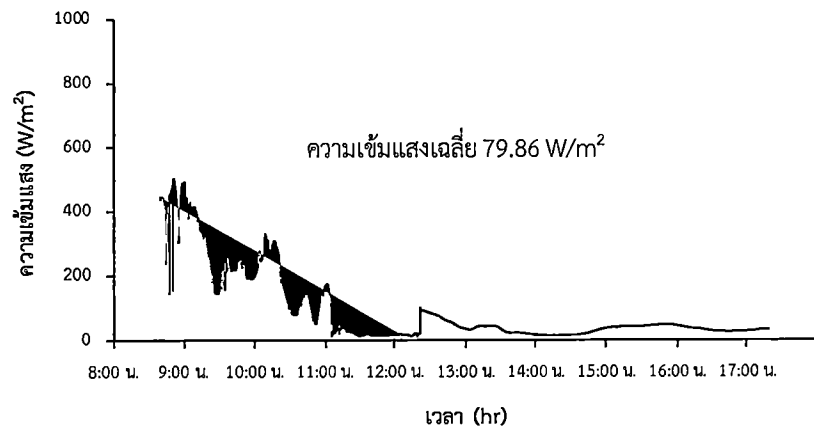
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 9 พฤษภาคม 2561



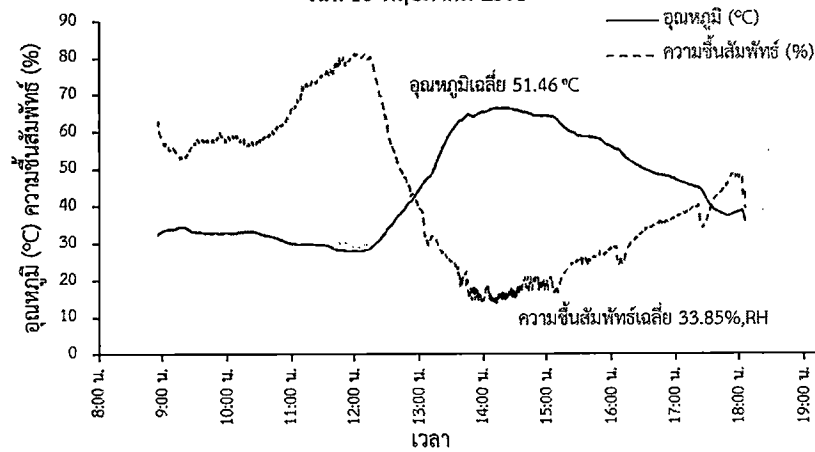
10 พฤษภาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 10 พฤษภาคม 2561



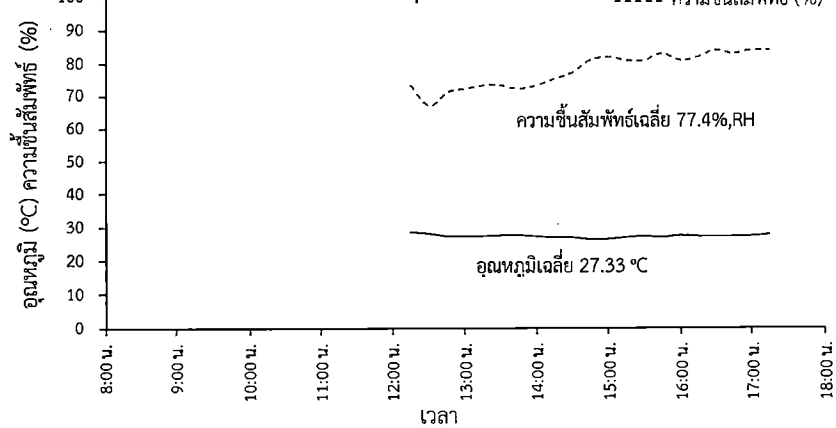
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 10 พฤษภาคม 2561



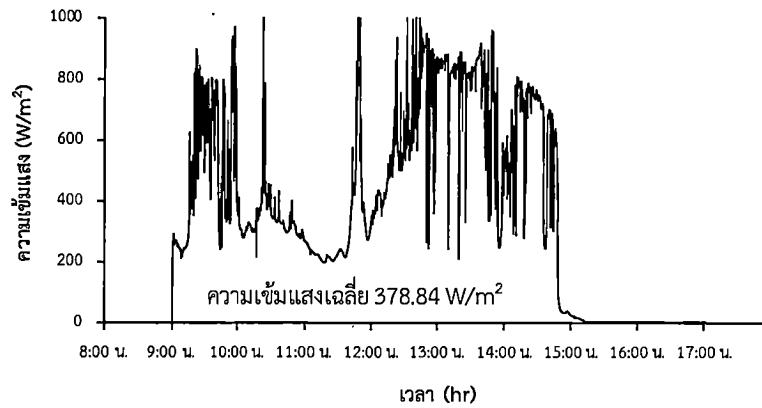
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 10 พฤษภาคม 2561



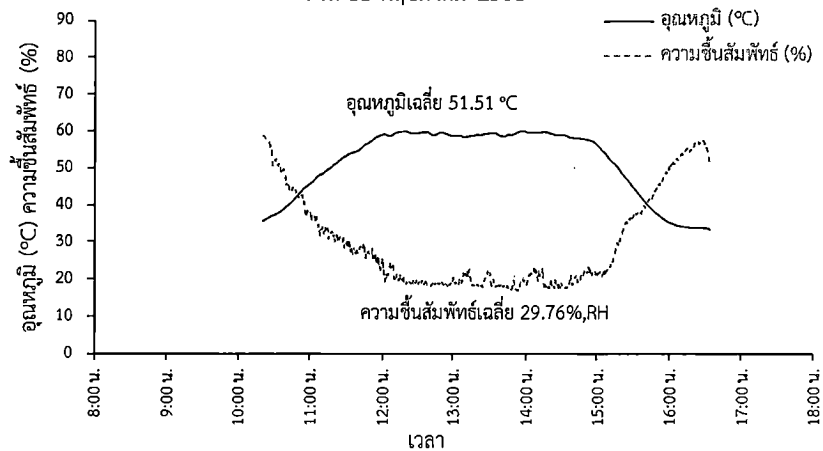
11 พฤษภาคม 2561

ความเข้มแสงวันที่ 11 พฤษภาคม 2561



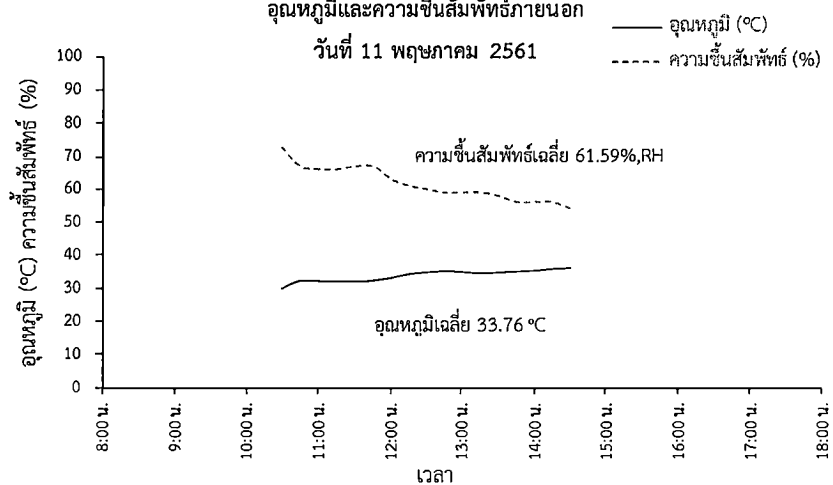
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 11 พฤษภาคม 2561



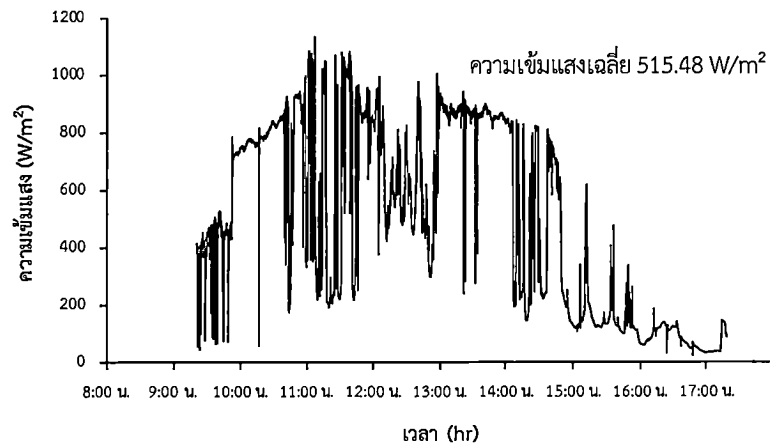
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 11 พฤษภาคม 2561

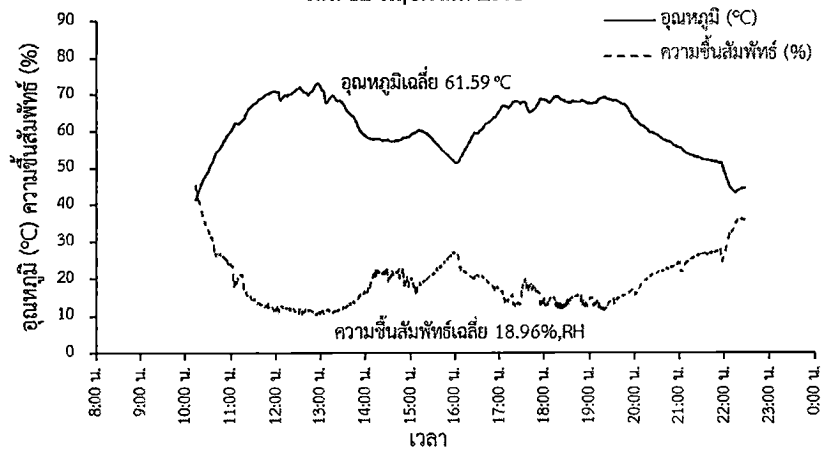


12 พฤษภาคม 2561
(อบแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียว)

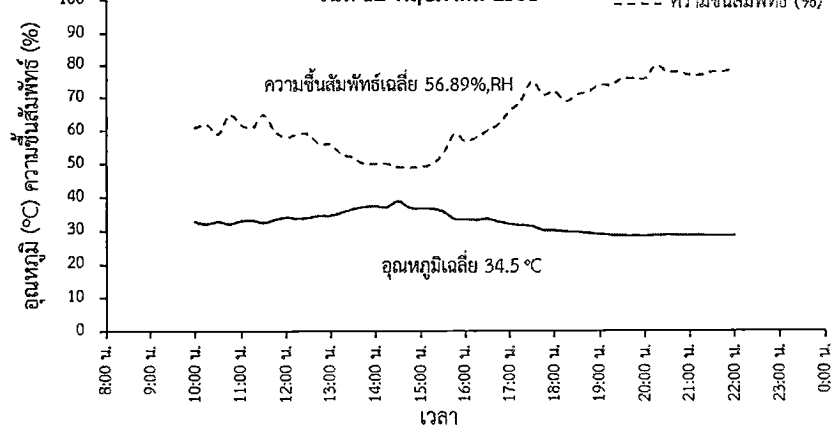
ความเข้มแสงวันที่ 12 พฤษภาคม 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง
วันที่ 12 พฤษภาคม 2561

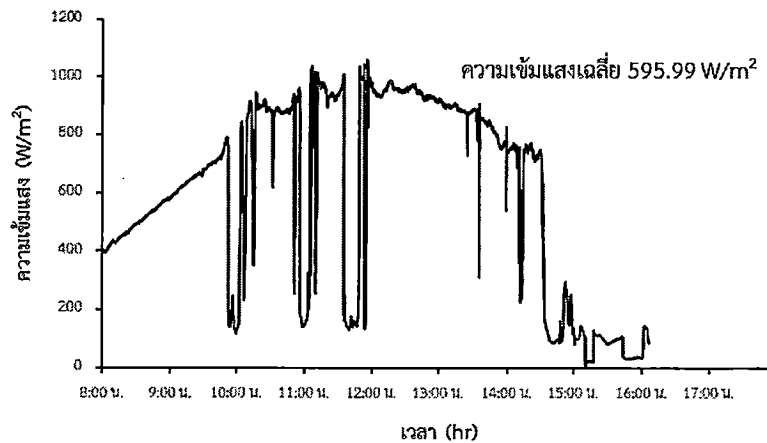


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก
วันที่ 12 พฤษภาคม 2561

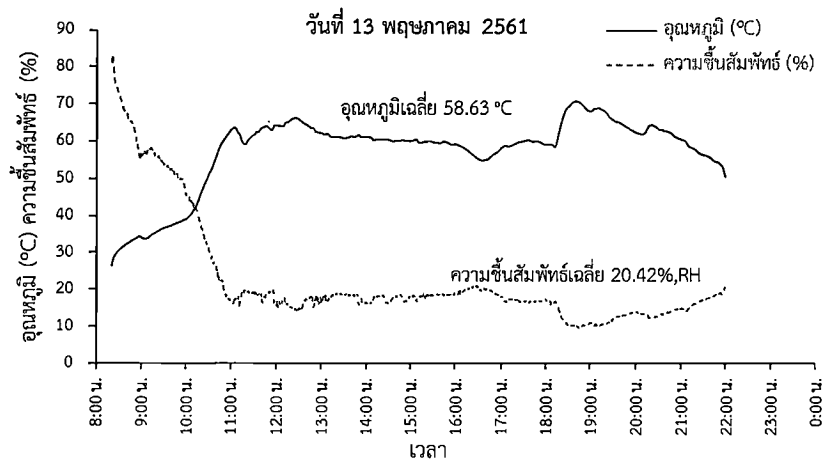


13 พฤษภาคม 2561
(อบแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียว)

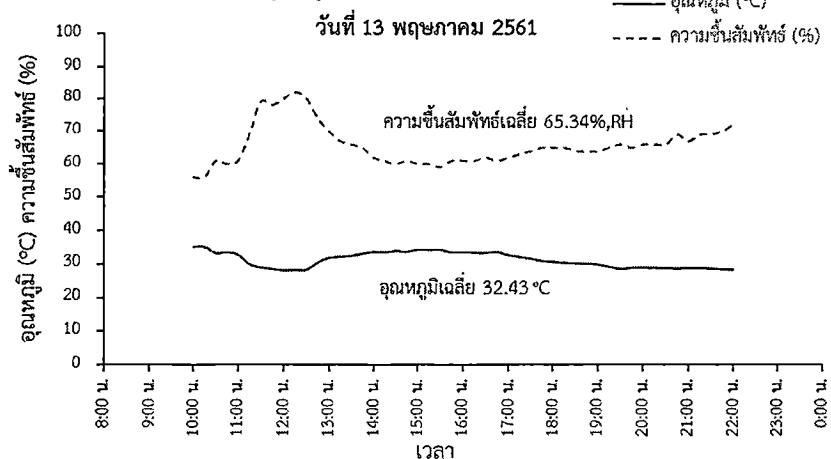
ความเข้มแสงวันที่ 13 พฤษภาคม 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

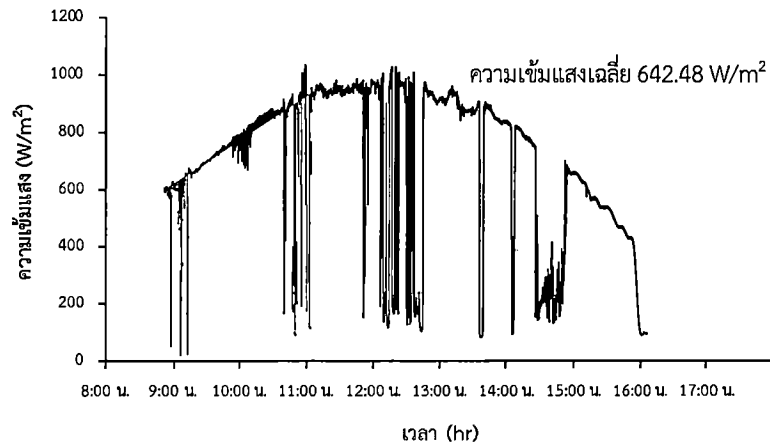


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

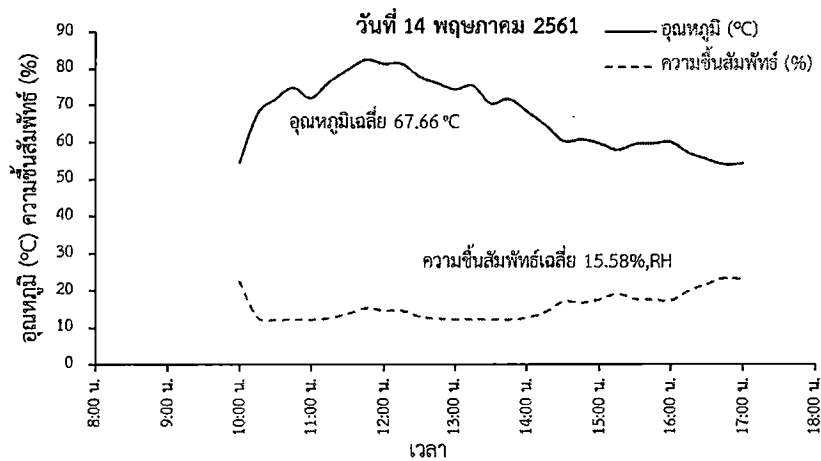


14 พฤษภาคม 2561
(อบแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียว)

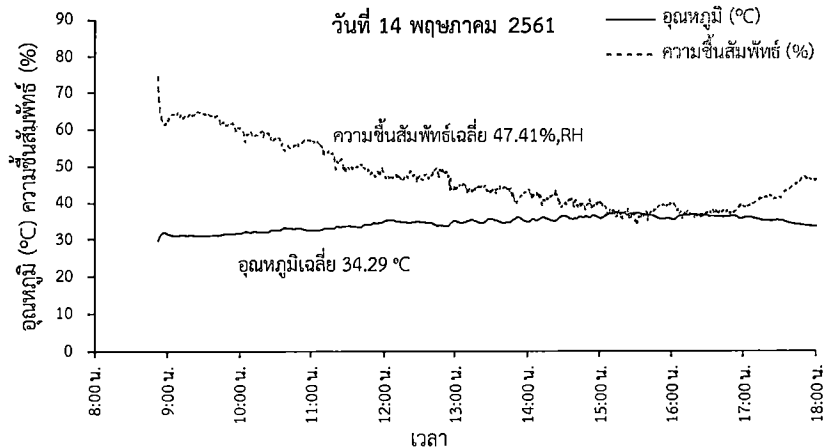
ความเข้มแสงวันที่ 14 พฤษภาคม 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง

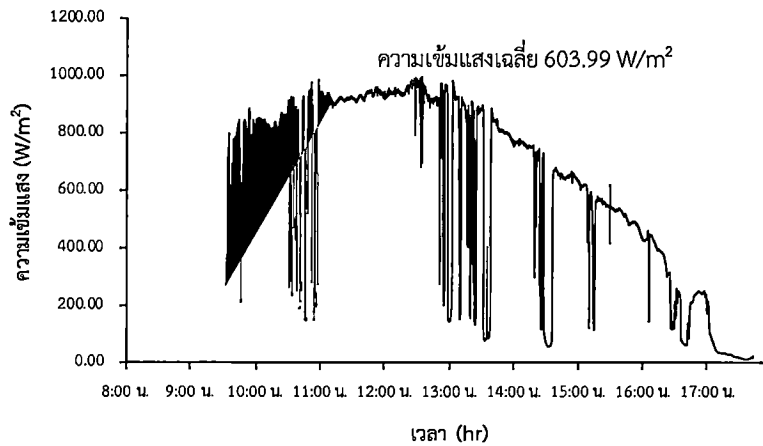


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

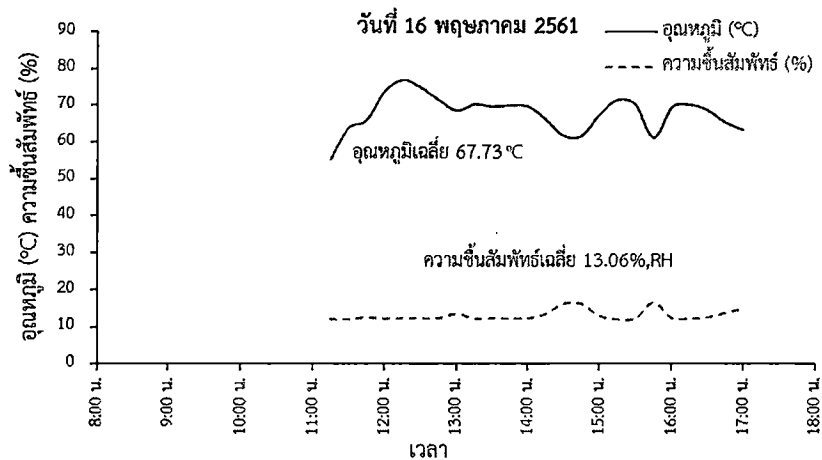


16 พฤษภาคม 2561
(อบแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียว)

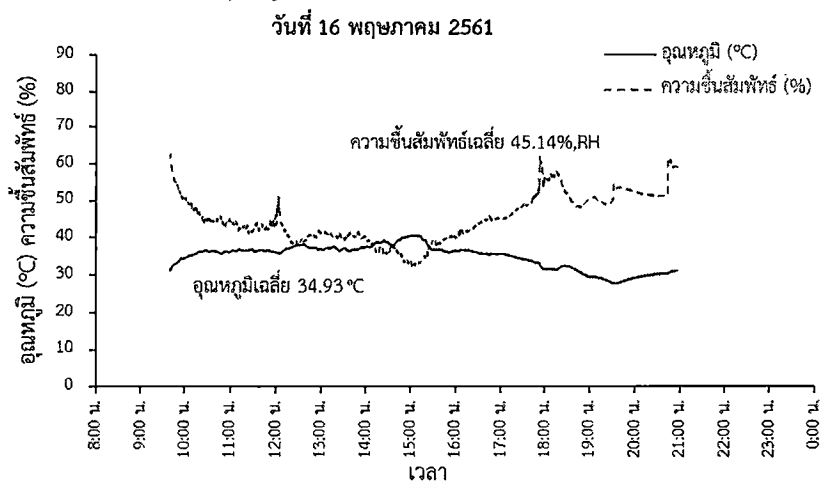
ความเข้มแสงวันที่ 16 พฤษภาคม 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในเครื่องอบแห้ง

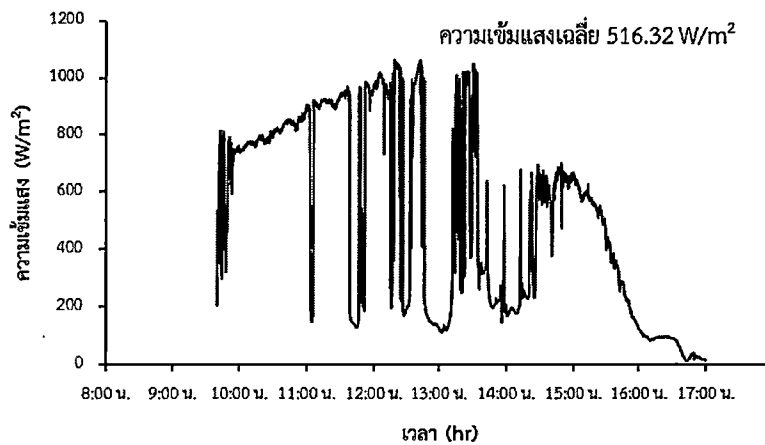


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

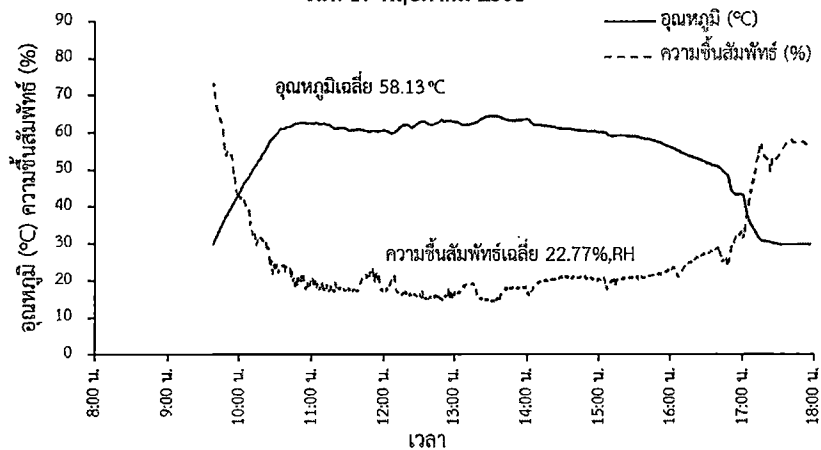


17 พฤษภาคม 2561
(อบแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียว)

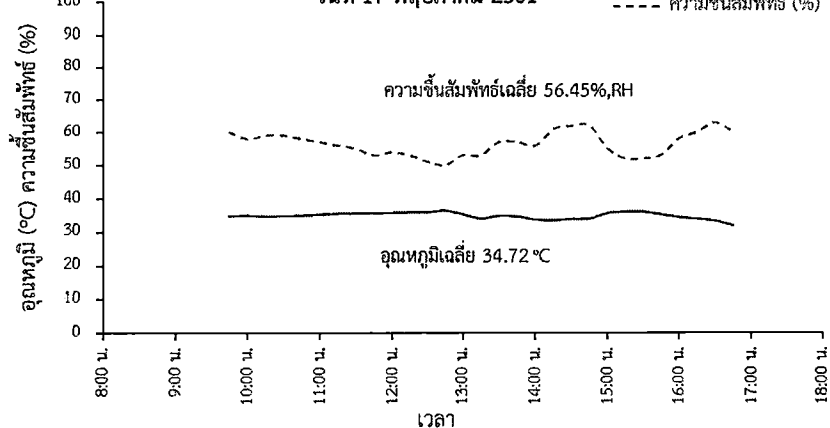
ความเข้มแสงวันที่ 17 พฤษภาคม 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง
วันที่ 17 พฤษภาคม 2561

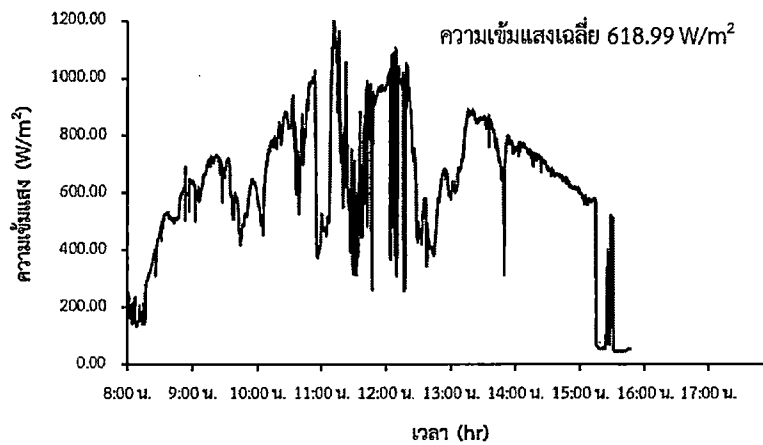


อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก
วันที่ 17 พฤษภาคม 2561



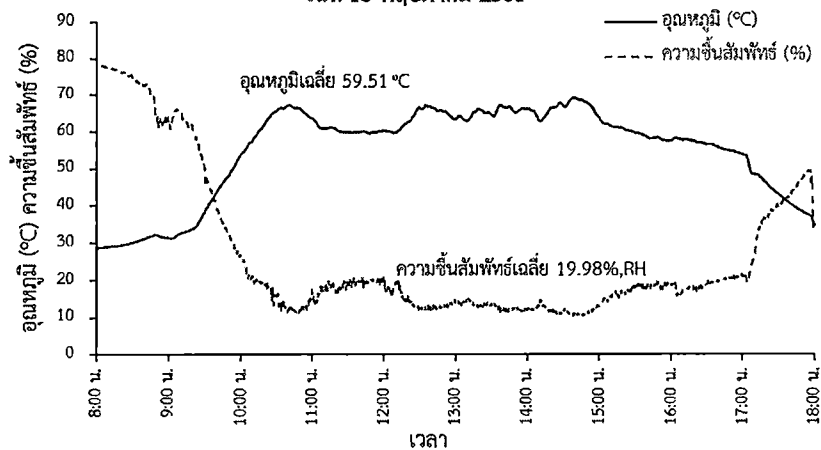
18 พฤษภาคม 2561
(อบแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียว)

ความเข้มแสงวันที่ 18 พฤษภาคม 2561



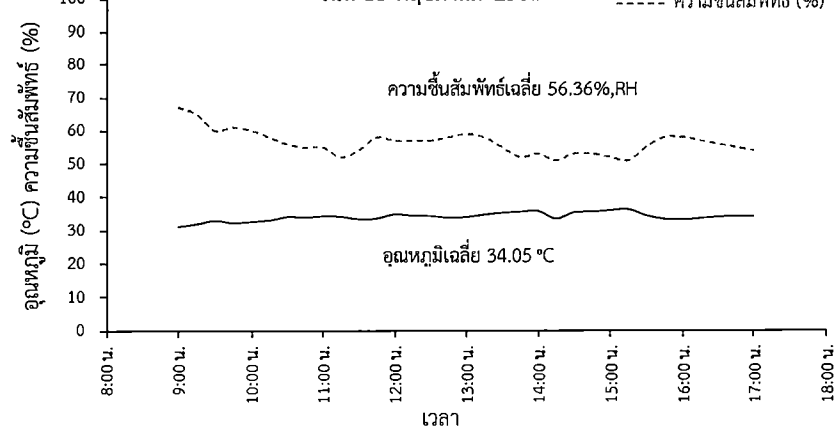
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 18 พฤษภาคม 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

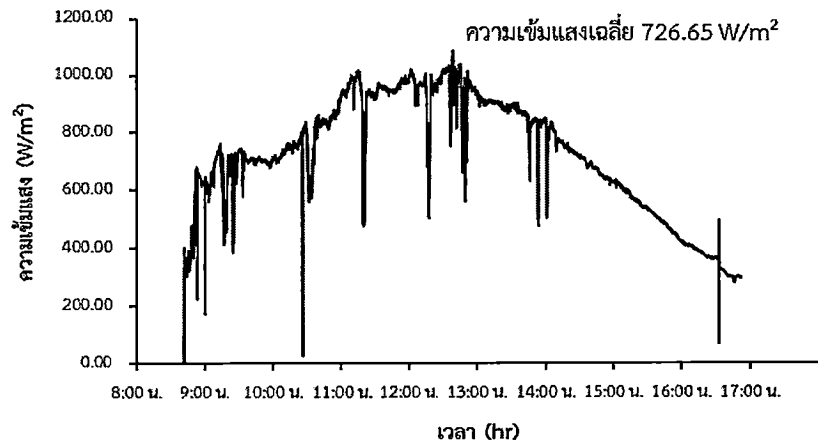
วันที่ 18 พฤษภาคม 2561



19 พฤษภาคม 2561

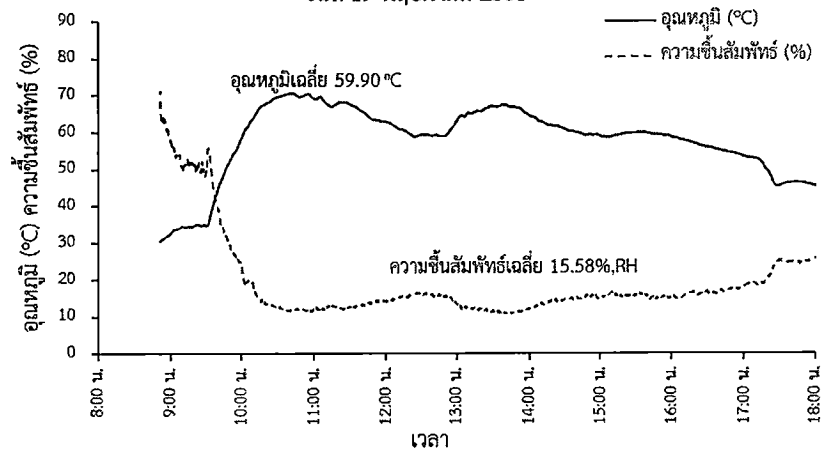
(อบแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียว)

ความเข้มแสงวันที่ 19 พฤษภาคม 2561



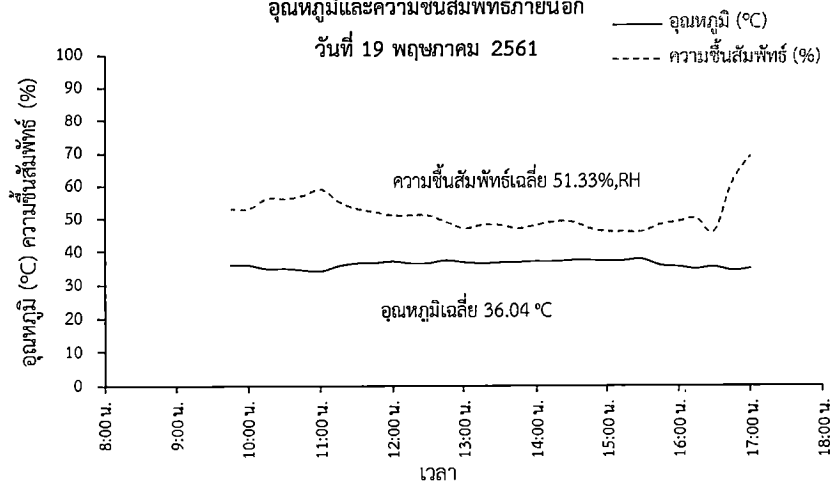
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในเครื่องอบแห้ง

วันที่ 19 พฤษภาคม 2561



อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก

วันที่ 19 พฤษภาคม 2561



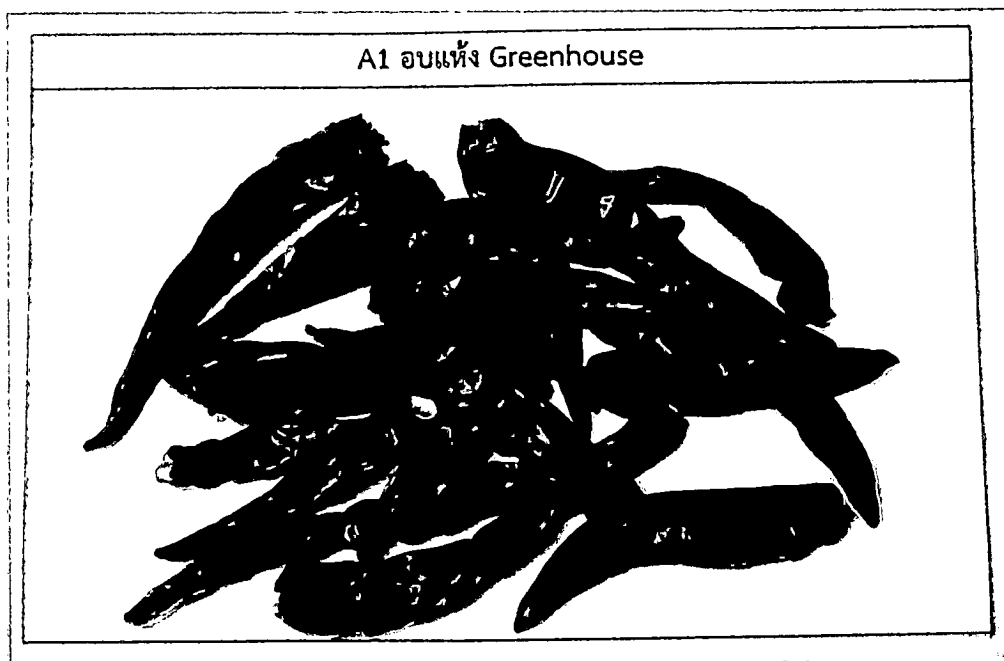
ภาคผนวก จ.

ลักษณะทางกายภาพ

และสีของพริกแห้ง



รูปที่ จ.1 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ผลิตโดยกลุ่มเกษตรกร



รูปที่ จ.2 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ รอบที่ 1



รูปที่ จ.3 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรงบนผ้าใบสีดำ รอบที่ 1



รูปที่ จ.4 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรงบนตะแกรงวางบนโต๊ะ รอบที่ 1



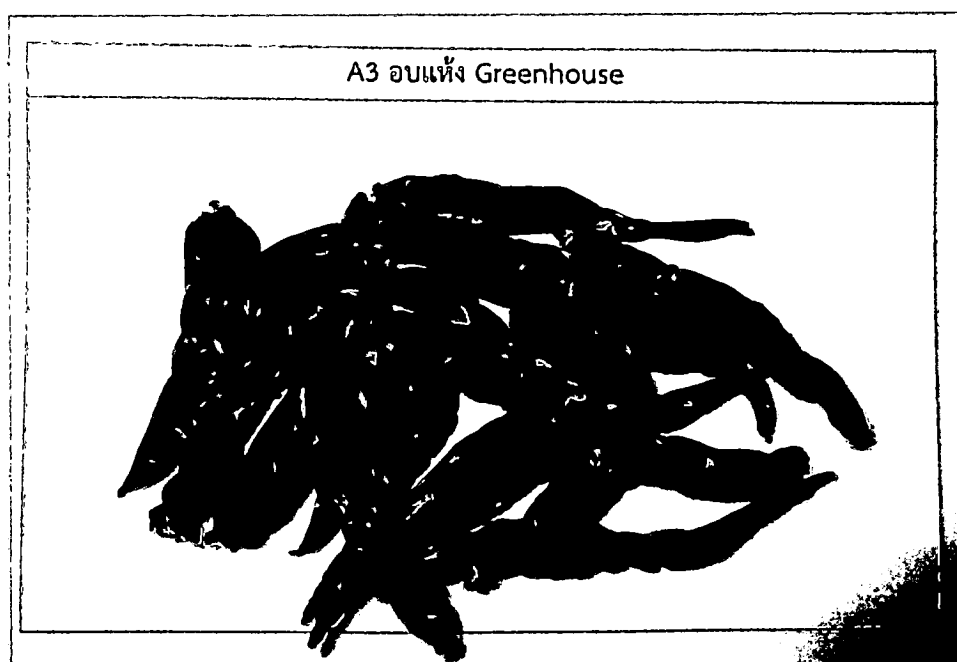
รูปที่ จ.5 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ รอบที่ 2



รูปที่ จ.6 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรงบนผ้าใบสีดำ รอบที่ 2



รูปที่ จ.7 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรงบนตะแกรงวางบนโต๊ะ รอบที่ 2



รูปที่ จ.8 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากในเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ รอบที่ 3



รูปที่ จ.9 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรงบนผ้าใบสีดำ รอบที่ 3



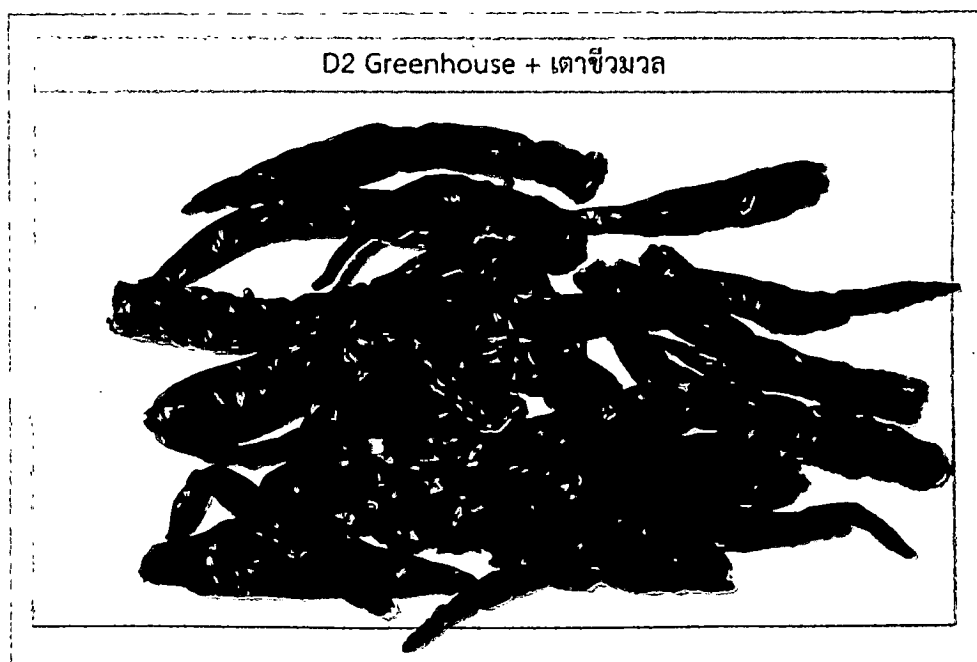
รูปที่ จ.10 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรงบนตะแกรงวางบนโต๊ะ รอบที่ 3



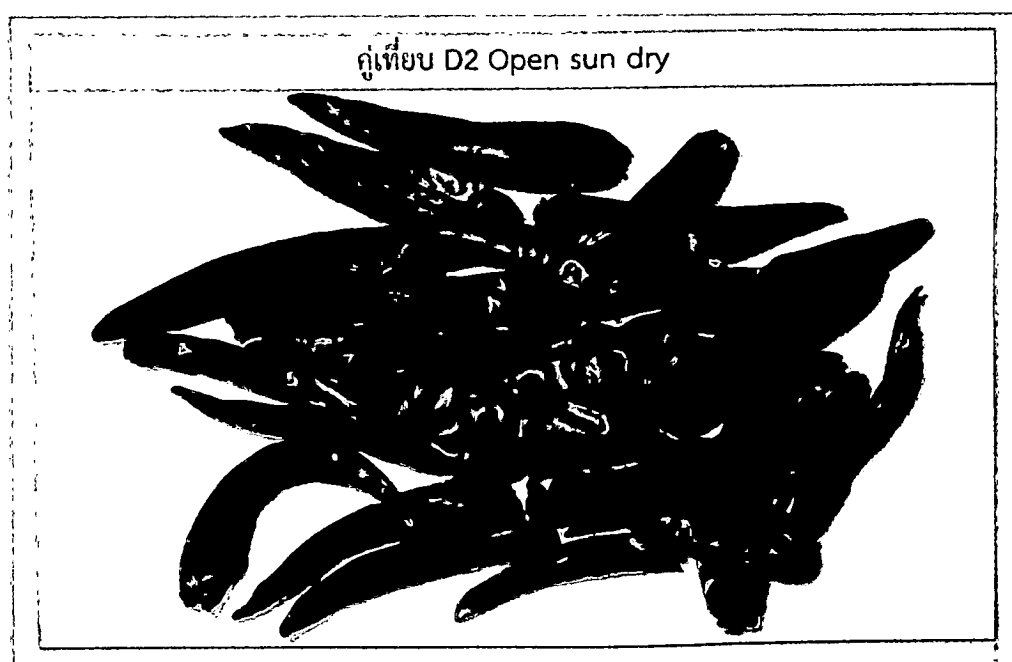
รูปที่ จ.11 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล รอบที่ 1



รูปที่ จ.12 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรง ใช้เทียบกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเต้าชีวมวลรอบที่ 1



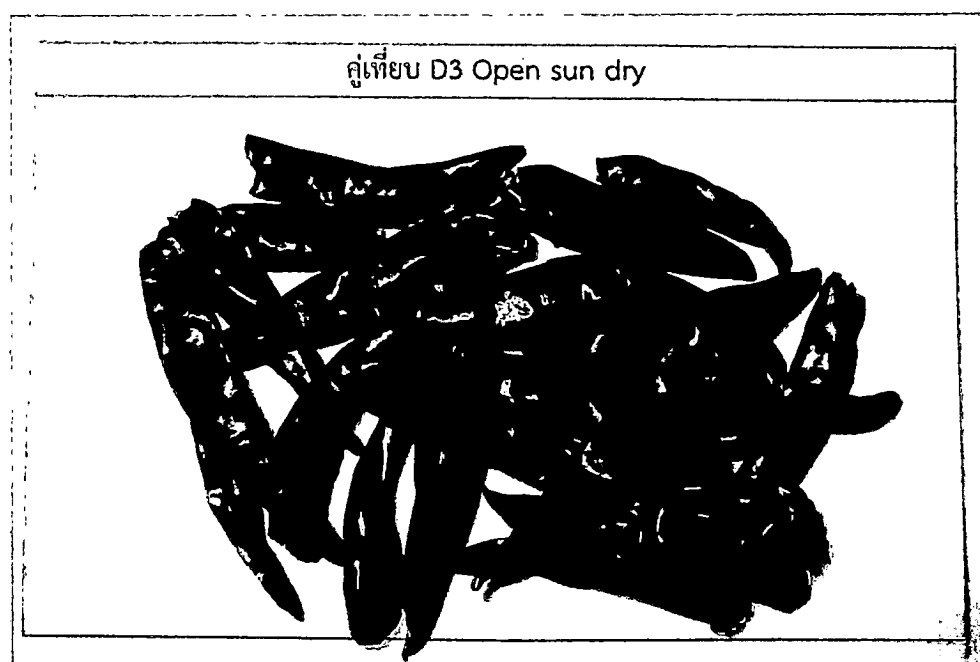
รูปที่ จ.13 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล รอบที่ 2



รูปที่ จ.14 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรง ใช้เทียบกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเต้าชีวมวลรอบที่ 2



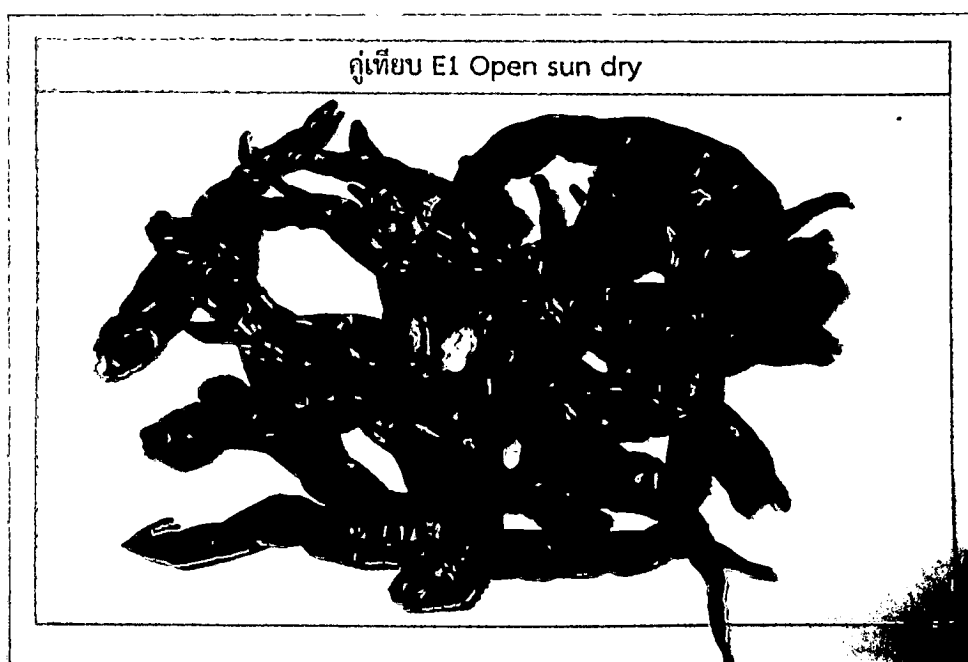
รูปที่ จ.15 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับชีวมวล รอบที่ 3



รูปที่ จ.16 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรง ใช้เทียบกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเต้าชีวมวลรอบที่ 3



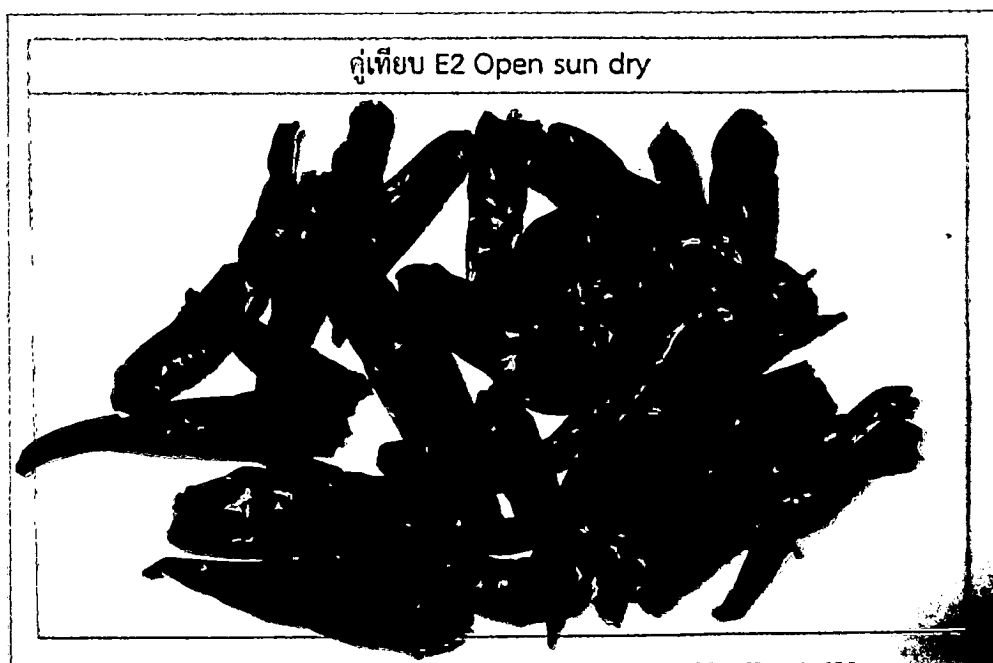
รูปที่ จ.17 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ทำแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลรอบที่ 1



รูปที่ จ.18 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรง ใช้เทียบกับการใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียว รอบที่ 1



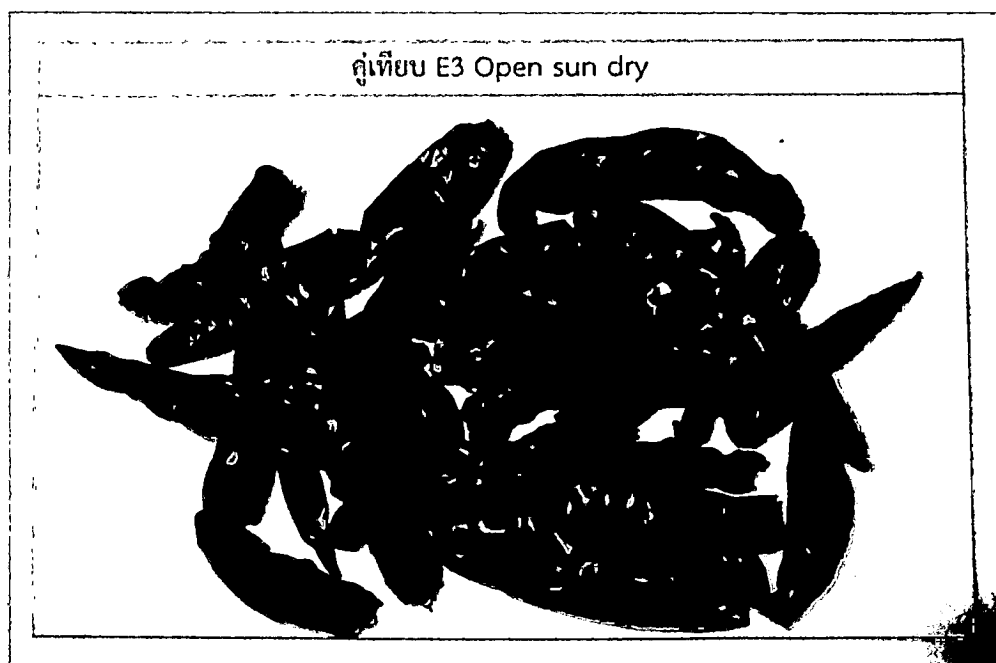
รูปที่ จ.19 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ทำแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลรอบที่ 2



รูปที่ จ.20 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรง ใช้เทียบกับการใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียว รอบที่ 2



รูปที่ จ.21 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ทำแห้งโดยใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลรอบที่ 3



รูปที่ จ.22 ลักษณะทางกายภาพและสีของพริกแห้งที่ตากแดดโดยตรง ใช้เทียบกับการใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียว รอบที่ 3

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของพริกแห้งจากการทำแห้งแบบต่าง ๆ

ลำดับที่	รหัส	ผลการวิเคราะห์					
		L*	a*	b*	E	Hue angle	croma
1	A1	28.65	24.72	15.76	31.88	32.09	29.41
2	B1	30.86	27.75	17.79	35.55	32.66	32.97
3	C1	25.89	23.44	17.31	30.45	36.56	29.16
4	A2	30.36	24.53	15.58	32.56	32.36	29.08
5	B2	29.51	19.77	15.62	29.46	38.20	25.26
6	C2	31.01	27.04	19.99	37.12	36.25	33.90
7	A3	28.58	24.99	16.31	32.83	32.62	29.90
8	B3	34.02	29.16	21.97	41.08	36.60	36.62
9	C3	27.98	26.81	23.38	37.60	41.08	35.79
10	D1	30.11	24.82	19.12	34.75	37.33	31.39
11	คู่เทียบ D1	30.97	28.03	18.93	36.89	34.00	33.83
12	D2	31.38	28.83	25.17	40.57	41.45	38.38
13	คู่เทียบ D2	27.84	29.71	22.87	38.82	37.35	37.55
14	D3	27.01	25.53	21.01	34.58	39.25	33.16
15	คู่เทียบ D3	30.25	26.61	17.78	35.05	33.36	32.07
16	E1	25.13	20.52	15.81	27.03	36.59	25.98
17	คู่เทียบ E1	29.92	25.38	16.22	33.18	32.57	30.22
18	E2	27.59	26.61	17.43	32.66	33.17	31.84
19	คู่เทียบ E2	25.09	23.27	18.08	30.67	37.66	29.55
20	E3	26.06	24.23	14.70	29.64	31.32	28.43
21	คู่เทียบ E3	28.96	22.57	14.39	29.71	32.38	26.91

ภาคผนวก ฉ.

ผลการวิเคราะห์อะฟลาท็อกซิน



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

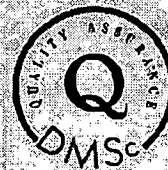
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900, Thailand

Tel : (662) 561 4387-8; (662) 940 6881-3 Ext. 154, 218 Fax : (662) 579 4895; (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop Laboratory Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16942

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง A101
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

โดย
(นายพิศาล สมบัติวงศ์)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขากรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นที่ทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop Test Solution

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16943

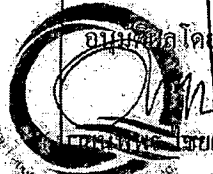
หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง A102
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-002
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงZip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	



ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สำหรับกรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

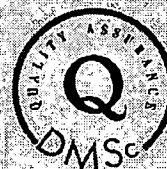
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากงเพา : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyoo, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop Quality Service

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16944

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง A103
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-003
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	



ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สาขา กงเพา

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำซ้ำเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

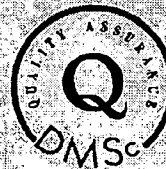
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900, Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop & Fast Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16945

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง B101
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-004
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย
(นายพิศาล สมบัติวงศ์)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CF Lab กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddoo, Jitujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8; (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895; (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One-Stop & Fast Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16946

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง B102
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-005
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	2.45	µg/kg	-	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	2.45	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย
(นายพิศาล สมบัติวงศ์)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขากรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

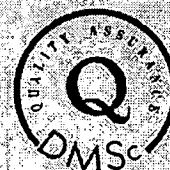
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำหัตถ์ฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddoo, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895; (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47



วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561
เลขที่รายงาน : TRBK61/16947
หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง B103
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-006
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

ออกผลโดย
(พิมพ์นามสกุลชื่อ)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CT สาขากรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

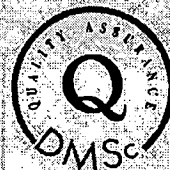
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8; (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895; (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
กระทรวงพาณิชย์

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561
เลขที่รายงาน : TRBK61/16948
หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง C101
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-007
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย
(นายสมพงษ์ ชัยเวช)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
บริษัท กรุงเทพ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำซ้ำเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddoo, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164-218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centallabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One-Stop Lab Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16949

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง C102
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-008
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	2.32	µg/kg	-	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	2.32	µg/kg	-	

อนุมัติโดย
(นายสมชาย หอมทิพย์)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

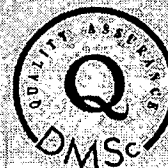
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
THAI
LABORATORY

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16950

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง C103
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-009
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	207.10	µg/kg	-	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	5.42	µg/kg	-	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	212.52	µg/kg	-	

อนุมัติโดย
(นายพิศาล สมบัติวงศ์)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำซ้ำเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop Test Service

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16951

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง A201
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-010
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	<0.70	µg/kg	-	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	<0.70	µg/kg	-	

นายพิศาล สมบัติวงศ์
(นายสมพงษ์ ไชยเวช)
ผู้อำนวยการปฏิบัติการ
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

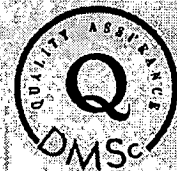
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jitujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop & Fast Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16952

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง A202
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-011
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติโดย
(นางสาวพร ไร้วรรณ)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

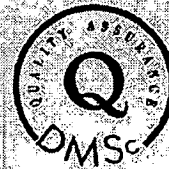
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddao, Jitujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop Lab Service

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16953

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง A203
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-012
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนันต์ โสภณกุล
(นายอนันต์ โสภณกุล)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำซ้ำเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

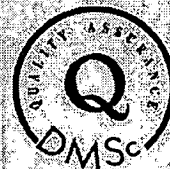
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladd Yao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 679 4895; (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop & Fast Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16954

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง B201
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-013
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	



ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำซ้ำเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

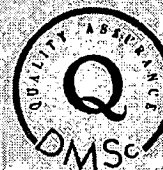
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladd Yao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop Laboratory Service

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16955

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอมือเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง B202
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-014
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติโดย
(ลายเซ็น)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

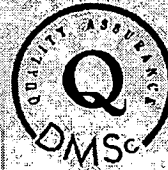
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สำนักงานใหญ่ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladd Yao, Jaijak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop Laboratory

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16956

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง B203
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-015
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

Central Lab
One Stop Laboratory
ผู้ชำนาญการห้องปฏิบัติการ
กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สำนักงานใหญ่ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop Lab Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16957

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง C201
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-016
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	2.86	µg/kg	-	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	4.93	µg/kg	-	
Aflatoxin G ₂	<0.70	µg/kg	-	
Total Aflatoxin	7.79	µg/kg	-	

อนุมัติโดย

(นายพิศาล สมบัติวงศ์)

ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สำนักงาน กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

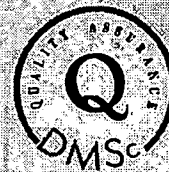
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddymao, Jarujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47



วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16958

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง C202
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-017
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

นายพิศาล สมบัติวงศ์
(นายพิศาล สมบัติวงศ์)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำซ้ำเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

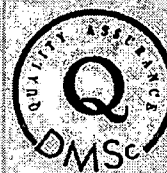
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddoo, Jitujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop Testing Service

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16959

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอมือเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง C203
รหัสตัวอย่าง	BK61/09684-018
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

หน้า 1 ของ 1
นายพิศาล สมบัติวงศ์
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขากรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำซ้ำเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladd Yao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop Food Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16933

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอมือเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง A301
รหัสตัวอย่าง	BK61/09678-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

ลงนามโดย
(นายสมพร เสงเวท)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขากรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

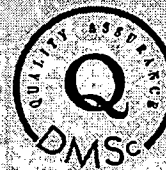
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขารุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext.: 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop & Fast Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16934

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง A302
รหัสตัวอย่าง	BK61/09678-002
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติโดย
(นายสมพงษ์ ทรัพย์เพชร)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)PI/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

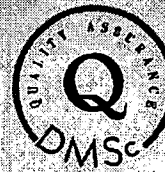
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขารุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddymao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8; (662) 940 6881-3 Ext. 164; 218 Fax : (662) 579 4895; (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop & Fast Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16935

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง A303
รหัสตัวอย่าง	BK61/09678-003
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

คุณสมคิด
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

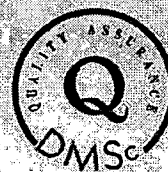
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สำนักงานสาขา : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladd Yao, Jitujak, Bangkok 10900 Thailand.

Tel. : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16936

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง B301
รหัสตัวอย่าง	BK61/09678-004
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

กมลวิมลโต
(นายเวร)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
(Signature)
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

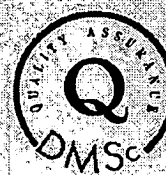
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สำนักงานกรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddymao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16937

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง B302
รหัสตัวอย่าง	BK61/09678-005
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงZip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย
(นายไพโรจน์ ไร่ขาว)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CRLT สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งหมด

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

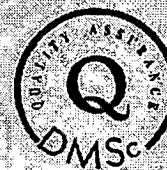
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladd Yao, Jatujok, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop & Fast Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16938

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง B303
รหัสตัวอย่าง	BK61/09678-006
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนันต์ผลโดย
(นายสมพงษ์ สุขเวช)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladd Yao, Jaijak, Bangkok 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One-Stop Testing Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16939

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง C301
รหัสตัวอย่าง	BK61/09678-007
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	



ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10500

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Laddymao, Jarujaek, Bangkok 10500 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209

http://www.centrallabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab
One Stop & Fast Services

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16940

หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง C302
รหัสตัวอย่าง	BK61/09678-008
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	1.50	µg/kg	-	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	0.88	µg/kg	-	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	2.38	µg/kg	-	

อ.ณัฏฐ์ผล ไชยเวช
(นางสาวณัฏฐ์ ไชยเวช)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

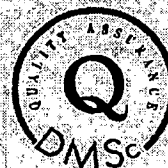
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok, 10900 Thailand

Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext : 184, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext : 209

http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1051/47

Central Lab

วันที่ออก : 16 พฤษภาคม 2561

เลขที่รายงาน : TRBK61/16941

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 หมู่ 8 ตำบลโพธิ์ อำเภอมือเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง C303
รหัสตัวอย่าง	BK61/09678-009
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 1 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 350 กรัม, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	10 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	10 พฤษภาคม 2561 - 15 พฤษภาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxins				
Aflatoxin B ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	In-house method TE-CH-025 in connection with AOAC (2016) 991.31 and AOAC (2016) 994.08
Aflatoxin B ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₁	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G ₂	Not Detected	µg/kg	0.25	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนันต์ ผลโดย
(นางสาวพรทิพย์ ไชยเวช)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CFR มาตรฐานกรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R03(11/01/61)P1/1



วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08315

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง D101
รหัสตัวอย่าง	KK61/02580-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P111-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mitroprab Road, Noi Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.centralabthai.com

Central Lab
On-Site & Fast Services

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08316

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง D102
รหัสตัวอย่าง	KK61/02580-002
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 99131
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK



วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08317

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง DI03
รหัสตัวอย่าง	KK61/02580-003
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมัด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลโนนเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย

Khon Kaen Branch : 117/4 Moo-14 Mitraparb Road, Noi Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand

Tel : (66) 0 4324-7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703

http://www.centrallabthai.com

Central Lab
One Stop & Fast Service

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08318

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง D201
รหัสตัวอย่าง	KK61/02580-004
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจริย์ อินทร์ชะมด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/A-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mitrapab Road, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.central-lab-thai.com

Central Lab
One Stop & Fair Service

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08319

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง D202
รหัสตัวอย่าง	KK61/02580-005
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150-กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมัด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งหมด

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mittraphab Road, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.centralthai.com

Central Lab
One Stop & Fast Services

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08320

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง D203
รหัสตัวอย่าง	KK61/02580-006
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผล โดย

(นางสาวสุจริณี อินทร์ชะมด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mitraparb Road, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.centrallabthai.com

Central Lab
Fast & Fair Services

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08321

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง D301
รหัสตัวอย่าง	KK61/02580-007
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจริย์ อินทร์ชะมด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Koen Branch : 117/4 Moo. 14 Mitraparb Road, Nai Muang, Muang, Khon Koen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
<http://www.centrallabthai.com>

Central Lab
One Stop & Fast Services

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08322

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง D302
รหัสตัวอย่าง	KK61/02580-008
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 2-ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	14.26	µg/kg	-	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	37.16	µg/kg	-	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	51.42	µg/kg	-	

อนุมัติผล โดย

(นางสาวสุจริย์ อินทร์ชะมด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งหมด

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)PI/I-KK



วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08323

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง D303
รหัสตัวอย่าง	KK61/02580-009
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผล โดย

(นางสาวสุจริยา อินทร์ชะมด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo. 14 Mitraparb Road, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.centralabthai.com

Central Lab

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08324

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง B101
รหัสตัวอย่าง	KK61/02581-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลโนนเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mitraparb Road, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.centralabthai.com

Central Lab

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08325

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง E102
รหัสตัวอย่าง	KK61/02581-002
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991:31
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจริย์ อินทร์ระมัด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)PI/1-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 อ.เมืองขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mitrapaib Road, Nai-Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.centralabthai.com

Central Lab

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08326

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง E103
รหัสตัวอย่าง	KK61/02581-003
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารี อินทร์ชะมัด)

ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ

สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mitrapajb. Road, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
<http://www.centralabthai.com>

Central Lab

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08327

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง E201
รหัสตัวอย่าง	KK61/02581-004
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 99131
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมาต)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/I-KK



วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08328

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง E202
รหัสตัวอย่าง	KK61/02581-005
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ลักษณะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมัด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำฉบับ

FM-QIP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/I-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mitroparb Road, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.centrallabthai.com

Central Lab

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08329

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง E203
รหัสตัวอย่าง	KK61/02581-006
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำงดบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mitraparb Road, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.centralabthai.com

Central Lab

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08330

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง E301
รหัสตัวอย่าง	KK61/02581-007
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมัด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mitrapaib Road, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.centralabthai.com

Central Lab

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08331

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง E302
รหัสตัวอย่าง	KK61/02581-008
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมัด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)PI/I-KK



วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08332

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319-ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง E303
รหัสตัวอย่าง	KK61/02581-009
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงซิปล็อค), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง. อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจารีย์ อินทร์ชะมด)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)PI/J-KK





บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาขอนแก่น : 117/4 หมู่ 14 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000 ประเทศไทย
Khon Kaen Branch : 117/4 Moo 14 Mittrapha Road, Nai Muang, Muang, Khon Kaen 40000 Thailand
Tel : (66) 0 4324 7704-7 Fax : (66) 0 4324 7703
http://www.centrallabthai.com

Central Lab

วันที่ออก : 19 มิถุนายน 2561

เลขที่รายงาน : TRKK61/08333

หน้า : 1/1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	นายพิศาล สมบัติวงศ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ม.8 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
รายละเอียดตัวอย่าง	พริกแห้ง market
รหัสตัวอย่าง	KK61/02581-010
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : พริกแห้ง ภาชนะบรรจุ : ถุงพลาสติก (ถุงzip), จำนวน : 2 ถุง, น้ำหนัก/ปริมาตร : 150 กรัม/ถุง, อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	31 พฤษภาคม 2561
วันที่ทดสอบ	01 มิถุนายน 2561 - 19 มิถุนายน 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Aflatoxin				
Aflatoxin B1	Not Detected	µg/kg	1.0	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2016) 991.31
Aflatoxin B2	Not Detected	µg/kg	1.0	
Aflatoxin G1	Not Detected	µg/kg	2.0	
Aflatoxin G2	Not Detected	µg/kg	2.0	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

อนุมัติผลโดย

(นางสาวสุจริย์ อินทร์ชะมาต)
ลงนามแทนผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขาขอนแก่น

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R02(03/01/61)P1/1-KK



ภาคผนวก ช.

รายชื่อผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

รายชื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรม

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอ

วันอาทิตย์ ที่ 19 สิงหาคม 2561 เวลา 08.30 - 16.00 น.

ณ วิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษบ้านยางน้อย อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ

โครงการศึกษาและพัฒนาการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดศรีสะเกษ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ที่อยู่	ลายมือชื่อ	หมายเหตุ
1	นาย อธิษฐ์ ขุนเพชร	46/1 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ		08-8285222
2	นาง คณิน ทองคำ	46/7 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	คณิน	
3	นาย สมพันธ์ ทองคำ	47 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	สมพันธ์	
4	นางสาว อรุณรัตน์ รัตนกุล	1/2 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	พ่อ ดอ	-
5	นาย พงศธร นิลสี	8/1 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	พงศธร	-
6	นาง อธิษฐ์ ขุนเพชร	46/1 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	อธิษฐ์	
7	นาย คณิน ทองคำ	46/7 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	คณิน	-
8	นาย อธิษฐ์ ขุนเพชร	34 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	อธิษฐ์	-
9	นาย พงศธร นิลสี	8/1 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	พงศธร	-
10	นางสาว อรุณรัตน์ รัตนกุล	1/2 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	พ่อ ดอ	-
11	นาย พงศธร นิลสี	8/1 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	พงศธร	-
12	นางสาว อรุณรัตน์ รัตนกุล	1/2 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	พ่อ ดอ	-
13	นาย พงศธร นิลสี	8/1 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	พงศธร	-
14	นางสาว อรุณรัตน์ รัตนกุล	1/2 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	พ่อ ดอ	-
15	นาย พงศธร นิลสี	8/1 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	พงศธร	-
16	นางสาว อรุณรัตน์ รัตนกุล	1/2 อ.ต.ท. ต.พ.ม. อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	พ่อ ดอ	-

รายชื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรม

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกร

วันอาทิตย์ ที่ 19 สิงหาคม 2561 เวลา 08.30 - 16.00 น.

ณ วิสาหกิจชุมชนปลูกพริกปลอดสารพิษบ้านยางน้อย อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ

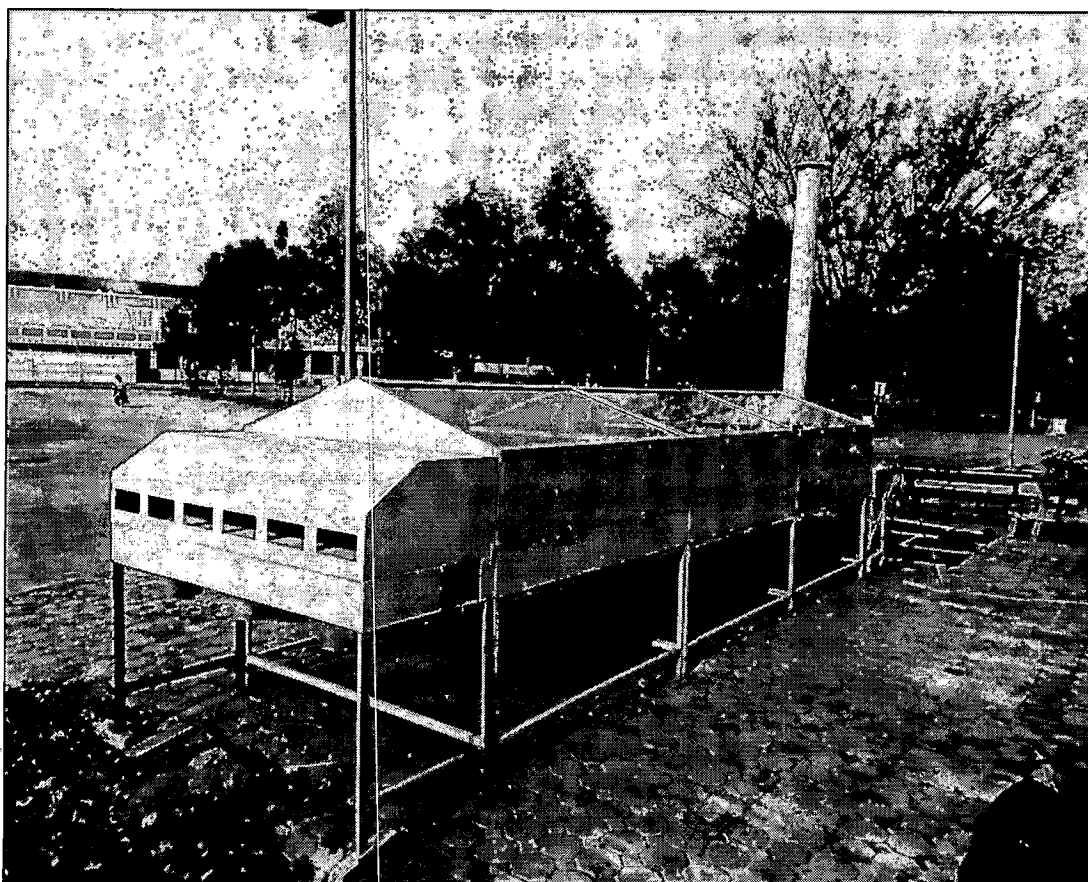
โครงการศึกษาและพัฒนาการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกรเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดศรีสะเกษ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ที่อยู่	ลายมือชื่อ	หมายเหตุ
17	สมชาย วัฒน	41/1 ม.5 ต.นาหว้า อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ	สมชาย	
18	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	68 " " " "	อ.พ.ร.	
19	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	45/16 " " " "	อ.พ.ร.	
20	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	12 " " " "	อ.พ.ร.	/
21	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	81/2 " " " "	อ.พ.ร.	/
22	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	45/3 " " " "	อ.พ.ร.	/
23	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	18 " " " "	อ.พ.ร.	/
24	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	20 " " " "	อ.พ.ร.	/
25	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	20 " " " "	อ.พ.ร.	/
26	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	19/1 " " " "	อ.พ.ร.	/
27	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	30 " " " "	อ.พ.ร.	/
28	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	24 " " " "	อ.พ.ร.	/
29	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	10/3 " " " "	อ.พ.ร.	/
30	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	18 " " " "	อ.พ.ร.	/
31	อ.พ.ร. ส.วิเศษ	25 " " " "	อ.พ.ร.	/
32				

คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษา (User manual)

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกระบอกร



ก่อนการใช้งานเครื่องอบแห้ง กรุณาศึกษาและอ่านคำแนะนำวิธีการใช้งานในคู่มืออย่างละเอียด เพื่อให้
เกิดประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด รวมถึงความปลอดภัย และการบำรุงรักษาตัวเครื่องอย่างถูกวิธี ควรเก็บคู่มือ
การใช้งานเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการใช้งาน หรือดูแลรักษาตัวเครื่องในอนาคต

1) คำแนะนำเพื่อความปลอดภัย

- ☐ การติดตั้งระบบไฟต้องใช้ช่างที่ชำนาญ
- ☐ ไม่วางสายไฟพาดกับขอบโต๊ะ ของมีคม หรือ ใกล้แหล่งความร้อน
- ☐ เพื่อป้องกันไฟดูด หรือ ช็อต ระวังอย่าให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของสายไฟโดนน้ำ หรือ ของเหลว
- ☐ เพื่อหลีกเลี่ยงและป้องกัน การเกิดเพลิงไหม้ ไม่ควรวางสิ่งที่สามารถติดไฟได้ง่ายไว้ใกล้เตาชีวมวล เช่น กระดาษ หรือ แผ่นพลาสติก
- ☐ ขณะเปิดใช้งานเครื่องอบแห้ง ตัวเครื่องบางส่วนจะมีความร้อน ห้ามไม่ให้เด็กเข้าไปใกล้
- ☐ ห้ามวางสิ่งของ ปิดกั้นและขวางช่องพัดลมระบายความร้อนของตัวเครื่อง
- ☐ โครงสร้างหลักอาจมีความร้อน ขณะเปิดใช้งาน แนะนำให้จับ บริเวณมือจับที่ติดตั้งไว้
- ☐ การทำความสะอาดเครื่องอบแห้ง ให้ถอดปลั๊กไฟออกก่อนทุกครั้ง และควรทิ้งไว้ให้เครื่องเย็นลงก่อน
- ☐ ควรสวมถุงมือและผ้าปิดจมูกทุกครั้งที่ต้องสัมผัสกับผลิตภัณฑ์
- ☐ ห้ามใช้ของ มีคม เหล็กแหลม ชัด หรือ แซะ ทำความสะอาด เพราะจะทำให้กระจก หรือพื้นผิวเครื่องอบแห้ง เสียหายได้
- ☐ ปิดเครื่องทุกครั้ง หลังการใช้งานเครื่อง และดึงปลั๊กไฟออก

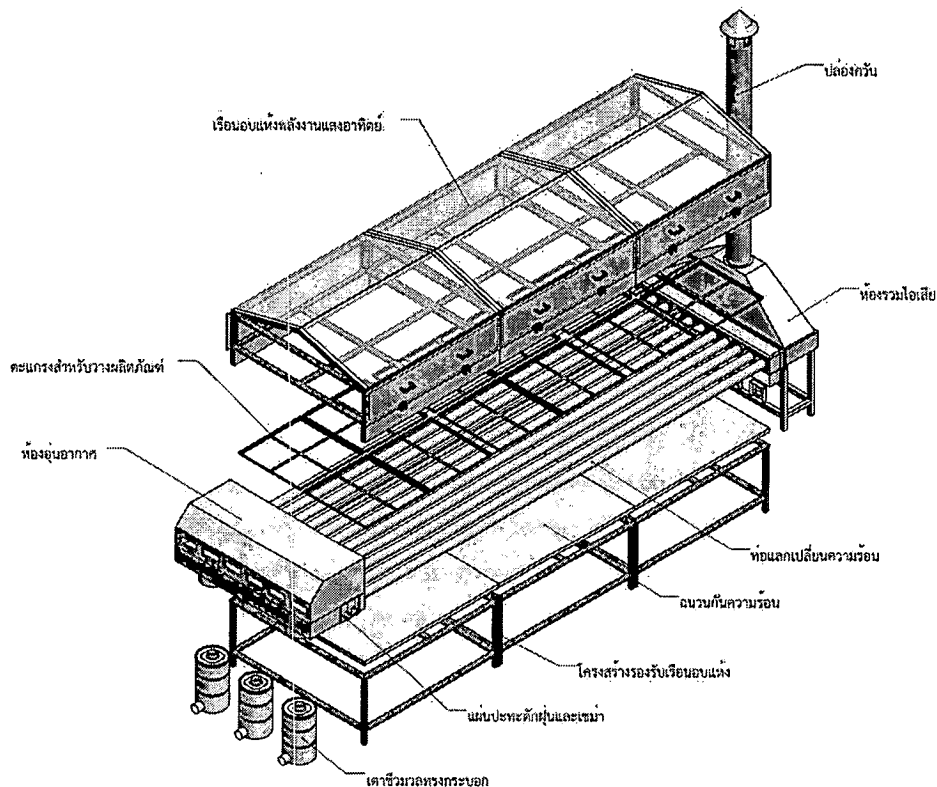
ข้อควรระวังเป็นพิเศษ

- ☐ เพื่อป้องกันไฟฟ้า ช็อต ควรถอดปลั๊กออกทุกครั้งที่เลิกใช้งาน
- ☐ ขณะที่มือเปียก หรือ อวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งเปียก ห้ามแตะสัมผัสกับตู้ควบคุมไฟฟ้า
- ☐ ควรสวมรองเท้าทุกครั้งที่มีการใช้งานเครื่องอบแห้ง
- ☐ อย่านำเครื่องแห้ง ไปใช้งานผิดประเภท จะก่อให้เกิดอันตรายได้
- ☐ หากผลิตภัณฑ์แห้งแล้ว ควรนำออกจากเครื่องทันที ไม่ควรวางทิ้งไว้นาน เพราะจะเป็นแหล่งสะสมของเชื้อราได้
- ☐ อย่าวางวัตถุไวไฟไว้ใกล้เครื่องแห้ง

2) ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้ง

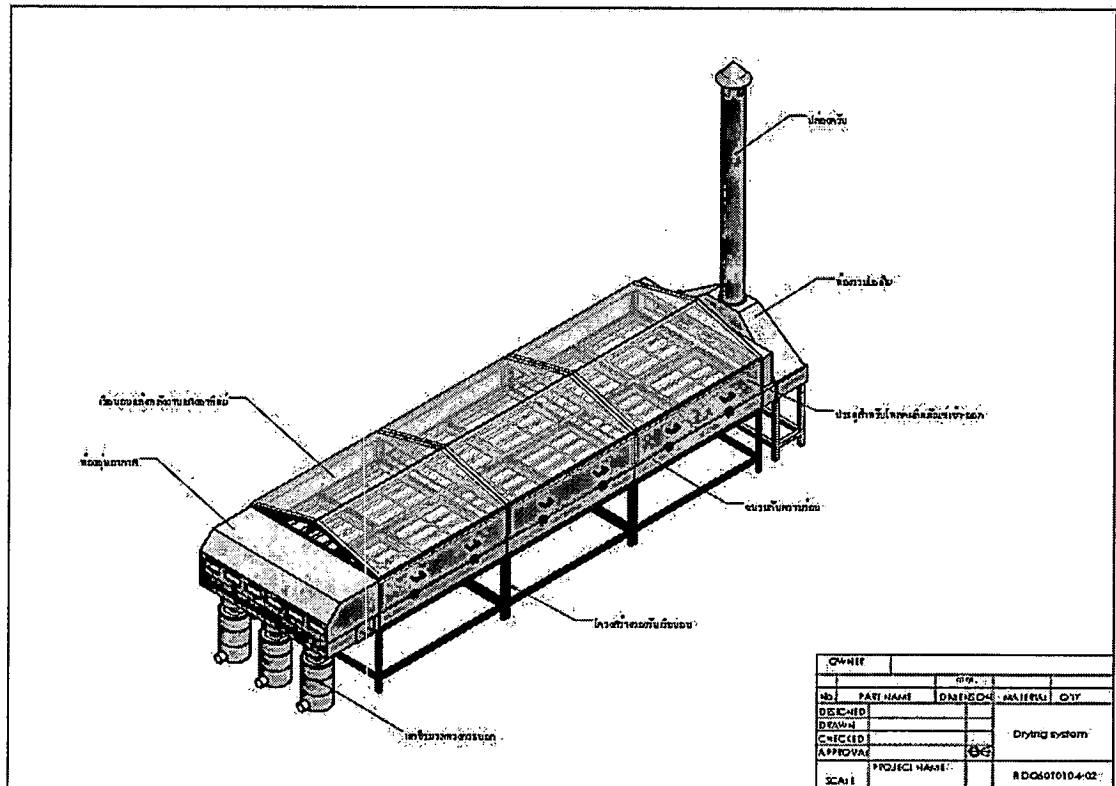
เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเตาชีวมวลทรงกระบอกร มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. เรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับใช้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์
2. ตะแกรงวางผลิตภัณฑ์ สำหรับวางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง
3. โครงสร้างรองรับเรือนอบแห้ง เพื่อให้ระดับของเรือนอบแห้งอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการทำงาน
4. เตาชีวมวลทรงกระบอกร เป็นแหล่งความร้อนสำหรับการอบแห้งเสริมความร้อนจากแสงอาทิตย์
5. ท่อแลกเปลี่ยนความร้อน ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวลเข้าสู่ห้องอบแห้งโดยการนำความร้อนและพาความร้อน
6. ห้องรวมไอเสีย ทำหน้าที่รวบรวมไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ให้ออกทางปล่องควัน
7. พัดลมระบายอากาศ ทำหน้าที่นำความชื้นออกจากห้องอบแห้งและควบคุมอุณหภูมิในห้องอบแห้ง
8. พัดลมดูดอากาศ (Blower) ติดตั้งอยู่ด้านล่างของห้องรวมไอเสียมีท่อสอดผ่านคอคอดในปล่องควันเพื่อเหนี่ยวนำไอเสียให้ออกทางปลายปล่องควัน
9. ห้องอุ่นอากาศ ทำหน้าที่รับความร้อนจากเตาชีวมวลเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้อากาศที่เข้าไปในห้องอบ
10. แผ่นปะทะดักฝุ่น ทำหน้าที่ดักเขม่าและฝุ่นที่เกิดจากการเผาไหม้ ไม่ให้เข้าไปในท่อแลกเปลี่ยนความร้อน



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้ง

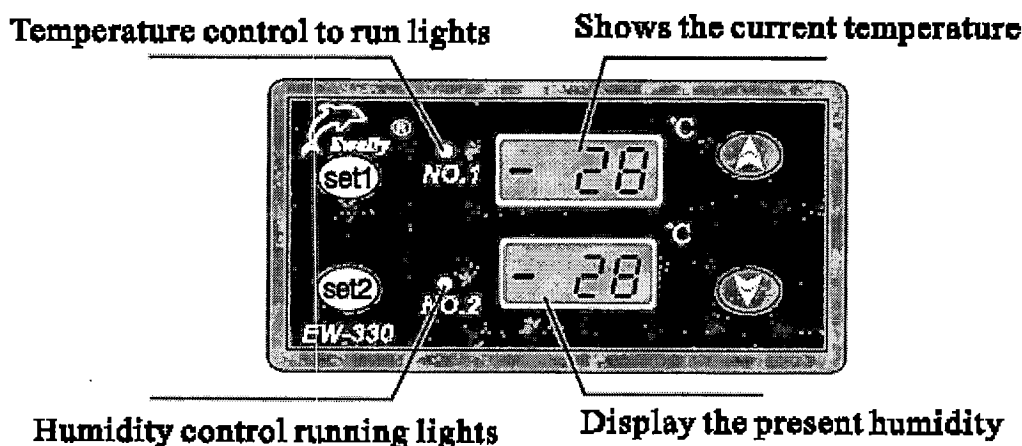
3) หลักการทำงานของเครื่องอบแห้ง



- วางผลิตภัณฑ์ไว้บนถาด แล้วโหลดเข้าไปในห้องอบ โดยเปิดประตูด้านข้างห้องอบแล้ววางถาดบนชั้นวาง
- เตาซีมวอลทำหน้าที่เป็นแหล่งความร้อนหลัก/เสริมให้กับระบบอบแห้ง
- เปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้จะไหลผ่านแผ่นปะทะเพื่อตักฝุ่นออกไปไม่ให้เข้าไปเกาะที่ผนังด้านในของห้องอบแห้ง
- ก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ไหลเข้าไปในท่อรวมก๊าซและไหลผ่านแนวท่อกลมซึ่งอยู่ด้านล่างของเครื่องอบแห้งและมีฉนวนกันความร้อนด้านล่างและด้านข้างป้องกันไม่ให้ความร้อนสูญเสียออกด้านนอก
- ความร้อนที่ไหลผ่านแนวท่อจะเพิ่มอุณหภูมิให้กับห้องอบและถ่ายเทความร้อนให้กับผลิตภัณฑ์
- ก๊าซร้อนไหลออกจากท่อนำก๊าซร้อนไหลไปที่ด้านท้ายของเครื่องอบและไหลออกทางปล่องควัน
- พัดลมดูดอากาศจะดึงเอาความชื้นที่ออกจากผลิตภัณฑ์ออกไปโดยอากาศที่ไหลเข้ามาแทนที่จะถูกเพิ่มอุณหภูมิบริเวณด้านบนของท่อรวมก๊าซร้อนส่วนหน้า

4) การใช้งานเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

ภายในเครื่องอบแห้งมีการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น และแสดงผลที่หน้าจอเครื่องควบคุมซึ่งติดตั้งอยู่ส่วนท้ายของเครื่องอบแห้งซึ่งสามารถตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นในห้องอบแห้งได้ โดยการทำงานของพัดลมระบายอากาศที่อยู่ส่วนท้ายของเครื่อง การตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นสามารถทำได้ดังนี้



รูปที่ 2 หน้าจอแสดงผลและปุ่มควบคุม

การตั้งค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

- กดปุ่ม **[set1]** เพื่อตั้งค่าอุณหภูมิ หน้าจอจะปรากฏข้อความ "St" ให้กด   เพื่อเลือกค่าที่ต้องการตั้ง ซึ่งสามารถตั้งอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -39 °C – 98 °C
- กดปุ่ม **[set2]** เพื่อตั้งค่าความชื้นสัมพัทธ์ หน้าจอจะปรากฏข้อความ "SH" ให้กด   เพื่อเลือกค่าที่ต้องการตั้ง ซึ่งสามารถตั้งอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 25% RH – 94 % RH

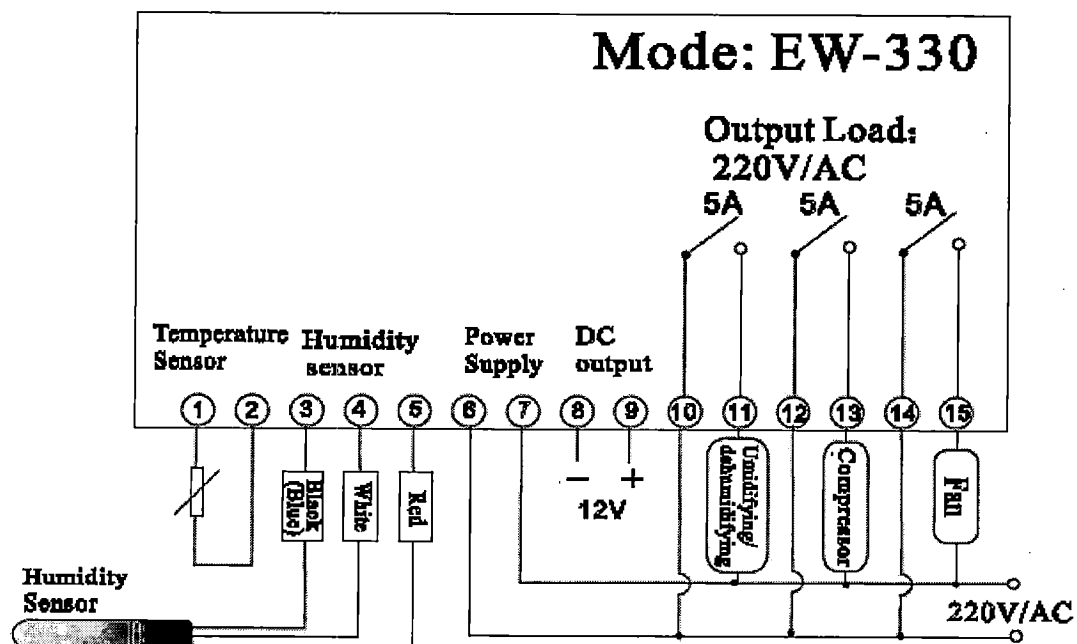
การตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เกี่ยวกับอุณหภูมิ

Code	Functions	Scope of Setting	Default Setting	Unit
HC	Heating/Cooling	H (heating) / C (cooling)	C	-
LS	Lower temperature limit	-40°C~(setting temperature-1) °C	-40°C	°C
HS	Upper temperature limit	(set temperature +1) °C~99°C	45°C	°C
Pt	Pick-up delay	0~5	1	Min
CA	Temperature correction	-15°C~15°C	0	°C
D1	Temperature difference	1~15°C	4	°C

การตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เกี่ยวกับความชื้นสัมพัทธ์

Code	Functions	Scope of Setting	Default Setting	Unit
HP	Humidifying/dehumidifying	H (humidifying) /P(dehumidifying)	P	—
CP	Dew point delay	0~30	6	Min
D2	Humidity difference	1~20%	10%	RH
CA	Humidity correction	-15~15	0%	RH
PT	Pick-up delay	0~3	3	Min
AP	Display delay	0~15	3	Sec
CU	Condensation mode	C (alarm) /U (no alarm)	U	—

Wiring diagram



ข้อมูลทางด้านเทคนิคของเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

1. Voltage: AC 220V $\pm 10\%$ 50HZ/60HZ
2. Output Load: 5A/220V AC
3. Power Consumption: $\leq 3W$
4. Working environment: $-10^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ RH $\leq 90\%$
5. Resolving of temperature: 1°C Accuracy $\pm 1^{\circ}\text{C}$
6. Resolving of humidity: 1% RH Accuracy $\pm 5\% \text{RH}$
7. Input signal: temperature sensor 10K $\times 2\text{m}$
humidity sensor 1. 8m
8. Overall Dimension: 100(L) $\times$ 51(W) $\times$ 84(D)mm
9. Hole Size: 92(L) $\times$ 44(W)mm

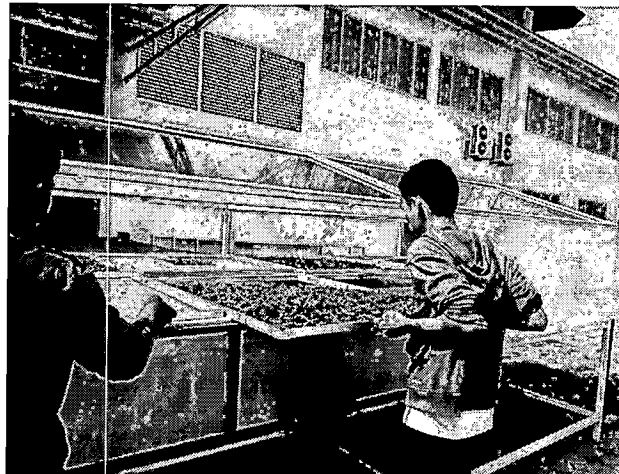
5) การอบแห้งพริก

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมพริกใส่ตะแกรงประมาณ 5-10 กิโลกรัมต่อตะแกรง ดังรูปที่ 3



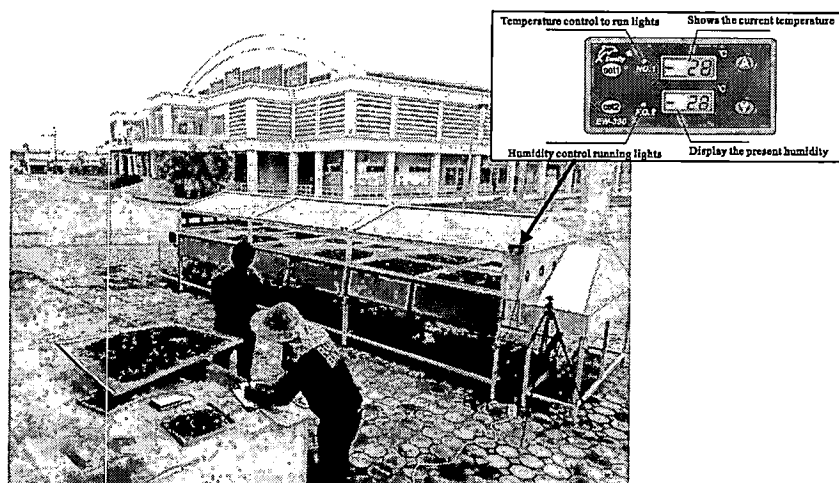
รูปที่ 3 เตรียมพริกใส่ตะแกรงตาก ตะแกรงละ 5-10 kg

ขั้นตอนที่ 2 นำพริกใส่เครื่องอบแห้ง โดยเปิดประตูด้านข้างของเครื่องอบแห้งแล้วสอดตะแกรงอบแห้งเข้าไปวางไว้บนชั้น ดังรูปที่ 4



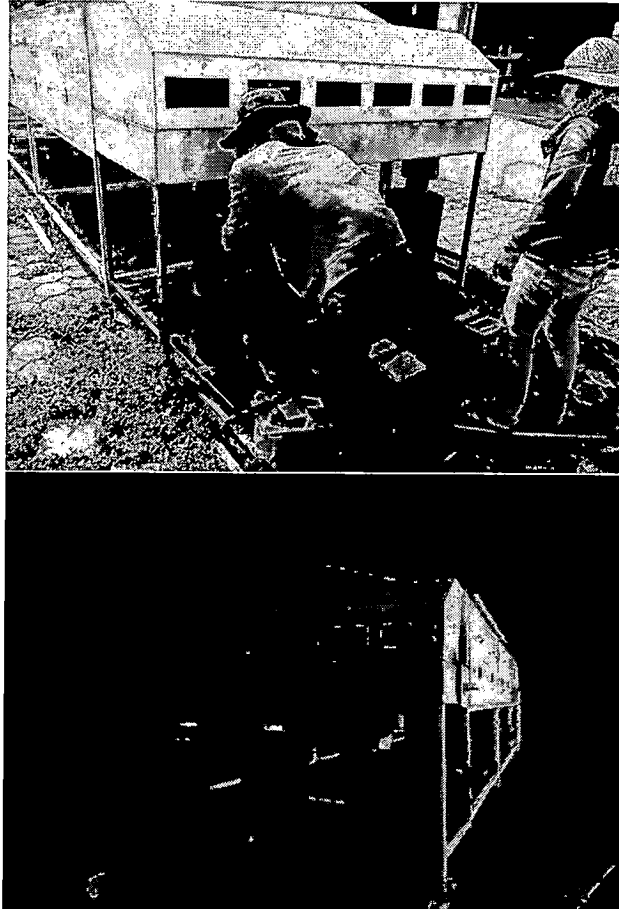
รูปที่ 4 นำพริกที่เตรียมไว้ใส่ในเครื่องอบแห้ง

ขั้นตอนที่ 3 ตั้งค่าอุณหภูมิในการอบแห้งไว้ที่ 60-70 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตำแหน่งของเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

ขั้นตอนที่ 4 หากต้องการใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลให้นำเตาชีวมวลไปวางในตำแหน่ง ดังรูปที่ 6 แล้วจุดเตา



รูปที่ 6 การติดตั้งและใช้งานเตาชีวมวลทรงกระบอ

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อพริกเริ่มแห้งให้เก็บพริกที่มีลักษณะสดออกเพื่อป้องกันปัญหาพริกที่แห้งไม่สนิทปะปนไปกับผลิตภัณฑ์พริกแห้ง ปกติในการตากแห้งด้วยเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะเก็บพริกสดออกในวันที่สองของการอบแห้ง และให้พลิกกลับกองพริกแห้งทุกวันเพื่อให้พริกแห้งสม่ำเสมอ

ขั้นตอนที่ 6 เมื่อพริกแห้งสนิทแล้วให้เก็บพริกแห้งใส่ถุงพลาสติกและมัดปากให้แน่นเพื่อป้องกันความชื้นจากภายนอกเข้าสู่พริกได้

6) การบำรุงรักษาและทำความสะอาด

☐ ก่อนทำความสะอาดทุกครั้ง ถอดปลั๊กไฟออกก่อน และเพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องอบแห้ง ควรหมั่นทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

☐ ให้ใช้ผ้าชุบน้ำทำความสะอาดคราบสกปรก หลังจากทำความสะอาดเสร็จแล้ว ให้เช็ดพื้นผิวเครื่องอบด้วยผ้าแห้งให้แห้ง

☐ ต้องทำความสะอาดภายในเครื่องอบแห้งหลังการใช้งานทุกครั้ง ควรใช้ผ้าสะอาดเช็ดคราบสกปรกออก อย่าใช้น้ำฉีดพ่นภายในเครื่องอบแห้งเพราะจะทำให้มีความชื้นสะสม เกิดสนิม และฉนวนเสื่อมสภาพได้

☐ ทำความสะอาด กระจกด้านบน ด้วยน้ำสะอาด แล้วเช็ดให้แห้งด้วยผ้า

☐ ตรวจสอบเช็คการขันยึดของสกรูในแต่ละจุดให้แน่น และอุดรอยร้าวในเครื่องอบแห้งด้วยกาวซิลิโคน

☐ ตรวจสอบเช็คการขันยึดของขั้วต่อไฟฟ้าในตู้ควบคุมให้แน่นเสมอ

สรุปผลการวิจัย

1) ระยะเวลาการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เวลาในการอบแห้ง 4-5 วัน ในขณะที่การตากแดดโดยตรงใช้เวลาในการทำแห้ง 7-8 วัน โดยใช้เวลาอบแห้งวันละ 8 ชั่วโมง ส่วนการใช้เชื้อเพลิงร่วมและการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกใช้เวลาในการอบแห้ง 3-5 วัน โดยใช้เวลาอบแห้งวันละ 7-13 ชั่วโมง หากใช้งานอย่างต่อเนื่องจะใช้เวลาอบแห้ง 1.5-2 วัน

2) ความชื้นของพริกแห้งจากการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 8-12 % (wb) ในขณะที่การตากแดดโดยตรงมีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 11-13.8 % (wb) ส่วนการใช้พลังงานร่วมมีความชื้นสุดท้าย 8.13-10.17 % (wb) และการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกเพียงอย่างเดียว วัดความชื้นสุดท้ายของพริกแห้งได้ 7.4-9.7% (wb)

3) การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะจากการทำแห้ง กรณีอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 21.05 - 25.27 MJ/kgH₂O_{evap} ในขณะที่การตากแดดโดยตรงมีค่าเท่ากับ 30.75-41.44 MJ/kg H₂O_{evap} ส่วนการใช้พลังงานร่วมมีค่าการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 50.79-68.60 MJ/kgH₂O_{evap} และการใช้เตาชีวมวลทรงกระบอกเพียงอย่างเดียวมีค่าการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะเท่ากับ 70-101.7 MJ/kgH₂O_{evap} ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศในการทดลอง

4) การเกิดอะฟลาท็อกซินในตัวอย่างพริกแห้ง พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่พบอะฟลาท็อกซินมากที่สุดคือพริกทำแห้งด้วยการตากแดดโดยตรง ซึ่งมีระยะเวลาในการทำแห้งหลายวัน รวมทั้งมีความชื้นสุดท้ายสูงกว่าวิธีอื่น ๆ โดยตรวจพบอะฟลาท็อกซิน 4 ตัวอย่างจาก 9 ตัวอย่าง

5) การเปรียบเทียบสีและลักษณะภายนอกของพริกที่ทำแห้งด้วยวิธีต่าง ๆ พบว่ามีลักษณะทางกายภาพและค่าสีที่ใกล้เคียงกัน

6) การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า พบว่ากรณีอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเดียว กรณีใช้พลังงานร่วมและกรณีใช้ชีวมวลอย่างเดียว ให้ระยะเวลาคืนทุน 1.7 ปี, 1.88 ปี และ 2.16 ปี ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากผลตอบแทนสุทธิรายปีพบว่า กรณีที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมจะให้ผลตอบแทนสุทธิรายปีมากที่สุด เนื่องจากมีระยะเวลาการอบแห้งที่สั้นกว่า ทำให้เพิ่มรอบการอบแห้งได้มากกว่า

ดำเนินโครงการโดย

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

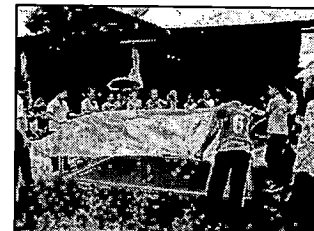
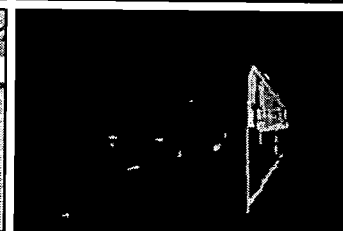
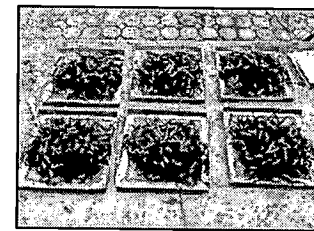
รายละเอียดเพิ่มเติมติดต่อ

นายพิศาล สมบัติวงศ์ (หัวหน้าโครงการ)

โทร 0868715774 อีเมล pisanme@hotmail.com



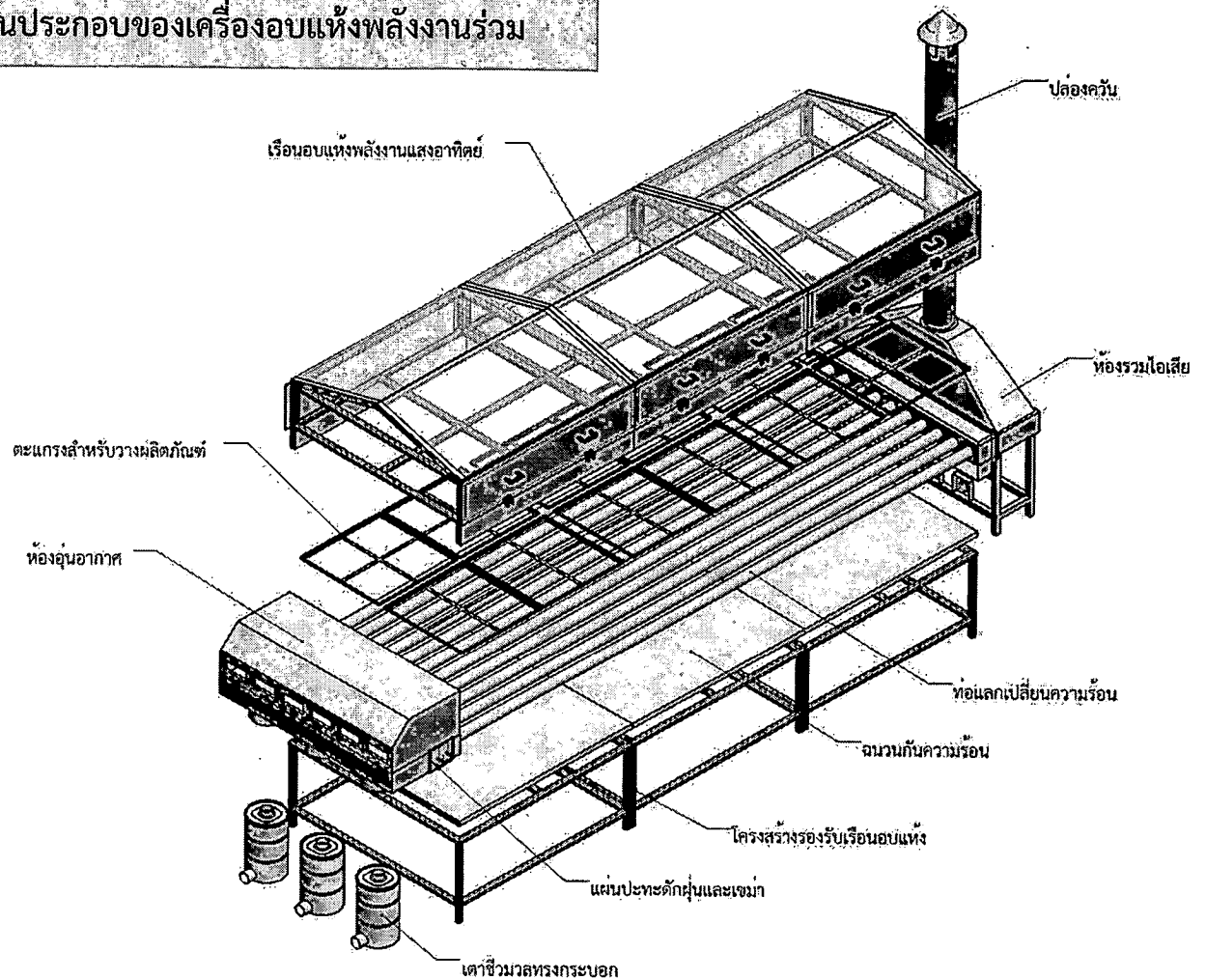
การศึกษาและพัฒนาการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอกเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดศรีสะเกษ



ที่มาและความสำคัญของโครงการ

พริกเป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัดศรีสะเกษ โดยสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรทั้งการขายสดและการทำแห้ง แต่วิธีทำแห้งที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบันคือ การตากแดดโดยตรง ทำให้เสี่ยงต่อความเสียหายจากแมลง สัตว์ ฝน รวมถึงฝุ่นละอองในอากาศ และยังมีระยะเวลาการตากแห้งที่นาน 7-10 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ส่วนการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลา นั้น แม้จะมีระยะเวลาการทำแห้งสั้นลงเหลือเพียง 4-5 วัน แต่มีต้นทุนเครื่องที่สูงมากทำให้เกษตรกรไม่สามารถลงทุนได้ รวมถึงไอระเหยภายในห้องอบทำให้ระคายเคืองจมูกและผิวหนัง ใช้งานได้เฉพาะช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดดเท่านั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนจากเตาชีวมวลทรงกระบอก ซึ่งใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งมีราคาถูก หาได้ในท้องถิ่น และทำงานได้ต่อเนื่อง 6-8 ชั่วโมงต่อการบรรจุเชื้อเพลิงหนึ่งครั้ง เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีลดต้นทุนและระยะเวลาในการทำแห้งและป้องกันเสียหายของพริกระหว่างการทำแห้งได้ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งขนาด 2x6 ตารางเมตร ซึ่งสามารถอบแห้งพริกได้ 50-100 กิโลกรัมต่อรอบ โดยสามารถอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์อย่างเดียว ใช้ความร้อนจากเตาชีวมวลอย่างเดียวหรือใช้พลังงานรวมก็ได้ เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จได้มีการเผยแพร่ผลการศึกษาสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตพริกแห้ง เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้งานต่อไป

ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งพลังงานรวม



ข้อดีของเครื่องอบแห้งพลังงานรวม

- ปลอดภัยจาก ฝุ่น แมลง ฝน และสัตว์ต่าง ๆ
- อบแห้งได้ต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง
- ควบคุมอุณหภูมิในการอบแห้งได้
- ใช้แสงแดดและชีวมวลเหลือทิ้งจากการเกษตรหรือการแปรรูปไม้เป็นแหล่งความร้อนทำให้ต้นทุนต่ำ

การใช้งาน

- นำพริกใส่ถาดแล้วนำเข้าเครื่องอบแห้ง
- ตั้งค่าอุณหภูมิในการอบแห้งไว้ที่ 65 °C
- อบแห้งด้วยแดดในช่วงกลางวัน
- ใช้เตาชีวมวลในตอนกลางคืนหรือวันที่ไม่มีแสงแดด