รายงานการวิจัยและนวัตกรรม

เรื่อง

การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับมะม่วง ฝรั่งและจิ้งหรีดด้วยการแปรรูปโดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

Value Addition in Mango, Guava and Cricket by Processing using a Parabolic-type Solar Dryer

โดย

อ.ดร.ภาริกา รุ่งพิชยพิเชฐ อ.ดร.ขวัญใจ กลิ่นจงกล

นายยุทธศักดิ์ บุญรอด ผศ.ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมจาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ประจำปีงบประมาณ 2566

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงการ ขอขอบคุณ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร (กอ.รมน.) ที่มอบหมายให้มหาวิทยาลัยศิลปากรดำเนินโครงการนี้ และสนับสนุนทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมโครงการในครั้งนี้

ขอขอบคุณ ผู้บังคับบัญชา ข้าราชการและเจ้าหน้าที่ กอ.รมน. ที่เกี่ยวข้อง ในการอำนวยการประสานงานด้านต่างๆ และสนับสนุนการปฏิบัติงานของโครงการนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่กองประเมินผลและจัดการความรู้การวิจัย วช. ที่อำนวยความสะดวก ดูแลประสานงานนักวิจัยเป็นอย่างดี และให้คำชี้แนะในการดำเนินโครงการให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ ประธานกลุ่มและสมาชิกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนศนรักษ์เกษตร ที่อำนวยการความสะดวกในการเดินทางเข้าพื้นที่ การให้ข้อมูลด้านการเกษตร การแปรรูป และด้านอื่นๆ อีกทั้งยังร่วมหารือเพื่อเลือกสถานที่ติดตั้งระบบอบแห้งฯ เข้าร่วมอบรม ประสานงานเกษตรกรเพื่อเข้าร่วมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี และหารือแนวทางการใช้งานเพื่อให้เกิดความยั่งยืนของโครงการ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ของศูนย์กลางนวัตกรรมอาหารแห่งมหาวิทยาลัยศิลปากรที่อำนวยความสะดวกในด้านงานเอกสาร และงานธุรการต่างๆ

ขอขอบคุณ นางสาวชลิตา พุกบ้านยาง นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร สำหรับการเป็นวิทยากรประจำกลุ่มย่อยในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์สินค้าเกษตรอบแห้งจากระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2566

บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับมะม่วง ฝรั่งและจิ้งหรีดด้วยการแปรรูปโดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

(ภาษาอังกฤษ) Value Addition in Mango, Guava and Cricket by Processing using a Parabolic-type Solar Dryer

รายนามหัวหน้าโครงการ (เดี่ยว)/โครงการย่อย และผู้ร่วมโครงการ พร้อมทั้งหน่วยงานที่สังกัดและรายละเอียดการติดต่อ (ที่อยู่/โทรศัพท์/โทรสาร/e-mail)

- หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล อาจารย์ ดร.ภาริกา รุ่งพิชยพิเชฐ

หน่วยงาน ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม

โทรศัพท์ 091 054 6283 โทรสาร 034 272196

Email address parika_rung@yahoo.com

ที่อยู่ปัจจุบัน 466 หมู่บ้านงามเจริญโครงการ 4 แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กทม.

- ผู้ร่วมโครงการ

(1) ชื่อ-สกุล อาจารย์ ดร.ขวัญใจ กลิ่นจงกล

หน่วยงาน ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม

โทรศัพท์ 085 380 7328 โทรสาร 034 272196

Email address kkhwanjai@gmail.com

ที่อยู่ปัจจุบัน 128/292 ซ.10 หมู่บ้านเดอะโค้ด หมู่ที่ 5 ต.ลำพยา อ.เมืองนครปฐม จ.นครปฐม

(2) ชื่อ – สกุล นายยุทธศักดิ์ บุญรอด
หน่วยงาน ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อ. เมือง จ. นครปฐม
โทรศัพท์ 089 891 4651
E-mail address yutthasakb@gmail.com
ที่อยู่ปัจจุบัน 44 หมู่ที่ 7 ต.หนองปากโลง อ.เมืองนครปฐม จ.นครปฐม

-ที่ปรึกษาโครงการ

ชื่อ – สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี
หน่วยงาน ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร อ. เมือง จ. นครปฐม
โทรศัพท์ 089 499 6290 โทรสาร 034 272196
E-mail address busarakornm@yahoo.com
ที่อยู่ปัจจุบัน 340/449 หมู่บ้านมหามงคล ถนนพุทธมนฑลสาย 2 กทม.

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 งบประมาณที่ได้รับ 590,000.00 บาท
ระยะเวลาทำวิจัย 12 เดือน ตั้งแต่ เมษายน พ.ศ. 2566 ถึง เมษายน พ.ศ. 2567

สรุปโครงการวิจัย

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ตำบลศรีแก้ว อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ มีรายได้หลักจากการขายผลไม้สดที่ปลูกในพื้นที่ได้แก่ กล้วย ฝรั่งกิมจูและมะม่วงน้ำดอกไม้ซึ่งพบปัญหาราคาผันผวน รวมถึงปริมาณผลผลิตที่มีมากทำให้ต้องนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยฉาบ ฝรั่งแช่บ๊วยและมะม่วงกวนเพื่อออกจำหน่ายตามตลาดชุมชน ตลาดในจังหวัดใกล้เคียง แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ฝรั่งแช่บ๊วยมีอายุการเก็บรักษาสั้น และต้องเก็บที่อุณหภูมิต่ำจึงเป็นข้อจำกัดที่ยังไม่สามารถขายไปในตลาดที่มีความห่างไกลจากชุมชนได้ ขณะที่การผลิตมะม่วงกวนยังใช้การตากแดดธรรมชาติ ใช้เวลาในการผลิตประมาณ 7 วันและไม่สามารถทำการผลิตได้หากฝนตกในพื้นที่ ทำให้ปริมาณการผลิตที่ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด รวมถึงผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ได้จากการตากแดดไม่มีคุณภาพ สีคล้ำ และมีการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง ทำให้กลุ่มฯ มีความต้องการได้รับการสนับสนุนระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม เพื่อช่วยลดระยะเวลาการทำแห้ง เพิ่มคุณภาพและมูลค่าสินค้า สามารถแปรรูปได้แม้ในฤดูฝน อีกทั้งระบบอบแห้งฯ นี้ยังจะสามารถ

ใช้ได้กับอาชีพการเลี้ยงจิ้งหรีด ซึ่งเป็นอาชีพทางเลือกของกลุ่มฯ เพื่อแปรรูปเป็นจิ้งหรีดแห้ง ทำให้เกษตรกรในพื้นที่และเกษตรกรภายในอำเภอที่เพาะเลี้ยงจิ้งหรีด มีโอกาสในการแปรรูปสินค้าด้วยเทคโนโลยีสีเขียวเพื่อสร้างรายได้ให้กับกลุ่มได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสนับสนุนเทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็กให้แก่พื้นที่เป้าหมาย
2. เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ และให้คำปรึกษาด้านเกษตรแปรรูปด้วยเทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ให้แก่กลุ่มเป้าหมาย
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ได้ทำการผลิตในกลุ่มวิสาหกิจฯ เปรียบเทียบกับวิธีเดิมที่ใช้การตากแดดแบบธรรมชาติ

ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินงานประกอบด้วยขั้นตอน 1) การสำรวจสภาพปัจจุบันเพื่อศึกษาห่วงโซ่อุปทานของกลุ่มฯ และสำรวจพื้นที่สำหรับติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ 2) การลงพื้นที่เพื่อเตรียมสถานที่ติดตั้ง และเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ สำหรับดำเนินการติดตั้ง 3) ดำเนินการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ ในพื้นที่เป้าหมาย และถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องการใช้และการดูแลรักษาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ และการแปรรูปสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ 4) ติดตามผลการใช้งานและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ ในด้านการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ 5) ตรวจวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 6) จัดทำคู่มือการใช้งานคู่มือการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมกับการแปรรูปสินค้าเกษตร พร้อมการดูแลรักษา 7) จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์และวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์จากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีเดิมเทียบกับการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ

ผลการวิจัย

โครงการนี้ได้ดำเนินการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก กว้าง 6 เมตร x ยาว 8.2 เมตร ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ตำบลศรีแก้ว อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ เพื่อใช้ในการแปรรูปสินค้าเกษตรและได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการแปรรูปสินค้าเกษตร พร้อมให้คำปรึกษาในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง

หลังจากติดตั้งระบบอบแห้งฯ เรียบร้อย กลุ่มฯ สามารถใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการผลิตกล้วยตาก กล้วยหนึบ กล้วยม้วน และผงกล้วยน้ำว้าดิบเพื่อจำหน่ายเป็นสินค้าได้ ซึ่งเป็นสินค้าที่ได้จากการเข้าร่วมการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ และเป็นสินค้าที่ผลิตระหว่างรอฤดูกาลมะม่วงและฝรั่งออกผลิตผล ก่อนจะนำผลผลิตมาทดลองผลิตและจำหน่ายตามวัตถุประสงค์ของการขอรับการสนับสนุนระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม จากผลการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สินค้าจากระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยตากและกล้วยหนึบมีคุณภาพผ่านมาตรฐาน ขณะที่ผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดอบแห้งยังมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่ามาตรฐานอยู่ อย่างไรก็ตามค่ามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงเป็นค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดทอด ซึ่งอาจกำหนดให้มีปริมาณต่ำเนื่องจากกระบวนการผลิตใช้ความร้อนที่สูงกว่าการอบแห้ง ซึ่งทางผู้ดำเนินโครงการได้ให้คำแนะนำในการผลิตเพื่อช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น รวมถึงให้คำแนะนำในการปรับขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพมากขึ้น เนื่องจากสมาชิกกลุ่มฯ ยังขาดความเชี่ยวชาญในการพิจารณาระดับการสุกของวัตถุดิบและระดับความแห้งของผลิตภัณฑ์ในระหว่างอบแห้ง ทั้งนี้ผู้ดำเนินโครงการยังคงให้คำแนะนำแก่กลุ่มฯ ในการผลิตมะม่วงกวนอบแห้ง และฝรั่งแช่บ๊วยอบแห้งเมื่อทางกลุ่มฯ มีวัตถุดิบพร้อมในการผลิต

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงการ ผู้ดำเนินโครงการเห็นว่าควรให้มีการสนับสนุนต่อเนื่องในด้านหลักการผลิตอาหารที่ดี (จี เอ็ม พี) หรือหลักการสุขาภิบาลที่ดี (จี เอช พี) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานและขยายตลาดให้กว้างขึ้น รวมสนับสนุนส่งเสริมด้านการหาตลาด เพื่อส่งเสริมการขายซึ่งจะสร้างรายได้ที่ยั่งยืนให้กับกลุ่มฯ ได้

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้ดำเนินการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก กว้าง 6 เมตร x ยาว 8.2 เมตร ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ตำบลศรีแก้ว อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ เพื่อใช้ในการแปรรูปสินค้าเกษตรและได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการแปรรูปสินค้าเกษตร พร้อมให้คำปรึกษาในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง

หลังจากติดตั้งระบบอบแห้งฯ เรียบร้อย กลุ่มฯ สามารถใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการผลิตกล้วยตาก กล้วยหนึบ กล้วยม้วน และผงกล้วยน้ำว้าดิบเพื่อจำหน่ายเป็นสินค้าได้ ซึ่งเป็นสินค้าที่ได้จากการเข้าร่วมการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ และเป็นสินค้าที่ผลิตระหว่างรอฤดูกาลมะม่วงและฝรั่งออกผลิตผล ก่อนจะนำผลผลิตมาทดลองผลิตและจำหน่ายตามวัตถุประสงค์ของการขอรับการสนับสนุนระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม จากผลการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สินค้าจากระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยตากและกล้วยหนึบมีคุณภาพผ่านมาตรฐาน ขณะที่ผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดอบแห้งยังมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่ามาตรฐานอยู่ อย่างไรก็ตามค่ามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงเป็นค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดทอด ซึ่งอาจกำหนดให้มีปริมาณต่ำเนื่องจากกระบวนการผลิตใช้ความร้อนที่สูงกว่าการอบแห้ง ซึ่งทางผู้ดำเนินโครงการได้ให้คำแนะนำในการผลิตเพื่อช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น รวมถึงให้คำแนะนำในการปรับขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพมากขึ้น เนื่องจากสมาชิกกลุ่มฯ ยังขาดความเชี่ยวชาญในการพิจารณาระดับการสุกของวัตถุดิบและระดับความแห้งของผลิตภัณฑ์ในระหว่างอบแห้ง ทั้งนี้ผู้ดำเนินโครงการยังคงให้คำแนะนำแก่กลุ่มฯ ในการผลิตมะม่วงกวนอบแห้ง และฝรั่งแช่บ๊วยอบแห้งเมื่อทางกลุ่มฯ มีวัตถุดิบพร้อมในการผลิต

คำสำคัญ : ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม การทำแห้ง ผลิตภัณฑ์ชุมชน คุณภาพ

Abstract

This project has installed the small size parabolic greenhouse solar dryer (6 m width x 8.2 m long) at Kon Rak Kaset Sufficiency Agriculture Community Enterprise, Moo 9, Tambon Sri Keaw, Amphoe Sri Rattana, Sisaket province for processing agricultural products and also performed the technology transfer activities on using the parabolic greenhouse solar dryer for processing agricultural products and provided advices on necessary issues.

After the greenhouse solar dryer has successfully installed, Kon Rak Kaset Sufficiency Agriculture Community Enterprise has used the solar dryer to produce dried banana, dried banana stick, banana powder for sale. These products are obtained through participation in training and are produced during the off-seasons of mango and guava. Since the objectives of applying for support from the greenhouse solar dryer are to produce osmotice dehydrated guave and mango leather. Quality testing of the products from the s greenhouse solar dryer compared to community product standards revealed that dried bananas and banana stick meet the quality standards. However, the dried cricket products had higher levels of microorganisms than the standards. Nevertheless, it was noted that the standards used were based on deep-fried cricket products, which may have lower microbial levels due to the higher heat used in frying compared to the drying process. Researchers provided recommendations for production to help reduce the initial microbial levels and suggested adjustments to the production process to improve product quality. As the group still lacked expertise in assessing the ripeness of raw materials and the moisture levels of the products during drying, Researchers continued to provide guidance on producing dried mango and dried guava when the group had the necessary raw materials for production

Key words: parabolic greenhouse solar dryer, Drying, Community product, Quality,

สารบัญเรื่อง

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 องค์ความรู้และเทคโนโลยี 5

2.1 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 5

2.2 ขนาดของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 7

2.3 การทำแห้ง 9

2.4 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้และการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร 9

2.5 การทำแห้งสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 10

บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินงานวิจัย 15

3.1 วิธีการดำเนินงาน 15

3.2 ตารางแสดงกิจกรรมการดำเนินงานตลอดโครงการ 17

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 19

4.1 ผลการลงพื้นที่สำรวจสภาพปัจจุบันของพื้นที่เป้าหมาย และสำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้ง ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 19

4.2 ผลการดำเนินงานเตรียมพื้นที่ให้พร้อมสำหรับการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 21

4.3 ผลการดำเนินงานเตรียมโครงสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 22

4.4 ผลการดำเนินงานการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 23

4.5 ผลการดำเนินงานการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านเทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 26

4.6 ผลการดำเนินงานให้คำปรึกษา แนะนำเรื่องการตากแห้งผลิตผลทางการเกษตร ด้วยระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม 40

4.7 ผลการตรวจวัดคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ ของสินค้าเกษตรอบแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 45

4.8 ผลการดำเนินงานการจัดทำคู่มือการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 50
4.9 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างการแปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีเดิม กับการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม.....51
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ.....54
บรรณานุกรม.....56
ประวัตินักวิจัย 58

สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจในด้านต่างๆ ของการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ.....38
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ทางสมาชิกกลุ่มได้ทดลองผลิตด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม.....40
ตารางที่ 4.3 คุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้งหรือผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ได้จากส่วนผสมที่ผ่านการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์.....48

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์แปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร 2
ภาพที่ 2.1 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 5
ภาพที่ 2.2 ความเข้มรังสีอาทิตย์ (Solar radiation, W/m^2) 6
ภาพที่ 2.3 อุณหภูมิของอากาศภายในและภายนอกระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 6
ภาพที่ 2.4 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในและภายนอกระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม 6
ภาพที่ 2.5 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเล็ก 7
ภาพที่ 2.6 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดกลาง 8
ภาพที่ 2.7 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดใหญ่ 8
ภาพที่ 2.8 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดกว้าง 3 เมตร x ยาว 6.2 เมตร 8
ภาพที่ 2.9 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาด 1.8 x 2.1 ตารางเมตร 9
ภาพที่ 2.10 อัตราเร็วของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอาหารและการเจริญของจุลินทรีย์ที่ผันแปรตามค่า a_w 10
ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการทำแห้งผลิตผลทางการเกษตรชนิดต่างๆ ที่คณะวิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน 13
ภาพที่ 4.1 การลงพื้นที่เพื่อสำรวจศักยภาพสถานการณ์ปัจจุบันและพื้นที่ติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ฯ ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ตำบลศรีแก้ว อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ 20
ภาพที่ 4.2 การเตรียมพื้นที่ ปรับพื้นดิน และกำหนดขอบเขตของขอบพื้นคอนกรีตโดยการวางแบบเหล็กสำหรับเป็นฐานในการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก 21
ภาพที่ 4.3 การก่อสร้างพื้นคอนกรีตสำหรับเป็นฐานในการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก 22
ภาพที่ 4.4 การเตรียมโครงสร้างเหล็กและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่เตรียมสำหรับการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก 23
ภาพที่ 4.5 ขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้าง และติดแผ่นโพลีคาร์บอเนตให้กับระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก 25
ภาพที่ 4.6 ผลการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก 26
ภาพที่ 4.7 การวางชิ้นตัวอย่างฝรั่งแช่บ๊วยบนตะแกรงอบ 27
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างฝรั่งแช่บ๊วยที่ผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ความหนาและระยะเวลาอบแห้งต่างๆ 28

ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างชิ้นฝรั่งแช่บ๊วยที่ความหนา 2 มิลลิเมตรที่ผ่านการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเป็นเวลา 10 ชั่วโมง....28
ภาพที่ 4.10 รายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี ระหว่างวันที่ 2 – 3 ธันวาคม 2566 ณ วิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ต.ศรีแก้ว อ.ศรีรัตนะ จ.ศรีสะเกษ....31
ภาพที่ 4.11 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยตาก กล้วยสติ๊ก กล้วยแผ่น และกล้วยดิบผง....32
ภาพที่ 4.12 ขั้นตอนการนำวัตถุดิบเข้าตากในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยตาก กล้วยสติ๊ก กล้วยแผ่น และกล้วยดิบผง....33
ภาพที่ 4.13 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับแปรรูปเป็นข้าวแต๋นน้ำแตงโม....33
ภาพที่ 4.14 ขั้นตอนการแปรรูปข้าวแต๋นน้ำแตงโม และข้าวเกรียบมันม่วงและข้าวเกรียบข้าวโพดโดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราบาลาโดม....34
ภาพที่ 4.15 ขั้นตอนการแปรรูปฝรั่งแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม....35
ภาพที่ 4.16 ขั้นตอนการแปรรูปชาสมุนไพรตะไคร้ ใบเตยโดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม....35
ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างจิ้งหรีดที่ทดลองนำมาทำแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม36
ภาพที่ 4.18 ภาพบรรยากาศในการระหว่างการบรรยายในหัวข้อต่างๆ....36
ภาพที่ 4.19 ภาพบรรยากาศระหว่างวิพากษ์แนวทางการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมที่ชุมชนได้รับการสนับสนุน....37
ภาพที่ 4.20 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ได้ระหว่างวันฝึกอบรม....37
ภาพที่ 4.21 ตัวอย่างการให้คำแนะนำในด้านกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์....42
ภาพที่ 4.22 ตัวอย่างการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และหลักสุขาภิบาลอาหาร....43
ภาพที่ 4.23 บรรยากาศการให้คำปรึกษาและติดตามผลการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจฯ....44
ภาพที่ 4.24 การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น....45
ภาพที่ 4.25 วิธีการเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้....46
ภาพที่ 4.26 การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา....47
ภาพที่ 4.27 คู่มือการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมกับการอบแห้งสินค้าเกษตรและการดูแลรักษา....50
ภาพที่ 4.28 โครงสร้างการบริหารจัดการระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร....51

ภาพที่ 4.29 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร จ.ศรีสะเกษ 53

บทที่ 1 บทนำ

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ตำบลศรีแก้ว อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ เป็นกลุ่มเกษตรกรที่รวมตัวกันมีสมาชิกกลุ่มที่เป็นตัวแทนชุมชนจำนวน 10 คน มีอาชีพหลักคือการทำการเกษตร สวนผลไม้และพืชสมุนไพรแบบผสมผสาน วัตถุดิบที่มีการปลูกมากในพื้นที่ได้แก่ ฝรั่งกิมจูและมะม่วงน้ำดอกไม้ รายได้หลักของสมาชิกจึงได้จากการขายผลผลิตสด โดยฝรั่งผลสดจะมีราคาขาย 15 -20 บาทต่อกิโลกรัม และมะม่วงน้ำดอกไม้ราคาขาย 40 บาทต่อกิโลกรัม เนื่องจากราคาขายผลผลิตสดมีความผันผวน รวมถึงปริมาณผลผลิตสดที่ได้มีปริมาณมาก โดยเฉพาะฝรั่งมีปริมาณผลผลิต 10 ตันต่อเดือน สมาชิกจึงได้ดำเนินการแปรรูปผลผลิตสดเพื่อหาอาชีพเสริมในการสร้างรายได้ โดยได้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ฝรั่งแช่บ๊วย มะม่วงกวนแผ่น กล้วยฉาบ น้ำสมุนไพร เช่นกระเจี๊ยบและเก็กฮวย รวมถึงได้เริ่มมีการเลี้ยงจิ้งหรีดและแปรรูปเป็นจิ้งหรีดตากแห้ง เนื่องจากจิ้งหรีดเป็นแมลงเศรษฐกิจที่เป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกที่มีความต้องการของตลาดสูง จึงเป็นอีกช่องทางของการเพิ่มรายได้ ทั้งนี้สินค้าที่ผลิตขึ้นส่วนใหญ่จะวางจำหน่ายในตลาดชุมชน ตลาดในจังหวัดใกล้เคียง ตลาดนัดประจำโรงพยาบาลศรีสะเกษ ตลาดเกษตรกรของกรมส่งเสริมการเกษตร (สัปดาห์ละครั้ง) โดยปัจจุบันยังไม่มีการจำหน่ายทางช่องทางออนไลน์ สินค้าที่ขายดีอันดับหนึ่งได้แก่ กล้วยฉาบ รองลงมาคือ มะม่วงกวนแผ่น และฝรั่งแช่บ๊วย ในการผลิตส่วนใหญ่จะผลิตเป็นรอบ ตามความต้องการของตลาดและตามคำสั่งซื้อของลูกค้าที่ได้จากการโทรศัพท์สั่ง

การผลิตมะม่วงกวนแผ่นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนนี้ยังใช้การตากแดดธรรมชาติ และใช้เวลาในการผลิตประมาณ 7 วัน แบ่งเป็นตากแห้งประมาณ 3 วัน (ตากแดดและเก็บเข้าที่ร่มช่วงเย็นที่ไม่มีแสง) และผึ่งลมต่อประมาณ 4 วัน ส่งผลให้ใช้ระยะเวลานานในการผลิตและไม่สามารถผลิตได้ในวันที่ฝนตก ทำให้ปริมาณการผลิตในปัจจุบันอยู่ที่ 50 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ราคาขายกิโลกรัมละ 180 – 200 บาทซึ่งปริมาณการผลิตที่ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด รวมถึงผลิตภัณฑ์มะม่วงแผ่นที่ได้จากการตากแดดไม่มีคุณภาพ สีคล้ำ และมีการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง

สำหรับผลิตภัณฑ์ฝรั่งแช่บ๊วย เนื่องจากมีปริมาณผลผลิตสดในพื้นที่ถึง 10 ตันต่อเดือน ทำให้สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ฝรั่งแช่บ๊วยได้ 200 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ราคาขาย 40-50 บาทต่อกิโลกรัม แต่เนื่องจากฝรั่งแช่บ๊วยยังมีปริมาณน้ำในอาหารมาก ทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่สั้น จึงเป็นข้อจำกัดที่ยังไม่สามารถขายไปในตลาดที่มีความห่างไกลจากชุมชนได้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนนี้จึงสนใจนำฝรั่งแช่บ๊วยนำไปทำแห้งเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและการขยายตลาดให้กว้าง ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่มะม่วง และฝรั่ง ซึ่งเป็นวัตถุดิบหาง่ายในพื้นที่ และเป็นการสร้างรายได้ให้แก่สมาชิกของกลุ่ม กลุ่มจึงมีความต้องการได้รับการสนับสนุนระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม เพื่อช่วยลดระยะเวลาการทำแห้ง เพิ่มคุณภาพและมูลค่าสินค้า สามารถแปรรูปได้แม้ในฤดูฝน อีกทั้งระบบอบแห้งฯ นี้ยังจะสามารถใช้ได้กับอาชีพการเลี้ยง

จิ้งหรีด เพื่อแปรรูปเป็นจิ้งหรีดแห้งและบดเป็นผงโปรตีนจากจิ้งหรีด ซึ่งมีตลาดรองรับสินค้าจำนวนมาก ทำให้เกษตรกรในพื้นที่และเกษตรกรภายในอำเภอ หรือบริเวณอำเภอใกล้เคียงที่จัดตั้งเป็นกลุ่ม smart farmer เพาะเลี้ยงจิ้งหรีดเพื่อแปรรูปและส่งออก มีโอกาสในการแปรรูปสินค้าด้วยเทคโนโลยีสีเขียวเพื่อสร้างรายได้ให้กับครอบครัว ภาพที่ 1.1 แสดงการแปรรูปฝรั่งแช่บ๊วย มะม่วงกวนแผ่น และจิ้งหรีดอบแห้งด้วยการตากแดดแบบธรรมชาติ

ก. การแปรรูปฝรั่งแช่บ๊วย

ข. การแปรรูปมะม่วงกวน

ภาพที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์แปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร

ดังนั้นโครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ

- เพื่อสนับสนุนเทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็กให้แก่พื้นที่เป้าหมาย

- เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ และให้คำปรึกษาด้านเกษตรแปรรูปด้วยเทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ให้แก่กลุ่มเป้าหมาย

- เพื่อศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ได้ทำการผลิตในกลุ่มวิสาหกิจฯ เปรียบเทียบกับวิธีเดิมที่ใช้การตากแดดแบบธรรมชาติ เปรียบเทียบกับวิธีเดิมที่ใช้การตากแดดแบบธรรมชาติ

ขอบเขตของการศึกษา

1. ลงพื้นที่สำรวจสภาพปัจจุบันของพื้นที่เป้าหมาย เพื่อคลี่โซ่อุปทานของสินค้าเกษตรของกลุ่มเป้าหมาย สำรวจข้อมูลบทบาทของงกลุ่มเป้าหมายต่อสาธารณะ และสำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสลอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
2. ลงพื้นที่ดำเนินการเตรียมพื้นที่ติดตั้ง และเตรียมวัสดุ อุปกรณ์สำหรับติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
3. ดำเนินการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
4. ลงพื้นที่จัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม แนะนำเรื่องการใช้งานพาราโบลาโดมในการอบแห้งสินค้าเกษตร และให้คำปรึกษาแก่กลุ่มเป้าหมาย
5. ติดตามผลการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม โดยตรวจวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์แห้งที่ผ่านการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมของกลุ่มในพื้นที่เป้าหมาย เปรียบเทียบกับสินค้าแห้งเดิม ที่ใช้การตากแดดหรือตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอื่นๆ โดยเฉพาะคุณภาพของจิ้งหรีดอบแห้ง ได้แก่การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ซึ่งมีการใช้งานจำกัด
6. จัดทำคู่มือการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมกับการแปรรูปสินค้าเกษตร พร้อมการดูแลรักษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (เปรียบเทียบก่อนและหลังจากการดำเนินการ)

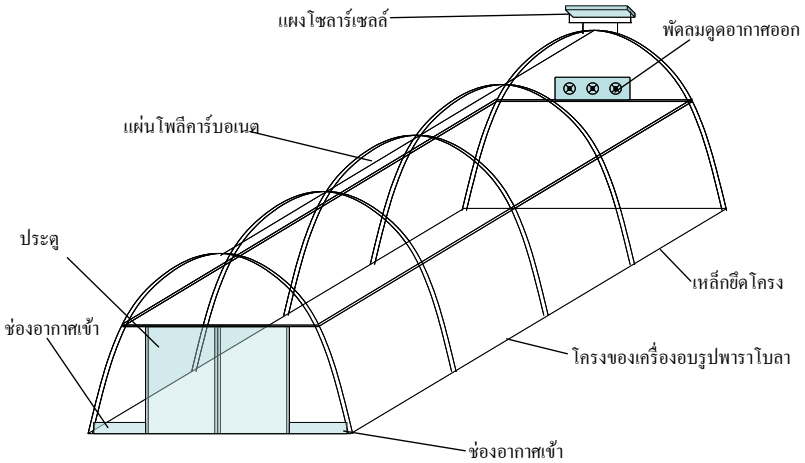
ก่อนการดำเนินงาน	หลังการดำเนินงาน
1.กลุ่มเป้าหมายไม่มีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	1.กลุ่มเป้าหมายมีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
2.กลุ่มเป้าหมายไม่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์	2.1 กลุ่มเป้าหมายมีความรู้เกี่ยวกับการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ และสามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์อบแห้งได้ 2.2 มีคู่มือการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมกับการแปรรูปสินค้าเกษตร พร้อมการดูแลรักษา สำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กลุ่มอื่นๆ ต่อไป

ก่อนการดำเนินงาน	หลังการดำเนินงาน
3.ผลิตภัณฑ์อบแห้งเดิมที่ผ่านการตากแดดไม่มีคุณภาพ	3.ผลิตภัณฑ์อบแห้งจากพาราโบลาโดมได้รับการตรวจสอบคุณภาพว่ามีมาตรฐานด้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ปลอดภัยต่อการบริโภค ทำให้สินค้ามีคุณภาพดีขึ้น
4. ไม่มีตัวแทนถ่ายทอดการแปรรูปสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม	4. เกิดตัวแทนส่งต่อองค์ความรู้ด้านการแปรรูปสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดมที่สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ให้ชุมชนอื่นๆได้
5. ผลิตผลทางการเกษตรเกิดการสูญเสีย	5. ลดการสูญเสียผลิตผลทางการเกษตรโดยนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อบแห้ง เพื่อสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น
6. ไม่สามารถทำแห้งได้ในฤดูฝน	6. ในฤดูฝนกลุ่มเป้าหมายยังสามารถตากแห้งผลิตผลได้

บทที่ 2 องค์ความรู้และเทคโนโลยี

2.1 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

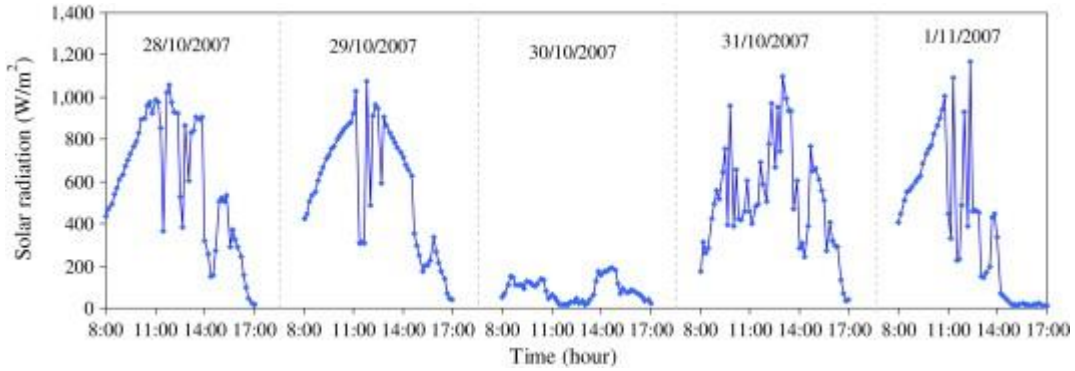
ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก (greenhouse solar dryer) หรือที่ชาวบ้านทั่วไปนิยมเรียกว่าพาราโบลาโดม เป็นระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นโดยหน่วยวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2546 โดยมีศาสตราจารย์ ดร.เสริม จันทร์ฉาย เป็นหัวหน้าคณะวิจัย ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบนี้มีโครงสร้างแบบเรือนกระจก (greenhouse) ปิดคลุมด้วยวัสดุโปร่งใสชนิดแผ่นโพลีคาร์บอเนต เพื่อให้เกิดผลเรือนกระจก (greenhouse effect) เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบระบบอบแห้งจะส่งผ่านแผ่นวัสดุโปร่งใสไปยังผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในชั้นวาง บางส่วนจะตกกระทบพื้นของระบบอบแห้ง ทำให้ภายในระบบอบแห้งมีอุณหภูมิสูงขึ้น และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา แต่เนื่องจากรังสีอินฟราเรดเป็นรังสีคลื่นยาวซึ่งส่วนมากไม่สามารถผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตออกไปภายนอกได้จึงถูกเก็บกักอยู่ภายในระบบอบแห้ง ทำให้อุณหภูมิภายในส่วนอบแห้งสูงขึ้นน้ำในผลิตภัณฑ์จึงระเหยออกมา และในการระบายอากาศร้อนชื้นออกจากภายในระบบสู่ภายนอกจะใช้พัดลมดูดอากาศที่ติดตั้งด้านหลังของระบบอบแห้งฯ อากาศแวดล้อมจะไหลผ่านช่องอากาศด้านหน้าเข้ามาแทนที่ ความชื้นของผลิตภัณฑ์จึงค่อยๆลดลง ซึ่งพัดลมนี้ทำงานโดยใช้กระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อสะดวกในการติดตั้งระบบอบแห้งฯ นี้ในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้รับพลังงานทั้งจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบโดยตรงและจากอากาศร้อนในส่วนอบแห้ง ดังนั้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งเร็วกว่าการตากแดดตามธรรมชาติ ไม่ถูกรบกวนจากแมลงและไม่มีปัญหาจากการเปียกฝน โดยวัสดุ อุปกรณ์และโครงสร้างของระบบอบแห้งฯ นี้ แสดงดังภาพที่ 2.1 (เสริม จันทร์ฉาย, 2554)



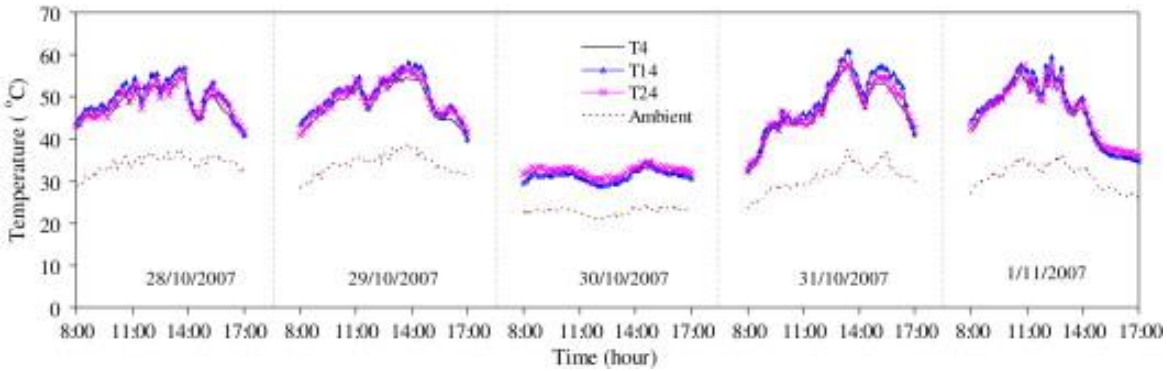
ภาพที่ 2.1 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ที่มา: เสริม จันทร์ฉาย (2554)

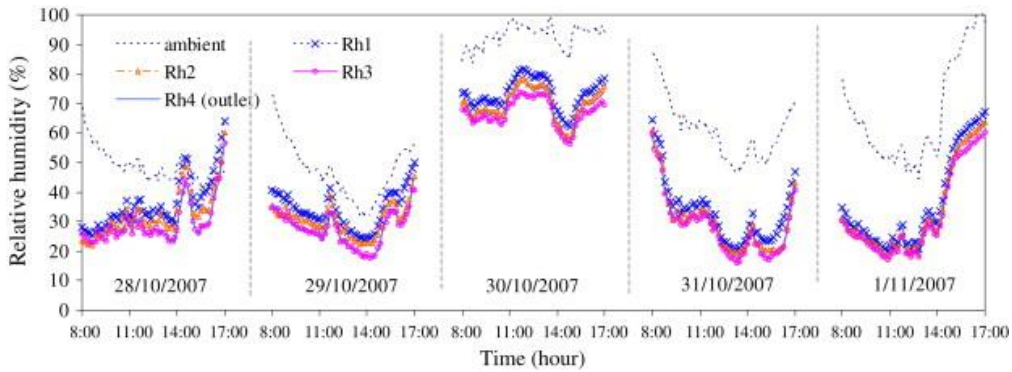
ในการพัฒนาระบบอบแห้งฯ คณะนักวิจัยของมหาวิทยาลัยศิลปากร ได้ทำการทดสอบสมรรถนะของระบบอบแห้งฯ ในด้านอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในระบบอบแห้งฯ เปรียบเทียบกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ให้ผลการทดสอบดังรูปที่ 2.2. – 2.4 (Janjai และคณะ, 2011) จะเห็นว่าอุณหภูมิภายในระบบอบแห้งฯ มีค่าในช่วง 40-60 องศาเซลเซียสในวันที่แดดดี และมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกระบบอบแห้งฯ (ภาพที่ 2.2 และภาพที่ 2.3) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในระบบอบแห้งฯ มีค่าต่ำกว่าภายนอกระบบอบแห้งฯ (ภาพที่ 2.4) ทำให้ภายในระบบอบแห้งมีสภาวะของอากาศที่ร้อนและแห้ง ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการระเหยน้ำออกจากผลิตผลทางการเกษตรเกิดได้เร็วกว่าการตาก



ภาพที่ 2.2 ความเข้มรังสีอาทิตย์ (Solar radiation, W/m^2)



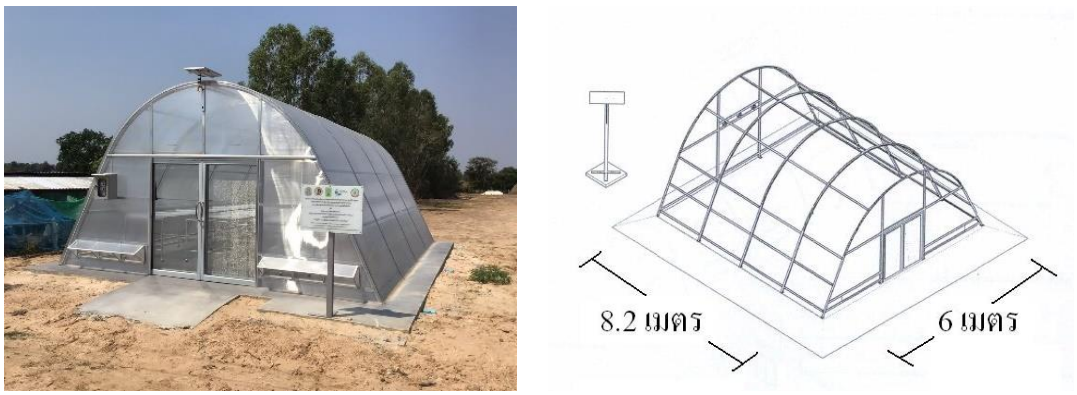
ภาพที่ 2.3 อุณหภูมิของอากาศภายในและภายนอกระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม



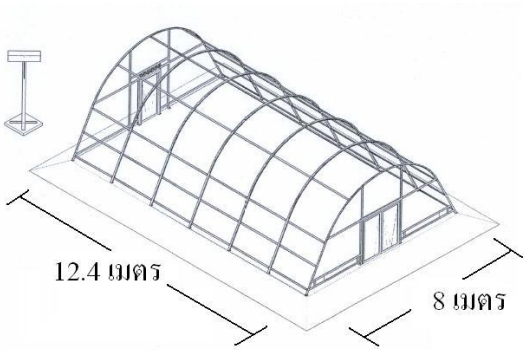
ภาพที่ 2.4 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในและภายนอกระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

2.2 ขนาดของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

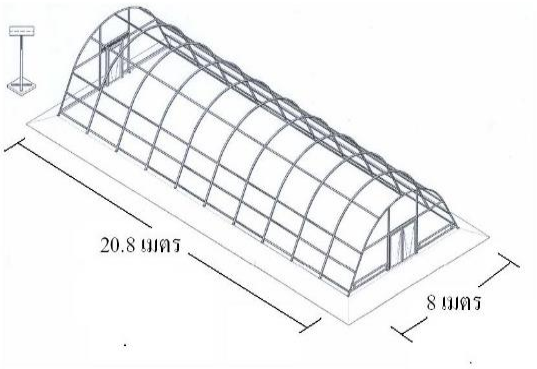
ภายหลังที่มหาวิทยาศิลปากรได้พัฒนาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมต้นแบบ จากนั้นกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้คัดเลือกให้มหาวิทยาศิลปากรดำเนินการส่งเสริมการใช้งานระบบอบแห้งฯ ในการแปรรูปสินค้าเกษตรชนิดต่างๆ จนทำให้มีการพัฒนาระบบอบแห้งฯ เป็นหลากหลายขนาด ทั้งขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ เพื่อให้เหมาะกับกำลังการผลิตของธุรกิจขนาดที่แตกต่างกัน (เสริม จันทร์ฉาย, 2554) โดยระบบอบแห้งฯ ขนาดเล็ก มีขนาดกว้าง 6.0 เมตร ยาว 8.2 เมตร และปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตจำนวน 4 แผ่น ซึ่งสามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ครั้งละประมาณ 300 กิโลกรัม (ภาพที่ 2.5) โดยระบบอบแห้งฯ ขนาดเล็กได้มีการติดตั้งในหลายพื้นที่ สามารถใช้ผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยตาก กล้วยหนึบ กระท้อนแช่อิ่มอบแห้ง สมุนไพร ข้าวเกรียบ ข้าวแต๋น เมล็ดกาแฟ ระบบอบแห้งขนาดกลาง มีขนาดกว้าง 8.0 เมตร ยาว 12.4 เมตร และปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตจำนวน 6 แผ่น ซึ่งสามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ครั้งละประมาณ 500 - 600 กิโลกรัม (ภาพที่ 2.6) ซึ่งใช้ในการตากปลาแห้งในจังหวัดสระแก้วและกาฬสินธุ์ที่มีกำลังการผลิตสูง และระบบอบแห้งขนาดใหญ่ มีความกว้าง 8.0 เมตร ยาว 20.8 เมตร และปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตจำนวน 12 แผ่น ซึ่งสามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ครั้งละ 1,000 กิโลกรัม (ภาพที่ 2.7) ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในการผลิตกล้วยตากใน อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก ต่อมาในหลายพื้นที่มีข้อจำกัดในด้านพื้นที่สำหรับติดตั้ง ทีมวิจัยจึงได้พัฒนาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมที่มีขนาดเล็กลง มีขนาดพื้นที่ฐาน 3.0 x 6.2 ตารางเมตร และปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตจำนวน 3 แผ่น ซึ่งสามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ครั้งละประมาณ 200 กิโลกรัม (ภาพที่ 2.8) และในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทีมวิจัยจึงได้พัฒนาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ได้ขนาดเล็กที่มีความกว้าง 1.8 เมตร และยาว 2.1 เมตร แสดงดังภาพที่ 10 ซึ่งเหมาะกับการแปรรูปสินค้าเกษตรของเกษตรกรรายย่อยระดับครัวเรือน หรือผู้ที่ไม่มีงานทำหรือบัณฑิตจบใหม่ที่ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ให้สามารถใช้งานแปรรูปผลิตภัณฑ์อบแห้งอย่างง่าย เพื่อจำหน่ายสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ได้



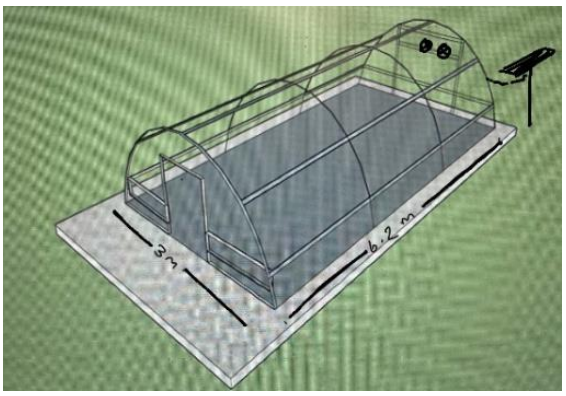
ภาพที่ 2.5 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเล็ก



ภาพที่ 2.6 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดกลาง



ภาพที่ 2.7 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดใหญ่



ภาพที่ 2.8 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดกว้าง 3 เมตร x ยาว 6.2 เมตร

ภาพที่ 2.9 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาด 1.8 x 2.1 ตารางเมตร

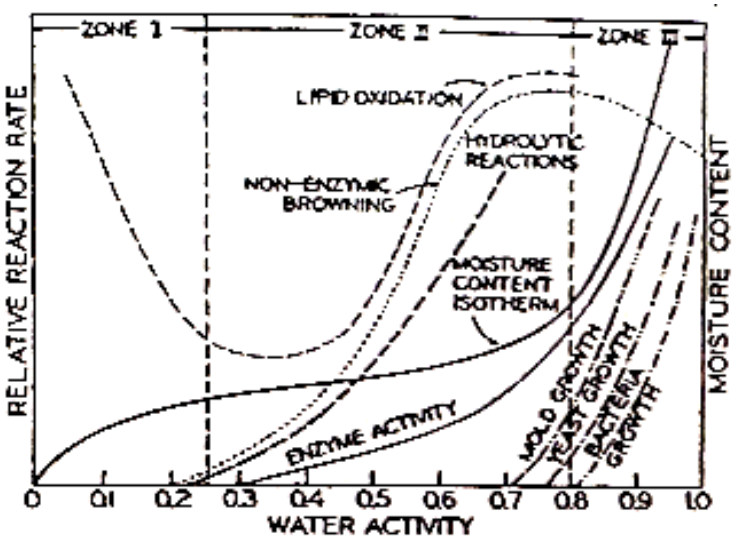
2.3 การทำแห้ง

การทำแห้ง (Drying) เป็นการลดปริมาณความชื้น หรือค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (ค่า aw) ของอาหารจนถึงระดับที่สามารถชะลอหรือระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ส่งผลให้อาหารสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น อาศัยหลักการให้ความร้อนผ่านตัวกลางเช่นอากาศ ไปสู่ชิ้นอาหารเพื่อให้อุณหภูมิของอาหารสูงขึ้นจนกระทั่งน้ำในอาหารสามารถระเหยออกจากชิ้นอาหารได้ ในระหว่างการทำแห้งชิ้นอาหารจะเกิดการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลขึ้นเกือบพร้อมๆ กัน การถ่ายเทมวลคือการเคลื่อนย้ายความชื้นจากภายในชิ้นอาหารออกมาที่ผิวภายนอก แล้วความชื้นที่ผิวจะระเหยกลายเป็นไอสู่บรรยากาศ เพราะความแตกต่างของความดันเฉพาะส่วนของไอน้ำในอากาศกับไอน้ำที่พื้นผิวของอาหารที่กำลังอบแห้ง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งอาหารจะแตกต่างกันไปขึ้นกับปัจจัยหลายชนิด อาทิเช่น วิธีที่ใช้ในการทำแห้ง ชนิดของอาหาร ขนาดและรูปร่างของชิ้นอาหาร และวิธีการเตรียมชิ้นอาหารก่อนการทำแห้งเป็นต้น โดยทั่วไปการทำแห้งอาหารจะทำแห้งจนกระทั่งชิ้นอาหารมีค่า aw ต่ำกว่า 0.65 ซึ่งมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง

2.4 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้และการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร

ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) หมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอาหารต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่จุดอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน โดยความดันไอของน้ำในอาหารจะมากหรือน้อยขึ้นกับ 1) ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร 2) อุณหภูมิ และ 3) ความเข้มข้นของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งอาหารที่มีความชื้นสูงหรือมีปริมาณน้ำมากกว่าส่วนที่เป็นของแข็ง จะมีค่า aw เท่ากับ 1.0 และเมื่ออาหารมีความชื้นต่ำลงหรือมีปริมาณน้ำน้อยกว่าส่วนที่เป็นของแข็ง จะมีค่า a_w ลดลงต่ำกว่า 1 ค่า a_w มีความสัมพันธ์กับอัตราการเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์อาหารทั้งในด้านปฏิกิริยาเคมีและการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ แสดงดังภาพที่ 2.10 อาหารสดเช่นผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และปลาเป็นอาหารที่มีค่า a_w มากกว่า 0.70 เชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และราสามารถเจริญเติบโตได้ดี ทำให้อาหารสดมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารแห้งที่มีค่า a_w ต่ำกว่า 0.65



ภาพที่ 2.10 อัตราเร็วของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอาหารและการเจริญของจุลินทรีย์ที่ผันแปรตามค่า a_w

ที่มา: นิธิยา รัตนปนนท์ (2545)

2.5 การทำแห้งสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

Kwianwong และคณะ (2016) ได้ศึกษาผลของการใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมต่อเวลาการทำแห้ง และสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในกระชายดำได้แก่ปริมาณสารประกอบ 5,7-dimethoxyflavone พบว่าการทำแห้งชิ้นกระชายดำที่ผ่านการนึ่งในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมใช้เวลาน้อยกว่าการตากแดดและให้สีม่วงของกระชายดำแห้งที่สวยกว่าการตากแดด อีกทั้งสามารถรักษาสารประกอบ 5,7-dimethoxyflavone ได้ดีกว่าการตากแดด

Saetiew และคณะ (2016) ได้ศึกษาการทำแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมต่อการเปลี่ยนแปลงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวหอมนิลฮางงอกพบว่าปริมาณกาบาในข้าวหอมนิลฮางงอกหลังการทำแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมมีค่าไม่แตกต่างจากการตากแดด ซึ่งเป็นวิถีเดิมของเกษตรกรแต่การตากแดดมีข้อเสียด้านสุขลักษณะของผลิตภัณฑ์

Komonsing และคณะ (2017) ได้ศึกษาการทำแห้งขมิ้นชันในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเปรียบเทียบกับการตากแดดพบว่าการทำแห้งในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมใช้ระยะเวลาในการทำแห้ง 2 วัน และขมิ้นชันอบแห้งที่ได้มีค่าปริมาณความชื้นร้อยละ 8.26±0.17 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชนขมิ้นชัน ซึ่งกำหนดไว้ว่าขมิ้นชันแห้งต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีทั้งหมด (Total color difference) น้อยกว่า และมีสีสวยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตากแดดซึ่งใช้ระยะเวลาในการทำแห้งนานกว่า (3 วัน) ขมิ้นชันอบแห้งที่ได้มีความชื้นร้อยละ 10.17±0.20 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีคล้ำจากการลดลงของสารเคอร์คูมินอยด์

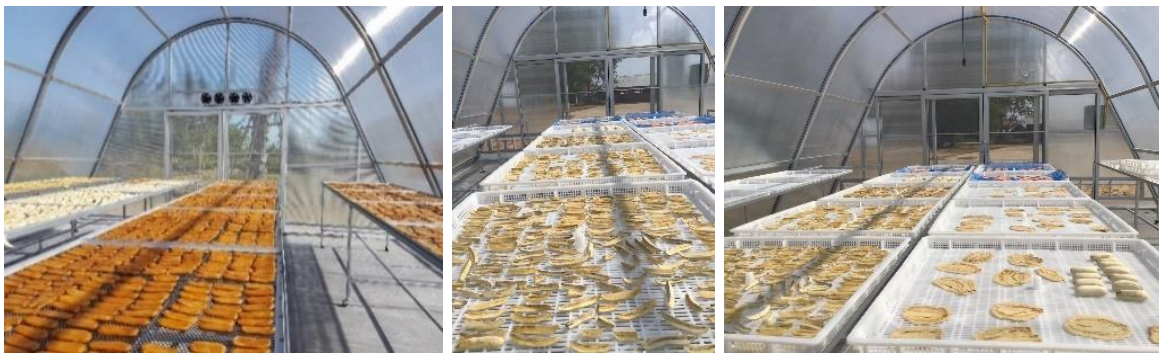
Mahayothee และคณะ (2020) ได้ศึกษาการทำแห้งชิ้นไพลหั่นด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกพบว่าสามารถทำแห้งไพลได้ภายใน 1 วัน เมื่อเทียบกับต้องใช้เวลาประมาณ 2 วันในการตากแดดเพื่อให้ได้ไพลแห้งความชื้นประมาณ 10% โดยให้ปริมาณน้ำมันไพลและปริมาณสารสำคัญคือเคอร์คูมิน (curcumin) และสารคอมพาวด์ดี (Compound D) ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ค่าความสามารถในการต้านออกซิเดชันของไพลแห้งจากระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกมีค่าสูงกว่าจากการตากแดดอย่างมีนัยสำคัญ

Udomkun และคณะ (2020) รายงานว่า การใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมถูกนำมาใช้แทนการผลิตผลิตผลทางการเกษตรแบบดั้งเดิมซึ่งใช้วิธีการตากแดด เช่น การผลิตกล้วยตากของอำเภอ บางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของการผลิตกล้วยตากในประเทศไทย ที่เดิมใช้การตากแดดและมักพบปัญหาการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ ใช้ระยะเวลาการทำแห้งนาน 5 – 7 วัน เกิดเชื้อราและไม่สามารถทำแห้งได้ในช่วงฤดูฝน และมักเกิดหนอนในระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง ประเทศไทยจึงได้มีการส่งเสริมการใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมให้กับเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจหรือสหกรณ์ เพื่อลดปัญหาและลดการสูญเสียจากการผลิตกล้วยตากแบบวิธีดั้งเดิม นอกจากนี้การใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมยังช่วยลดระยะเวลาการทำแห้งเหลือเพียง 3 – 4 วัน เนื่องจากอุณหภูมิภายในระบบอบแห้งฯ มีค่าสูงถึง 60 – 65 องศาเซลเซียส ทำให้การผลิตทำได้เร็วขึ้น และเพิ่มปริมาณผลผลิต ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในการทำแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่มีการทำแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ได้แก่ปลา ในจังหวัดสงขลา เนื้อตากแห้ง และมะเขือเทศในจังหวัดนครปฐม กาแฟ ในจังหวัดเชียงใหม่ มะม่วงอบแห้ง ในจังหวัดสมุทรสาคร สมุนไพรแห้ง ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มะคาเดเมีย ในจังหวัดเลย ข้าวแต๋น ในจังหวัดลำปาง และยังมีผลิตภัณฑ์พริกแห้ง ลำไย ชาเขียว เป็นต้น

Krungkaew และคณะ (2020) ศึกษาผลประโยชน์จากการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมสำหรับผลิตภัณฑ์สมุนไพรอบแห้งพบว่าสถานประกอบการที่มีรายได้เฉลี่ยต่อปีจากการขายผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ผลิตจากระบบอบแห้งฯ สูงกว่าเงินลงทุนในการติดตั้งระบบอบแห้งฯ จะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) มีค่าเป็นบวก ซึ่ง 67% ของสถานประกอบการที่มีค่า NPV เป็นบวก สามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการทดแทนการใช้พลังงานในการผลิตและลดของเสียจากกระบวนการผลิตได้สูงกว่า 130 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตลอดอายุการใช้งาน 15 ปี

ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมสามารถใช้ในการทำแห้งผลิตภัณฑ์หลายชนิด ได้แก่กล้วยตาก กล้วยสติ๊กแท่ง กล้วยแผ่นหรือกล้วยอบม้วน ผลไม้อบแห้ง สมุนไพรอบแห้ง ปลาแห้ง และเนื้อสัตว์แดดเดียวเป็นต้น ตัวอย่างงานที่คณะวิจัยได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการแปรรูปสินค้าเกษตรชนิดต่างๆ แสดงดังภาพที่ 2.11 เช่นการใช้ระบบ

อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการทำแห้งกล้วยตากจากกล้วยน้ำว้า ซึ่งสามารถลดระยะเวลาในการทำแห้งได้ 2 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการตากแดดตามธรรมชาติ จากเดิมตากแดดใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน มาเป็นตากด้วยพาราโบลาโดมใช้เวลาประมาณ 3 - 4 วัน การใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการแปรรูปกล้วยสติ๊ก ใช้เวลา 2 วัน ในขณะที่ถ้าใช้พาราโบลาโดมตากแห้งกล้วยแผ่น ข้าวแต๋น ข้าวเกรียบ และปลาแห้ง จะใช้เวลาประมาณ 1 วัน สามารถลดระยะเวลาในการทำแห้งเมื่อเทียบกับการทำแห้งโดยการตากแดดตามธรรมชาติได้ประมาณ 1 เท่า และการทำแห้งมะม่วงกวนเชิงพาณิชย์ด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน เป็นต้น



การแปรรูปกล้วยตาก กล้วยหนึบแท่งและกล้วยแผ่นด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ขั้นตอนการแปรรูปข้าวแต๋นน้ำแตงโม หรือข้าวนางเล็ด และข้าวเกรียบ

การตากปลาวงในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

การตากมะม่วงกวนในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการทำแห้งผลิตผลทางการเกษตรชนิดต่างๆ ที่คณะวิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

เมื่อพิจารณาด้านการนำระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมไปใช้งานดังกล่าวข้างต้น ดังนั้น Technology Readiness Levels (TRL) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยบ่งชี้ระดับความพร้อมของเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรม พร้อมทั้งช่วยในการติดตามผลการดำเนินงานและประเมินผลงาน ทำให้สามารถนำผลงานวิจัย เทคโนโลยีออกสู่เชิงพาณิชย์ได้ จากการประเมินระดับ TRL พบว่าเทคโนโลยีการทำแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมของนักวิจัยอยู่ในระดับที่ 9 คือ Operational use of deliverable เนื่องจากมีศักยภาพในการทำแห้งผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย และมีการใช้งานจริงจนเป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรม ทั้งกับผลิตภัณฑ์อาหาร และผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่อาหาร ได้แก่ กล้วยตาก มะม่วงกวน ผักและผลไม้อบแห้ง ข้าวแต๋น ข้าวตัง เนื้อสัตว์ตากแห้ง สมุนไพรตากแห้ง ถ่านอัดแท่ง ชุดฟอสซิลจากปูนขาว กระดูกอัดแท่งจากยางพารา หมอนยางพารา เป็นต้น และในปัจจุบันมีการใช้ระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดมที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยศิลปากรของทีมนักวิจัยมากกว่า 500 ระบบ ในประเทศไทย

ข้อเด่นของระบบอบแห้งฯ นี้ คือสะสมความร้อนจากรังสีอาทิตย์ได้มาก ทำให้ภายในระบบอบแห้งฯ มีอุณหภูมิที่สูงเหมาะแก่การทำแห้งสินค้าเกษตรที่หลากหลาย และมีระบบระบายอากาศชื้นออกสู่ภายนอกด้วยการบังคับทิศทางลม ทำให้เกิดการทำแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยอัตราการทำแห้งที่เร็ว โดยระบบระบายอากาศที่ใช้ในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 1) พัดลมกระแสตรงแบบ axial fan ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร กำลังไฟฟ้า 14.4 วัตต์ จำนวน 3 ระบบ และ 2) แผงโซลาร์เซลล์ ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ ขนาดกำลังไฟฟ้า 60 วัตต์ จำนวน 1 แผง ซึ่งหลักการทำงานของระบบระบายอากาศภายในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ฯ คือ ในช่วงเช้าแผงโซลาร์เซลล์ได้รับแสงแดดหรือความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ จะทำการผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรง จ่ายเข้าไปให้กับพัดลมดูดอากาศแบบกระแสตรง พัดลมก็จะเริ่มทำงานดูดอากาศพร้อมกับความชื้นที่มีอยู่ภายในระบบอบแห้งฯ ออกสู่อากาศแวดล้อมภายนอก ข้อดีคือ โซลาร์เซลล์จะช่วยควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในระบบอบแห้งฯ โดยอัตโนมัติ กล่าวคือขณะที่ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าสูง ซึ่งทำให้อากาศภายในระบบอบแห้งฯ มีอุณหภูมิสูง และในขณะเดียวกันกระแสไฟฟ้าที่ได้จากโซลาร์

เซลล์ก็จะมีค่าสูง พัดลมจึงระบายอากาศได้มาก อุณหภูมิภายในระบบอบแห้งฯ จึงไม่สูงเกินไป ในทางกลับกัน ขณะที่ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าต่ำ พัดลมจะระบายอากาศได้น้อย ทำให้อุณหภูมิของอากาศไม่ลดต่ำมากเกินไป การใช้ระบบระบายอากาศที่เหมาะสมทำให้ระบบอบแห้งฯ ที่มหาวิทยาลัยศิลปากรร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพดี

บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินงาน

- ลงพื้นที่สำรวจสภาพปัจจุบันของพื้นที่เป้าหมาย ด้านการทำการเกษตร การแปรรูปสินค้าเกษตร การจัดการผลผลิต การจำหน่ายสินค้า และการบริหารจัดการกลุ่ม เพื่อคลี่ภาพโซ่อุปทานของสินค้าเกษตรของกลุ่มเป้าหมาย สำรวจข้อมูลบทบาทของกลุ่มเป้าหมายต่อสาธารณะเช่นจำนวนผู้เข้าเยี่ยมชมกิจการกลุ่มรูปแบบกิจกรรม หรือโอกาสการเป็นแหล่งท่องเที่ยวชุมชนเป็นต้น และสำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ขนาดเล็ก กว้าง 6.0 เมตร ยาว 8.2 เมตร จำนวน 1 ระบบ ในพื้นที่เป้าหมาย ในการสำรวจและคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบอบแห้งฯ จะใช้วิธีร่วมหารือกับผู้นำหรือตัวแทนของชุมชนเป้าหมาย พื้นที่ยินยอมให้ใช้งานเพื่อกิจการของกลุ่มหรือศูนย์เท่ากับอายุการใช้งานของระบบอบแห้งฯ คือไม่น้อยกว่า 8 ปี โดยผู้ดำเนินโครงการได้ประสานงานกับคุณชัยรัตน์ พาลี ประธานกลุ่ม เพื่อเข้าสำรวจสภาพปัจจุบันและพื้นที่ในวันที่ 10 มิถุนายน 2566
- ลงพื้นที่ดำเนินการเตรียมพื้นที่ ถมดินหรือทรายหรือกรวดเพื่อดำเนินการปรับพื้นที่ จากนั้นตีแบบ ผูกเหล็กเส้น ฝังท่อระบายน้ำทิ้ง และก่อสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร เพื่อเป็นฐานของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ในพื้นที่เป้าหมาย โดยผู้เสนอโครงการจะส่งทีมช่างปูนไปยังสถานที่ตั้งของกลุ่มเป้าหมาย และในการดำเนินงานจะได้ประสานงานผู้นำชุมชนให้ทราบถึงกิจกรรมการเตรียมพื้นที่ และให้ผู้ที่สนใจในท้องถิ่นมาศึกษาดูการทำงานของทีมช่างของผู้เสนอโครงการได้ทุกระยะของการเตรียมพื้นที่สำหรับการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
- เตรียมโครงสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม อาทิ เช่นโครงสร้างรับแผ่นหลังคาได้แก่การเตรียมเหล็กโครงหลังคา เหล็ก LG โครงข้าง เดือยเหล็ก เพลทเหล็ก เหล็กดั้ง LG เหล็กคาน LG กรอบบานอลูมิเนียมกันแมลง และประตู เป็นต้น
- ลงพื้นที่ดำเนินการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ขนาดเล็ก หน้ากว้าง 6.0 เมตร ยาว 8.2 เมตร จำนวน 1 ระบบ ในพื้นที่เป้าหมาย โดยผู้เสนอโครงการจะส่งทีมงานติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมไปยังสถานที่ประกอบการของกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นทีมงานติดตั้งจะดำเนินการขึ้นโครงสร้างจนกระทั่งเกิดพาราโบลาโดมที่พร้อมใช้งาน โดยประกอบไปด้วยโครงสร้างพาราโบลาโดม คลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต ประตูเปิด ปิด ตะแกรงตาก ชั้นวางตะแกรงตาก แผงโซลาร์เซลล์สำหรับการทำงานของพัดลมดูดอากาศ พัดลมดูดอากาศ ตู้แสดงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ และป้ายโครงการเป็นต้น ในการดำเนินงานจะได้ประสานงานผู้นำชุมชนให้ทราบถึงกิจกรรมการติดตั้งระบบอบแห้งฯ และให้ผู้ที่สนใจในท้องถิ่นมาศึกษาดูการทำงานของทีมช่างของผู้เสนอโครงการได้ทุกระยะของการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

- จัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีเรื่องระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม โดยมีเนื้อหาครอบคลุมหลักการทำงานการใช้งานของระบบอบแห้งฯ การติดตั้งและดูแลรักษาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และการแปรรูปสินค้าเกษตรด้วยพาราโบลาโดมทั้งภาคบรรยายและฝึกปฏิบัติ จะจัดขึ้น 1 ครั้ง ครั้งละ 2 วัน โดยมีจำนวนผู้เข้าร่วมที่เป็นตัวแทนผู้นำเกษตรกรในแต่ละครั้งไม่น้อยกว่า 12 คน และจะเชื่อมโยงให้หน่วยงานภาครัฐในพื้นที่หรือสถาบันการศึกษาในพื้นที่เข้าร่วมกิจกรรม โดยมีรายละเอียดหัวข้อการอบรม ดังนี้

หลักการทำงาน การใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการแปรรูปสินค้าเกษตรและการดูแลรักษาระบบอบแห้งฯ

วันที่ 1

08.30-09.00 น.	ลงทะเบียน
09.00-10.30 น.	การแปรรูปสินค้าเกษตรเช่นกล้วย มะม่วง ฝรั่ง และจิ้งหรีดอบแห้งเป็นต้น ด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม (ภาคปฏิบัติ)
10.30-11.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
11.00-12.00 น.	วัสดุ โครงสร้าง การติดตั้ง และหลักการทำงานของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
12.00-13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน
13.00-14.00 น.	การแปรรูปสินค้าเกษตรเช่นกล้วย มะม่วง ฝรั่ง และจิ้งหรีดอบแห้งเป็นต้น ด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม (ภาคปฏิบัติ (ต่อ))
14.00-14.30 น.	การแปรรูปสินค้าเกษตร ด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม (ภาคบรรยาย)
14.30-15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
15.00-16.00 น.	สมรรถนะ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมและการระเหยน้ำออกจากผลิตผลสด

วันที่ 2

09.00-10.00 น.	การใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการผลิตสินค้าเชิงพาณิชย์
10.00-10.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.30-11.00 น.	อันตรายในอาหาร ผลของการใช้ระบบอบแห้งฯ ต่อคุณภาพสินค้า
11.00-12.00 น.	การดูแลและบำรุงรักษาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
12.00-13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน

13.00-15.00 น. คุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง

15.00-15.30 น. พักรับประทานอาหารว่าง

15.30-16.00 น. วิพากษ์เรื่องแนวทางการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมที่ชุมชนได้รับการสนับสนุน

- ให้คำปรึกษาและแนะนำเรื่องการแปรรูปสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์อบแห้ง โดยเฉพาะในด้านปริมาณความชื้น วอเตอร์แอคติวิตี้ และการเกิดเชื้อราเป็นต้น การจัดการการผลิต การคิดต้นทุนการผลิตให้แต่ละกลุ่มเป้าหมาย เพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์แห้งที่ทางกลุ่มเป้าหมายได้อบแห้งขึ้นมา ภายหลังการติดตั้งระบบอบแห้งฯ และการอบรมอบแห้ง
- ตรวจวัดคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ผ่านการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ได้แก่ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา กรณีจิ้งหรีด มีการตรวจสอบปริมาณโปรตีนเป็นต้น เพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทางกลุ่มเป้าหมายได้ผลิตขึ้นมาภายหลังการติดตั้งระบบอบแห้งฯ เปรียบเทียบกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการตากแดดแบบเดิม กรณีที่กลุ่มเป้าหมายมีสินค้าตากแห้งด้วยการตากแดดตามกรรมวิธีการผลิตเดิม
- จัดทำคู่มือการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมกับการแปรรูปสินค้าเกษตรพร้อมการดูแลรักษาระบบอบแห้งฯ
- จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ พร้อมทำการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับกลุ่มเป้าหมายที่มีการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรด้วยการตากแห้งแบบเดิม เปรียบเทียบกับหลังการมีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

3.2 ตารางแสดงกิจกรรมการดำเนินงานตลอดโครงการ

แผนการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ตลอดโครงการแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงกิจกรรมการดำเนินงานตลอดโครงการ

แผนการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2566									ปี พ.ศ. 2567			
	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.ลงพื้นที่สำรวจสภาพปัจจุบันของพื้นที่เป้าหมายและสำรวจพื้นที่สำหรับติดตั้งระบบอบแห้ง	←----→	←----→											
	←----→	←----→											
2.ลงพื้นที่ดำเนินการเตรียมพื้นที่ และก่อสร้างพื้นคอนกรีต		←----→	←----→										
			←----→	←----→									

แผนการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2566									ปี พ.ศ. 2567			
	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
เสริมเหล็กเพื่อเป็นฐานของระบบอบแห้ง													
3.เตรียมวัสดุ อุปกรณ์โครงสร้างเหล็กต่างๆ ของระบบอบแห้งฯ			⇢										
			⇔										
4.ลงพื้นที่ดำเนินการติดตั้งระบบอบแห้งฯ				⇢		⇢							
							⇔						
5.จัดการถ่ายทอดเทคโนโลยี							⇢		⇔				
6. ให้คำปรึกษาแก่กลุ่มเป้าหมาย								⇢	⇔				
7.ตรวจวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์อบแห้งที่กลุ่มได้แปรรูปด้วยระบบอบแห้งฯ									⇢	⇔			
8.จัดทำคู่มือการใช้งานระบบอบแห้งฯ											⇢		
											⇔		
9.จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์												⇢	⇔

หมายเหตุ : ⇢ หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่วางแผนไว้ว่าจะทำตามข้อเสนอโครงการ

⇔ หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่ได้ทำแล้ว

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการลงพื้นที่สำรวจสภาพปัจจุบันของพื้นที่เป้าหมาย และสำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ผู้ดำเนินโครงการฯ ได้ประสานงานกับประธานกลุ่มได้แก่ คุณชัยรัตน์ พาลี เพื่อลงพื้นที่สำรวจศักยภาพ สถาณการณ์ปัจจุบัน ความพร้อมด้านวัตถุดิบ ด้านการผลิตสินค้าเกษตรอบแห้ง ด้านการตลาด และพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม (ภาพที่ 4.1) โดยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประธานกลุ่มและสมาชิกกลุ่มที่เป็นตัวแทนชุมชนจำนวน 10 คนจะเป็นพื้นที่ทำการเกษตร มีการเพาะปลูกฝั่งพันธุ์กิมจูและพันธุ์สายน้ำผึ้งเป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีสวนมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ทุเรียนพันธุ์ภูเขาไฟศรีสะเกษ และกล้วยน้ำว้าพันธุ์พื้นบ้าน และพันธุ์พระราชทานจากสมเด็จพระกนิษฐาฯ ในส่วนพื้นที่เพาะปลูกของประธานกลุ่มมีประมาณ 15 ไร่

รายได้หลักของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตรมาจากการขายผลผลิตสด ซึ่งในช่วงที่ผ่านมาประสบปัญหาการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้การขายผลผลิตสดประสบปัญหา ทางกลุ่มฯ จึงได้คิดแปรรูปผลผลิตสดที่มีเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ฝรั่งแช่บ๊วย มะม่วงกวนแผ่น กล้วยฉาบ และน้ำสมุนไพรต่างๆ เพื่อจำหน่ายที่ตลาดพื้นที่โดยรอบและจังหวัดใกล้เคียง ซึ่งช่วยแก้ปัญหาผลผลิตสดที่มีปริมาณมากและจำหน่ายไม่ทันได้บางส่วน อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ฝรั่งแช่บ๊วยที่เป็นผลิตภัณฑ์ขายดี ยังคงประสบปัญหาเรื่องอายุการเก็บรักษาและการขนส่ง เนื่องจากยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่สดต้องอาศัยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเพื่อยืดอายุ ทำให้เป็นข้อจำกัดในการขายสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้าที่อยู่ไกลจากสถานที่ผลิต ดังนั้นกลุ่มฯ จึงมีความคิดที่จะแปรรูปผลิตภัณฑ์ฝรั่งแช่บ๊วยให้เป็นผลิตภัณฑ์ฝรั่งแช่บ๊วยอบแห้ง เพื่อให้อายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและสามารถขยายตลาดได้ไกลมากขึ้น นอกจากนี้ในส่วนของการผลิตมะม่วงกวนแผ่นยังอาศัยการตากแดดแบบดั้งเดิม ซึ่งทำให้มีปริมาณการผลิตที่ค่อนข้างจำกัด ใช้ระยะเวลาในการตากแดดที่ค่อนข้างนานรวมถึงปัญหาด้านสุขอนามัย ดังนั้นกลุ่มฯ จึงมีความเห็นร่วมกันว่าการนำเทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมมาประยุกต์ใช้ในการทำแห้งผลิตผลสดที่มีในกลุ่ม จะช่วยให้สมาชิกมีโอกาสสร้างรายได้เพิ่มมากขึ้น และเนื่องจากประธานกลุ่มฯ ได้เป็นสมาชิกในกลุ่ม young smart farmer ของจังหวัดทำให้มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความรู้เรื่องการเลี้ยงจิ้งหรีดกับสมาชิกในอำเภอใกล้เคียง จึงได้นำจิ้งหรีดมาทดลองเลี้ยงและแปรรูปเป็นจิ้งหรีดอบแห้งขายให้กับกลุ่มพ่อค้าคนกลางเพื่อนำไปแปรรูปเป็นผงจิ้งหรีดและส่งขายตลาดต่างประเทศ ซึ่งพบว่าจิ้งหรีดอบแห้งกำลังเป็นที่ต้องการของตลาดในกลุ่มทวีปเอเชีย โดยเฉพาะประเทศจีน เกาหลีใต้และญี่ปุ่น เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนจากแมลง ดังนั้นการแปรรูปจิ้งหรีดอบแห้งจึงเป็นอีกหนึ่งช่องทางที่จะช่วยเพิ่มรายได้ให้กับสมาชิกกลุ่มได้เช่นกัน

สำหรับการสำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในพื้นที่ จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของพื้นที่ในด้านต่างๆ เช่นความกว้าง และความยาวของพื้นที่ อาคาร

หรือต้นไม้โดยรอบ ความสูงต่ำของพื้นที่ ความลาดเอียง พื้นที่โล่งมีแสงแดดส่องถึงเป็นต้น เนื่องจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร จัดตั้งอยู่ในพื้นที่ สปก. ภายใต้การถือครองของนางสมถวิล พาลี ดังนั้นในการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมจึงได้รับการยินยอมจากเจ้าของพื้นที่โดยกำหนดให้มีระยะเวลาในการใช้พื้นที่เท่ากับอายุการใช้งานระบบอบแห้งฯ ประมาณ 8 – 10 ปี นับเริ่มตั้งแต่มีการติดตั้งระบบอบแห้งฯ เพื่อใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ของกลุ่มฯ โดยพื้นที่ที่ติดตั้งระบบอบแห้งคือบริเวณด้านข้างของโรงแปรรูปของกลุ่มฯ เนื่องจากมีขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมและมีแสงแดดส่องถึง รวมทั้งสามารถเคลื่อนย้ายวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งเข้าสู่โรงแปรรูปได้โดยง่าย ซึ่งจะช่วยลดการปนเปื้อนได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้ดำเนินโครงการแนะนำให้มีการตัดแต่งต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ ถมดินเพื่อปรับระดับพื้นให้เสมอกัน และปรับพื้นที่โดยให้ขนาดความกว้าง 7 เมตร และความยาว 9.2 เมตร เพื่อรอเทพื้นรองรับตัวโครงสร้างระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ก. บรรยากาศการแนะนำโครงการและสอบถามข้อมูลเพื่อสำรวจศักยภาพ ความพร้อมด้านวัตถุดิบ ด้านการผลิตสินค้าเกษตรอบแห้งและด้านการตลาด และสำรวจพื้นที่โรงแปรรูป

ข. สำรวจพื้นที่ติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ภาพที่ 4.1 การลงพื้นที่เพื่อสำรวจศักยภาพสถานการณ์ปัจจุบันและพื้นที่ติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ฯ ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ตำบลศรีแก้ว อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ

4.2 ผลการดำเนินงานเตรียมพื้นที่ให้พร้อมสำหรับการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

เมื่อทำการถมดินเรียบร้อยแล้ว ผู้ดำเนินโครงการได้ส่งทีมงานไปดำเนินการปรับพื้นที่และเทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดกว้าง 7 เมตร ยาว 9.2 เมตร หนา 12 เซนติเมตร ซึ่งเป็นไปตามแบบและมาตรฐานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยเริ่มต้นจากการกำหนดขอบเขตของขอบพื้นคอนกรีตโดยการวางแบบเหล็ก กำหนดขอบและความสูง จากนั้นทำการปักหลักเพื่อปรับระดับความสูงของคอนกรีตที่จะเทลงไป ปรับผิวหน้าพื้นให้สม่ำเสมอด้วยทรายอีกครั้ง แล้วจึงวางเหล็กเส้น 9 มิลลิเมตร เป็นโครงสร้าง วางเป็นตารางสี่เหลี่ยมจตุรัส 20 x 20 เซนติเมตร ผูกเหล็กด้วยลวด วางท่อระบายน้ำ (ภาพที่ 4.2) พร้อมเทคอนกรีต จากนั้นโรยปูนซีเมนต์ผสมผงฝุ่นดำเพื่อขัดมันผิวหน้าพื้น และทำการขัดเพื่อให้ผิวหน้าคอนกรีตมีสีดำซึ่งจะช่วยในการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้ดี (ภาพที่ 4.3)

ขั้นตอนการปรับพื้นที่ และถมดินเพื่อรอการเทพื้นที่เป็นฐานฐานรองรับระบบอบแห้ง

ขั้นตอนการตีแบบ ผูกเหล็กและวางระบบท่อระบายน้ำ

ภาพที่ 4.2 การเตรียมพื้นที่ ปรับพื้นดิน และกำหนดขอบเขตของขอบพื้นคอนกรีตโดยการวางแบบเหล็กสำหรับเป็นฐานในการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก

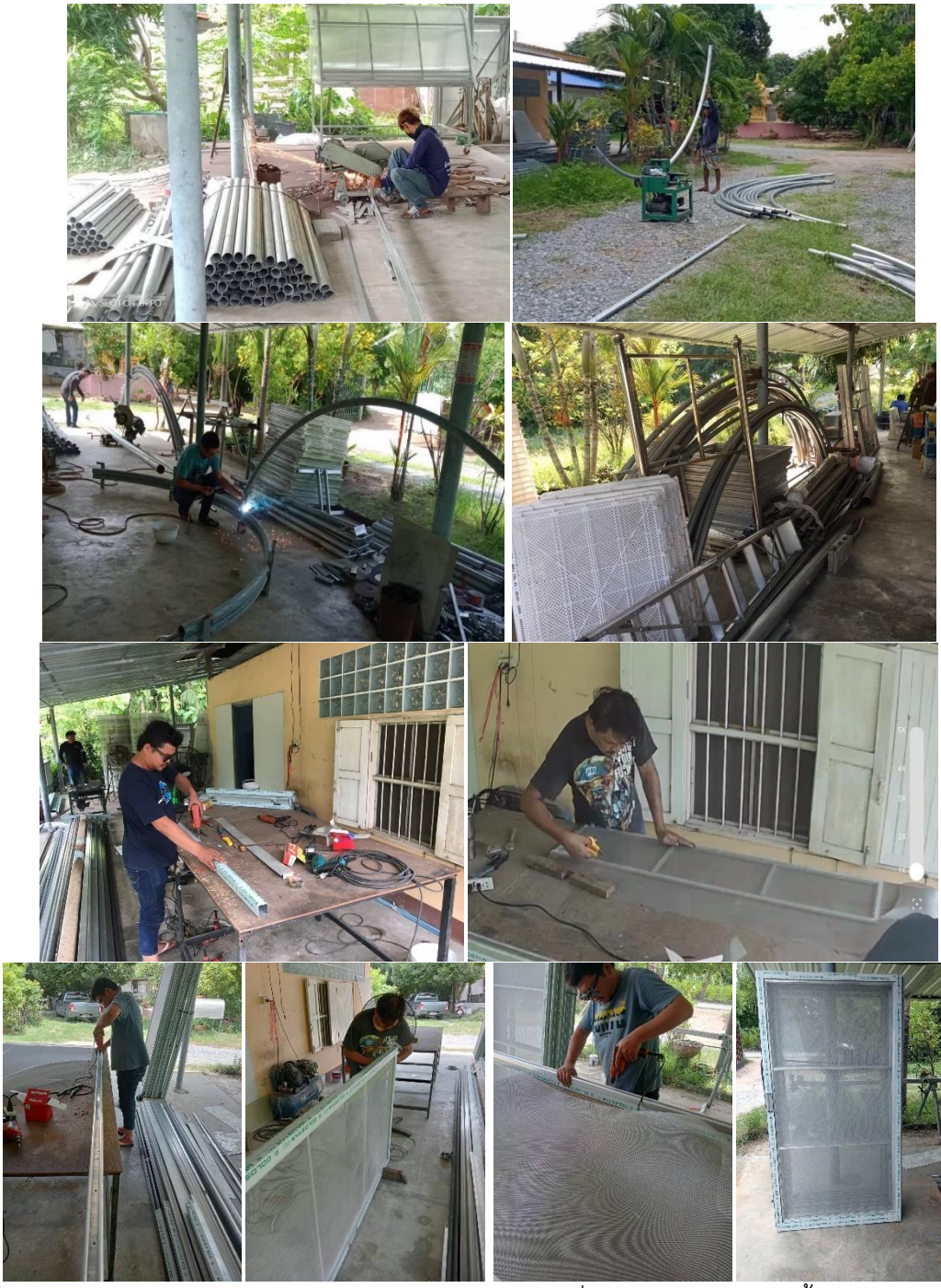
ขั้นตอนการเทพื้นคอนกรีต โรยปูนซีเมนต์ผสมผงฝุ่นดำ

ขั้นตอนการขัดพื้นผิวหน้า แกะแบบ และพื้นดำสำหรับเป็นฐานรองรับระบบอบแห้งฯ ที่เสร็จสมบูรณ์

ภาพที่ 4.3 การก่อสร้างพื้นคอนกรีตสำหรับเป็นฐานในการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก

4.3 ผลการดำเนินงานเตรียมโครงสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ผู้ดำเนินโครงการทำการเตรียมโครงสร้างเหล็กส่วนประกอบต่างๆ ของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก กว้าง 6.0 เมตร x ยาว 8.2 เมตร โดยทำการดัดโครงสร้าง โครงโค้ง และด้านประกอบของโค้งพาราโบลา ส่งเหล็กโครงสร้างไปชุบกัลวาไนซ์กันสนิม จากนั้นนำมาตัดให้ได้ขนาดพร้อมใช้งานในการติดตั้งระบบอบแห้งฯ เตรียมประตูอลูมิเนียมสำหรับติดประกอบกับตัวระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม และเตรียมแผ่นโพลีคาร์บอเนต พร้อมชุดอะลูมิเนียมจับยึด ขาตั้งชั้นวางตะแกรง และเตรียมระบบวัด อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 การเตรียมโครงสร้างเหล็กและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่เตรียมสำหรับการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก

4.4 ผลการดำเนินงานการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

หลังจากที่ผู้ดำเนินโครงการฯ ได้ส่งทีมช่างเข้าเตรียมพื้นที่ ณ พื้นที่เป้าหมาย และจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ โครงสร้างเหล็กต่าง ๆ ของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเรียบร้อยแล้ว ผู้ดำเนินโครงการฯ ได้จัดส่งทีมช่างติดตั้งระบบอบแห้งฯ และขนส่งอุปกรณ์ต่างๆ จากอำเภอเมืองจังหวัดนครปฐมไปยังพื้นที่เป้าหมายในช่วงเดือนตุลาคม เนื่องมาจากในช่วงเดือนกันยายน ณ พื้นที่เป้าหมายประสบ

ปัญหาสภาพอากาศไม่เหมาะสม มีลมพายุและฝนตกต่อเนื่องทำให้ไม่สามารถติดตั้งระบบบอบแห้งฯ ได้ โดยผลการดำเนินงานการติดตั้งระบบบอบระบบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมให้แก่กลุ่มเป้าหมายมีรายละเอียดดังนี้

ผู้ดำเนินโครงการติดตั้งระบบบอบแห้งฯ ตามขั้นตอนในการติดตั้ง เริ่มจากการวัดระยะการตั้งเสาเหล็กเมื่อได้ระยะที่แน่นอนแล้วทำการติดตั้งเสาเหล็กกับโครงโค้งพาราโบลาโดยใช้พุกเจาะยึดลงบนฐานพื้นคอนกรีตและทำการตั้งโครงจนครบจำนวนตามขนาดของระบบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม จากนั้นให้ทำการจับระดับเสาเหล็กกับโครงโค้งพาราโบลาต่อไปทำการเชื่อมโครงแต่ละโครงเข้ากันด้วยเหล็กแปที่จัดเตรียมไว้ และทำการตัดและเชื่อมเหล็กบริเวณด้านหน้าและด้านหลังของโครงสร้างสำหรับติดตั้งประตู เมื่อทำการติดตั้งโครงเหล็กของระบบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการติดตั้งชุดอุปกรณ์จับยึด หรือ aluminum clamping บนโครงเหล็กของระบบบอบแห้งฯ แล้วปิดคลุมหลังคาด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต จากนั้นทำการติดตั้งประตูอลูมิเนียมทั้งด้านหน้าและด้านหลังของระบบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม อุดรอยต่อระหว่างแผ่นโพลีคาร์บอเนตกับพื้นคอนกรีตด้วยซิลิโคนแบบใส ไม่มีสี ชนิดไร้กรด และประกอบชั้นวางผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนสุดท้ายจะทำการติดตั้งระบบระบายอากาศ โดยตั้งเสาแผงโซลาร์เซลล์และทำการเดินสายไฟจากแผงโซลาร์เซลล์ไปยังพัดลมดูดอากาศ จากนั้นติดตั้งตู้แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และดำเนินการเก็บรายละเอียด เช่น สายไฟ การทาสีบริเวณรอยต่อของโครงเหล็ก รวมถึงจัดทำชั้นวางตะแกรงตาก จนกระทั่งได้ระบบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เสร็จสมบูรณ์ ภาพผลการติดตั้งระบบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ขนาดเล็ก แสดงดังภาพที่ 4.5 ถึง 4.6

ขั้นตอนติดตั้งเสาเหล็กกับโครงโค้งพาราโบลาโดยใช้พุกเจาะยึดลงบนฐานพื้นคอนกรีตหลังจากวัดระยะ

ขั้นตอนจับระดับเสาเหล็กกับโครงโค้งพาราโบลาและเชื่อมโครงแต่ละโครงเข้ากันด้วยเหล็กแป

ขั้นตอนการตัดและเชื่อมเหล็กบริเวณด้านหน้าและด้านหลังของโครงสร้างสำหรับติดตั้งประตู

ขั้นตอนการติดตั้งชุดอุปกรณ์จับยึด หรือ aluminium clamping บนโครงเหล็กของระบบอบแห้งฯ และปิดคลุมหลังคาด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต

ภาพที่ 4.5 ขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้าง และติดแผ่นโพลีคาร์บอเนตให้กับระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก

ติดตั้งระบบระบายอากาศ เสาแผงโซลาร์เซลล์

ติดตั้งตู้แสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และต่อชั้นวางผลิตภัณฑ์

ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

ภาพที่ 4.6 ผลการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก

4.5 ผลการดำเนินงานการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านเทคโนโลยีระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

เนื่องจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตรมีผลิตภัณฑ์แปรรูปหลักคือฝรั่งแช่บ๊วย และมีความต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้เพื่อใช้กับระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ทางผู้ดำเนินโครงการจึงได้ทำการทดลองผลิตฝรั่งแช่บ๊วยอบแห้งด้วยระบบอบแห้งฯ เพื่อศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้ และวางแผนพัฒนาปรับปรุงให้ได้กระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีคุณลักษณะเป็นที่ยอมรับ และนำผลการศึกษาที่ได้ไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มตามแผนงานที่จะดำเนินโครงการต่อไป

ในการทดลองจะนำฝรั่งแช่บ๊วยสดมาผ่าครึ่งลูกจากนั้นควักเมล็ดออก แล้วหั่นตามขวางเป็นชิ้นที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร และ 8 มิลลิเมตร จากนั้นนำชิ้นฝรั่งแช่บ๊วยไปวางเรียงบนตะแกรง โดยแยกตะแกรง

ระหว่างชิ้นที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร และ 8 มิลลิเมตร จากนั้นนำเข้าอบแห้ง โดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (ทั้งตัวอย่างที่มีความหนา 2 และ 8 มิลลิเมตร) เปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (เฉพาะตัวอย่างที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร) (ภาพที่ 4.7) และทำการอบแห้งจนมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของฝรั่งสด และค่า a_w ของชิ้นฝรั่งอบแห้ง โดยพบว่าฝรั่งแช่บ๊วยสดมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 89.35 ฐานเปียก และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids) หรือค่าความหวานอยู่ที่ 9.3 องศาบริกซ์ เมื่อทำการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนพบว่าตัวอย่างที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร จะใช้เวลาอบแห้งประมาณ 4 – 6 ชั่วโมง ขณะที่ตัวอย่างที่มีความหนา 8 มิลลิเมตร ต้องใช้เวลาอบแห้งถึง 8 – 11 ชั่วโมง จึงจะมีค่า a_w ที่ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งเป็นช่วงค่า a_w ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการเสื่อมเสียด้วยเชื้อจุลินทรีย์ (ภาพที่ 4.7) สำหรับการทำแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม พบว่าเมื่อทำแห้งเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ตัวอย่างที่มีความหนา 2 มิลลิเมตรยังคงมีค่า a_w สูงกว่า 0.6 แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาทำแห้งเป็น 10 ชั่วโมง ตัวอย่างมีค่า a_w อยู่ที่ 0.367 ซึ่งค่อนข้างต่ำ ทำให้ตัวอย่างมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แห้งและเหนียว โดยลักษณะปรากฏของตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4.8

ก. ลักษณะการวางชิ้นตัวอย่างบนตะแกรงอบเมื่ออบด้วย ตู้อบลมร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส

ข. ลักษณะการวางชิ้นตัวอย่างบนตะแกรงอบเมื่ออบด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ภาพที่ 4.7 การวางชิ้นตัวอย่างฝรั่งแช่บ๊วยบนตะแกรงอบ

ก. ตัวอย่างที่ความหนา 2 มิลลิเมตรที่ผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ข. ตัวอย่างที่ที่ความหนา 2 มิลลิเมตรผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ค. ตัวอย่างที่ความหนา 8 มิลลิเมตรที่ผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 8 ชั่วโมง

ง. ตัวอย่างที่ความหนา 8 มิลลิเมตรที่ผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 11 ชั่วโมง

ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างฝรั่งแช่บ๊วยที่ผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ความหนาและระยะเวลาอบแห้งต่างๆ

ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างชิ้นฝรั่งแช่บ๊วยที่ความหนา 2 มิลลิเมตรที่ผ่านการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเป็นเวลา 10 ชั่วโมง

เมื่อการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมดำเนินการเสร็จสิ้น เพื่อให้เกิดการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมให้มีผลสัมฤทธิ์และมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องมีการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผู้ดำเนินโครงการได้จัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร ในระหว่างวันที่ 2-3 ธันวาคม 2566 โดยการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีรายละเอียดกำหนดการต่อไปนี้

โครงการการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี
เรื่องระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ภายใต้โครงการ
การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับมะม่วง ฝรั่งและจิ้งหรีดด้วยการแปรรูปโดย
ใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
ณ วิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ตำบลศรีแก้ว อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ

กำหนดการและหัวข้อการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี

วันที่ 2 ธันวาคม 2566

08.30-09.00 น. ลงทะเบียน

09.00-10.30 น. การแปรรูปสินค้าเกษตรเช่นกล้วย มะม่วง ฝรั่ง และจิ้งหรีดอบแห้งเป็นต้น ด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม (ภาคปฏิบัติ)

วิทยากรบรรยายประจำกลุ่ม:

กลุ่มที่ 1 ดร.ภาริกา รุ่งพิชยพิเชฐ

กลุ่มที่ 2 ผศ.ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี

10.30-11.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง

11.00-12.00 น. หลักการทำงานของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม วัสดุ โครงสร้าง และการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์พาราโบลาโดม

วิทยากรบรรยาย: นายยุทธศักดิ์ บุญรอด

12.00-13.00 น. รับประทานอาหารกลางวัน

13.00-14.00 น. การแปรรูปสินค้าเกษตรเช่นกล้วย มะม่วง ฝรั่ง และจิ้งหรีดอบแห้งเป็นต้น ด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม (ภาคปฏิบัติ (ต่อ))

วิทยากรบรรยายประจำกลุ่ม:

กลุ่มที่ 1 ดร.ภาริกา รุ่งพิชยพิเชฐ

กลุ่มที่ 2 ผศ.ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี

14.00-14.30 น. หลักการทำงานแห้งสินค้า การแปรรูปสินค้าเกษตร

ด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม (ภาคบรรยาย)

วิทยากรบรรยาย: ผศ.ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี

14.30-15.00 น. พักรับประทานอาหารว่าง

15.00-17.00 น. สมรรถนะ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมและการระเหยน้ำออกจากผลิตผลสด

วิทยากรบรรยาย: นางสาวชลิตา พุกบ้านยาง

วันที่ 3 ธันวาคม 2566

08.30-09.00 น. ลงทะเบียน

09.00-10.00 น. การใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการผลิตสินค้าเชิงพาณิชย์ (ภาคปฏิบัติ)

วิทยากรประจำกลุ่ม:

กลุ่มที่ 1 ดร.ภาริกา รุ่งพิชยพิเชฐ

กลุ่มที่ 2 ผศ.ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี

10.00-10.30 น. พักรับประทานอาหารว่าง

10.30-11.00 น. อันตรายในอาหาร ผลของการใช้ระบบอบแห้งฯ ต่อคุณภาพสินค้า

วิทยากรบรรยาย: ดร.ภาริกา รุ่งพิชยพิเชฐ

11.00-12.00 น. การดูแลและบำรุงรักษาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

วิทยากรบรรยาย: นางสาวชลิตา พุกบ้านยาง

12.00-13.00 น. รับประทานอาหารกลางวัน

13.00-14.00 น. คุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง (ภาคบรรยาย)

วิทยากรบรรยาย: นางสาวชลิตา พุกบ้านยาง

14.00-15.00 น. คุณภาพและการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง (ภาคปฏิบัติ)

วิทยากรบรรยายประจำกลุ่ม:

กลุ่มที่ 1 ดร.ภาริกา รุ่งพิชยพิเชฐ

กลุ่มที่ 2 ผศ.ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี

15.00-15.30 น. พักรับประทานอาหารว่าง

15.30-16.30 น. วิพากษ์เรื่องแนวทางการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมที่ชุมชนได้รับการสนับสนุน

วิทยากร: ผศ.ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี ดร.ภาริกา รุ่งพิชยพิเชฐ

ผลการดำเนินงานการจัดอบรม มีจำนวนผู้เข้ารับการฝึกอบรม 18 คน ไม่นับทีมงานและวิทยากร โดยผู้ดำเนินโครงการประสานให้แต่ละพื้นที่เป้าหมายคัดเลือกผู้แทนที่จะมาฝึกอบรมที่จะสามารถขยายผลการดำเนินงานต่อได้ สำหรับรายชื่อผู้เข้าร่วมอบรม ไม่นับทีมงานและวิทยากร แสดงดังภาพที่ 4.10 โดยในการอบรม จะมีผู้แทนจากองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นเข้าร่วมอบรม ได้แก่ นายก อบต. (นายมงคล ยอดจักร์) ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน (นางทิพวรรณ นาคอุ่น และนาง ลำชี พะวงษ์) เกษตรจังหวัด (นายอิทธิพล ไชยวุฒิ) และหัวหน้า กอ.รมน จังหวัดศรีสะเกษ (พันตรี นิรัญ คุณสัตย์) ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีจัดทั้งภาคบรรยาย และภาคปฏิบัติ มีการฝึกฝนการแปรรูปการอบแห้งสินค้าเกษตรตามที่กลุ่มเกษตรกรสามารถจะหาวัตถุดิบได้ เช่น กล้วย ฝรั่ง จิ้งหรีด และสมุนไพรต่างๆ โดยภาพตัวอย่างบรรยากาศการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีแสดงดังภาพที่ 4.11 ถึง ภาพที่ 4.19 และภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์แปรรูปบางส่วนที่ได้ในระหว่างวันฝึกอบรม (ภาพที่ 4.20)

โครงการการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยี
เรื่องระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ภายใต้โครงการ
การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับมะม่วง ฝรั่งและจิ้งหรีดด้วยการแปรรูปโดย
ใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
ระหว่างวันที่ 2 – 3 ธันวาคม 2566
ณ วิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ตำบลศรีแก้ว อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ

ลำดับที่	ชื่อ สกุล	หน่วยงาน - ที่อยู่	เบอร์โทรศัพท์	ลายเซ็น
1	น.ส. อโรรัตน์ ประยูรง	5 หมู่ 9 ม.ศรีแก้ว		อโรรัตน์
2	นาง ทิพวรรณ นาคอุ่น	35 ม.9	ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน	ทิพวรรณ
3	นาง ลำชี พะวงษ์	95 ม.9 ต. ศรีแก้ว	ผู้ช่วย ผญบ. 0650385953	
4	นาง สุวินทร์ บ่อทรัพย์	77 ม. 9		สุวินทร์
5	นาย มงคล ยอดจักร์	112 ม.9	ส.อ.นอ.	
6	นาย สำเนียง แก้วมณี	65 ม. 9		สำเนียง
7	นาย อิทธิพร แก้วมณี			อิทธิพร
8	นาย อิน พาลี			อิน
9	นาย ชัยวัฒน์ พาลี	118 ม.9 ต.ศรีแก้ว	ประธานกลุ่ม	ชัยวัฒน์
10	นาง จุฬาภา พาลี	115 ม.9 ต.ศรีแก้ว		
11	น.ส. ปัณฑิตา รักษาการ	13 ม.13 ต.ตูมใน	0992710763	ปัณฑิตา
12	นาง สมพิศ พาลี			สมพิศ
13	นาย สมหมาย อาการ	94 ม.9 ต.ศรีแก้ว	0861685862	สมหมาย
14	นาง สุนีย์ พาลี	18 ม.9 ต.ศรีแก้ว		สุนีย์
15	นาง จันทนา พาลี	23 ม.9		จันทนา
16	นาง สำเนียง จันทนา			สำเนียง
17	นาง สมพร บ่อทรัพย์			สมพร
18	นาย อิทธิพล ไชยวุฒิ	สนง.ก.อำเภอศรีรัตนะ	0893595290	
19	พ.ต. นิรัญ คุณสัตย์	กอ.รมน.จังหวัด ศ.ก	084-8450910	
20	นางอาวลิตา พุดจันทยา	ม.ศิลปากร.	098-8878607	
21	ผศ.ดร.บุศราภรณ์ มนเต้	ม.ศิลปากร	089-4996890	
22.	ดารินทร รุ่งพิรัชยพิเชฐ	ม. ศิลปากร	091 0546283	

ภาพที่ 4.10 รายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี ระหว่างวันที่ 2 – 3 ธันวาคม 2566 ณ วิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ต.ศรีแก้ว อ.ศรีรัตนะ จ.ศรีสะเกษ

ขั้นตอนการเตรียมกล้วยน้ำว้า สำหรับการแปรรูปเป็นกล้วยแผ่น กล้วยตาก กล้วยสติ๊กและกล้วยดิบผง

ขั้นตอนการปอก ลอกเส้นข้าง หั่นเป็น 4 ชิ้น และจัดเรียงกล้วยลงบนตะแกรงตากเพื่อทำกล้วยสติ๊ก

ขั้นตอนการทับแบนกล้วย และนำกล้วยแผ่นเรียงบนตะแกรงตาก เพื่อทำกล้วยแผ่น

ขั้นตอนการสไลซ์กล้วยดิบเป็นแผ่นบาง เรียงบนตะแกรง เพื่อทำกล้วยดิบผง

ภาพที่ 4.11 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยตาก กล้วยสติ๊ก กล้วยแผ่น และกล้วยดิบผง

นำแผ่นกล้วยดิบสไลซ์เข้าตากในระบบอบแห้งฯ และขั้นตอนการเรียงกล้วยบนตะแกรงเพื่อทำกล้วยตาก

ขั้นตอนการเรียงกล้วยบนตะแกรงเพื่อทำกล้วยสติ๊ก และนำกล้วยแผ่นเข้าตากในระบบอบแห้งฯ

ภาพที่ 4.12 ขั้นตอนการนำวัตถุดิบเข้าตากในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยตาก กล้วยสติ๊ก กล้วยแผ่น และกล้วยดิบผง

ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมน้ำแตงโม สำหรับทำข้าวแต๋น

ขั้นตอนการคลุกผสมน้ำแตงโมกับข้าวเหนียวนึ่ง

ภาพที่ 4.13 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับแปรรูปเป็นข้าวแต๋นน้ำแตงโม

ขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นข้าวแต๋นตะแกรงอบ โดยใช้พิมพ์วงกลม แล้วนำเข้าตากในระบบอบแห้งฯ

ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสม และการนวดส่วนผสมเข้ากับแป้งมันสำปะหลังและขึ้นรูปเพื่อทำข้าวเกรียบ

ขั้นตอนการหั่นแผ่นข้าวเกรียบ วางบนตะแกรงและนำเข้าตากในระบบอบแห้งฯ จนแห้งดี

ภาพที่ 4.14 ขั้นตอนการแปรรูปข้าวแต๋นน้ำแตงโม และข้าวเกรียบมันม่วงและข้าวเกรียบข้าวโพดโดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราบาลาโดม

ขั้นตอนการเตรียมฝรั่งสด และแช่ในสารละลายแช่อิ่ม

ขั้นตอนการนำชิ้นฝรั่งที่ผ่านการแช่สารละลายขึ้นเรียงบนตะแกรง แล้วนำเข้าตากในระบบอบแห้งฯ

ภาพที่ 4.15 ขั้นตอนการแปรรูปฝรั่งแช่อิ่มอบแห้งโดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ขั้นตอนการล้างและหั่นสมุนไพร ได้แก่ตะไคร้และใบเตย สำหรับทำชาสมุนไพร

นำตะไคร้และใบเตยที่หั่นใส่บนตะแกรงเพื่อนำเข้าตากในระบบอบแห้งฯ

ภาพที่ 4.16 ขั้นตอนการแปรรูปชาสมุนไพรตะไคร้ ใบเตยโดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างจิ้งหรีดที่ทดลองนำมาทำแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

การบรรยายหลักการทำแห้งสินค้า การแปรรูปสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้งฯ

การบรรยายเรื่องหลักการทำงานของระบบอบแห้งฯ วัสดุ โครงสร้าง และการติดตั้งระบบอบแห้งฯ การดูแลและบำรุงรักษาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

การบรรยายเรื่องอันตรายในอาหาร ผลของการใช้ระบบอบแห้งฯ ต่อคุณภาพสินค้า และการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง

ภาพที่ 4.18 ภาพบรรยากาศในการระหว่างการบรรยายในหัวข้อต่างๆ

ภาพที่ 4.19 ภาพบรรยากาศระหว่างวิพากษ์แนวทางการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมที่ชุมชนได้รับการสนับสนุน

ข้าวเกรียบมันม่วงและข้าวโพด | ผลิตภัณฑ์กล้วยแผ่น | แผ่นข้าวแต๋นดิบ

แผ่นกล้วยดิบแห้ง | ชาใบเตยอบแห้ง | ชาตะไคร้อบแห้ง

ภาพที่ 4.20 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ได้ระหว่างวันฝึกอบรม

ในส่วนของการแปรรูปจิ้งหรีดอบแห้ง ผู้ดำเนินโครงการได้ให้คำแนะนำในการแปรรูปจิ้งหรีด โดยเสนอให้ล้างทำความสะอาด และลวกจิ้งหรีดก่อนนำเข้าไปตากแห้ง เพื่อเป็นการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในจิ้งหรีดสด รวมถึงอาจนำตัวอย่างที่ผ่านการลวกไปคั่วให้ร้อนเพื่อลดความชื้นก่อนนำเข้าตากในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ซึ่งจะทำให้ใช้ระยะเวลาในการตากแห้งสั้นขึ้น อย่างไรก็ตาม ในช่วงต้น สมาชิกกลุ่มได้ทำการลวกและสะเด็ดน้ำก่อนนำเข้าตากในระบบอบแห้งฯ ซึ่งใช้เวลาในการทำแห้งประมาณ 3 วัน ซึ่งเร็วกว่าการตากแดดธรรมชาติที่ใช้ระยะเวลา 4 วันในการทำแห้ง

สำหรับผลิตภัณฑ์มะม่วงกวน ผู้ดำเนินโครงการได้ให้คำแนะนำในการใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการผลิตมะม่วงกวนให้แก่สมาชิกกลุ่มฯ อย่างไรก็ตาม ในช่วงการจัดถ่ายทอดเทคโนโลยีไม่ใช่ช่วงฤดูเก็บเกี่ยวมะม่วง ทำให้ไม่ได้ทำการถ่ายทอดวิธีการแปรรูปมะม่วงกวนด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

การประเมินความพึงพอใจในด้านต่างๆ ได้แก่ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่บรรยาย ด้านวิทยากร ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร และด้านความพึงพอใจในภาพรวมของการจัดการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยมีผู้ให้การประเมินการจัดถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนผู้เข้าร่วมอบรม ให้ผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 4.1 ซึ่งภายหลังการอบรมผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้ถ่ายทอดในระดับที่สูงขึ้น

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจในด้านต่างๆ ของการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ

ประเด็นความคิดเห็น		**ระดับความพึงพอใจ/ความรู้ความเข้าใจ/การนำความรู้ไปใช้***				
		มากที่สุด	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**
ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่บรรยาย						
1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปรรูปสินค้าเกษตรจากพาราโบลาโดม เช่น การผลิต กล้วยหนึบ กล้วยแผ่น กล้วยตาก ข้าวเกรียบ และข้าวแต๋น เป็นต้น	**ก่อน**			7 (39%)	11 (61%)	
	หลัง	18 (100%)				

ประเด็นความคิดเห็น		ระดับความพึงพอใจ/ความรู้ความเข้าใจ/การนำความรู้ไปใช้*				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
2. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ในการติดตั้ง พาราโบลาโดมและการใช้งานพาราโบลาโดม	ก่อน			1 (5%)	10 (56%)	7 (39%)
	หลัง	8 (45%)	9 (50%)	1 (5%)		
3. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการดูแลรักษาพาราโบลาโดม	ก่อน			7 (39%)	11 (61%)	
	หลัง	11 (67%)	7 (33%)			
4. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวอย่างการใช้งานพาราโบลาโดมในการอบแห้งสินค้าเชิงพาณิชย์	ก่อน			12 (67%)	6 (33%)	
	หลัง	18 (100%)				
5. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายในอาหาร การตรวจสอบคุณภาพอาหาร เช่นค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และค่าบ่งชี้ความหวาน เป็นต้น	ก่อน				5 (28%)	13 (72%)
	หลัง	1 (5%)	17 (95%)			
ด้านวิทยากร						
วิทยากรมีความสามารถในการถ่ายทอดองค์ความรู้		13 (72%)	5 (28%)			
ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร						
สถานที่ ระยะเวลา และการอำนวยความสะดวก			18(100%)			
ด้านความพึงพอใจโดยรวม						
ความพึงพอใจของท่านโดยรวมต่อการฝึกอบรม		3 (17%)	15 (83%)			

* ตัวเลขในตารางแสดงจำนวนคนที่ให้คะแนนในระดับความพึงพอใจนั้นๆ และตัวเลขในวงเล็บแสดงร้อยละของจำนวนคนที่ให้คะแนนในระดับความพึงพอใจนั้นๆ เปรียบเทียบกับจำนวนผู้ตอบแบบประเมินทั้งหมด

4.6 ผลการดำเนินงานให้คำปรึกษา แนะนำเรื่องการตากแห้งผลิตผลทางการเกษตร ด้วยระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม

หลังจากการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีอบแห้งฯ ทางสมาชิกกลุ่มได้มีองค์ความรู้ในการแปรรูปสินค้าเกษตร ได้แก่ กล้วยน้ำว้า จิ้งหรีด และฝรั่งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม โดยได้ร่วมกันทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ได้แก่ กล้วยหนึบ กล้วยตาก จิ้งหรีดอบแห้งและฝรั่งแช่บ๊วยแห้ง และฝรั่งแช่อิ่มอบแห้ง ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏที่ไม่เป็นที่ต้องการ (ตารางที่ 4.2) เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น ได้แก่ ค่า a_w มีค่าต่ำกว่า 0.65 ในทุกตัวอย่างและจากลักษณะปรากฏและค่า a_w ที่ตรวจวัดได้ พบว่าสมาชิกกลุ่มยังขาดประสบการณ์ในการพิจารณาระดับความแห้งของผลิตภัณฑ์ ทำให้ประเมินระยะเวลาในการตากแห้งในระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมที่เหมาะสมไม่ได้ รวมถึงการเลือกระดับการสุกของวัตถุดิบที่เหมาะสม ซึ่งผู้ดำเนินโครงการได้ให้คำปรึกษาผ่านช่องทางออนไลน์เพื่อช่วยแก้ปัญหา (ภาพที่ 4.21 และ 4.22) รวมถึงให้สมาชิกกลุ่มส่งตัวอย่างที่ผลิตหลังจากได้ปรับตามคำแนะนำมาเพื่อตรวจสอบคุณภาพอีกครั้ง โดยในช่วงระหว่างดำเนินโครงการ ทางกลุ่มได้เริ่มผลิตกล้วยตากและกล้วยหนึบออกจำหน่าย เนื่องจากปริมาณผลผลิตกล้วยน้ำว้าในพื้นที่มีมากและเป็นช่วงระหว่างรอฝรั่งและมะม่วงออกผลผลิต ในส่วนของจิ้งหรีด เนื่องจากสภาพอากาศมีความผันผวนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด ทำให้ปริมาณจิ้งหรีดที่เลี้ยงเพื่อจำหน่ายมีไม่พอสำหรับนำมาแปรรูป หลังจากได้รับคำปรึกษาอย่างต่อเนื่อง สมาชิกกลุ่มได้ทดลองผลิตตามคำแนะนำ จนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานได้แก่ กล้วยตาก กล้วยหนึบ แป้งกล้วยดิบ และกล้วยแผ่นม้วนสามารถนำไปจำหน่ายตามตลาดท้องถิ่น และเริ่มเรียนรู้ช่องทางการขายออนไลน์ รวมถึงได้เปิดให้กลุ่มเกษตรกรอื่นๆ ได้เข้ามาเรียนรู้วิธีการแปรรูปสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

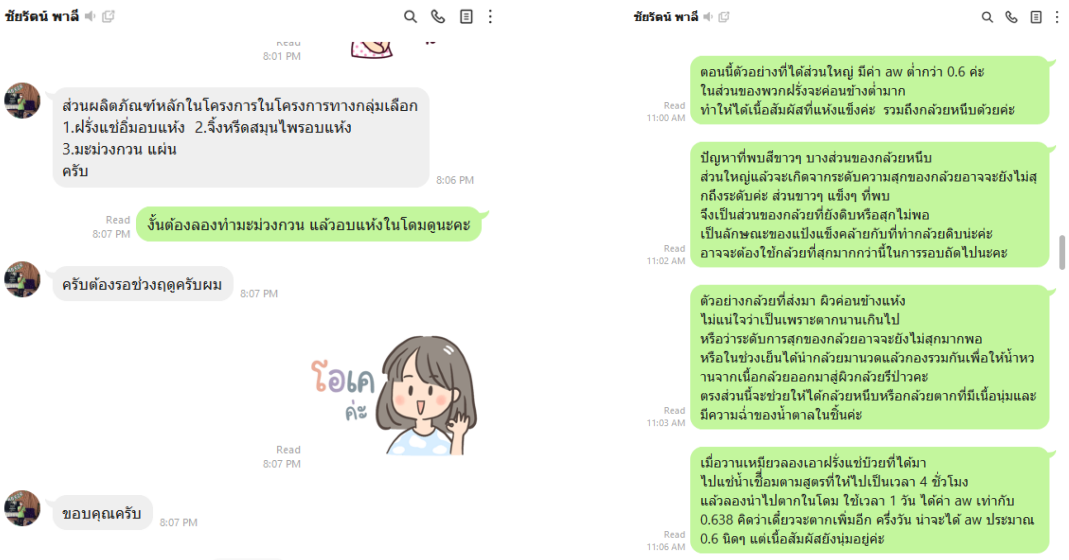
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ทางสมาชิกกลุ่มได้ทดลองผลิตด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	ค่า a_w *
ฝรั่งแช่บ๊วยอบแห้ง		0.560 $\pm$ 0.007

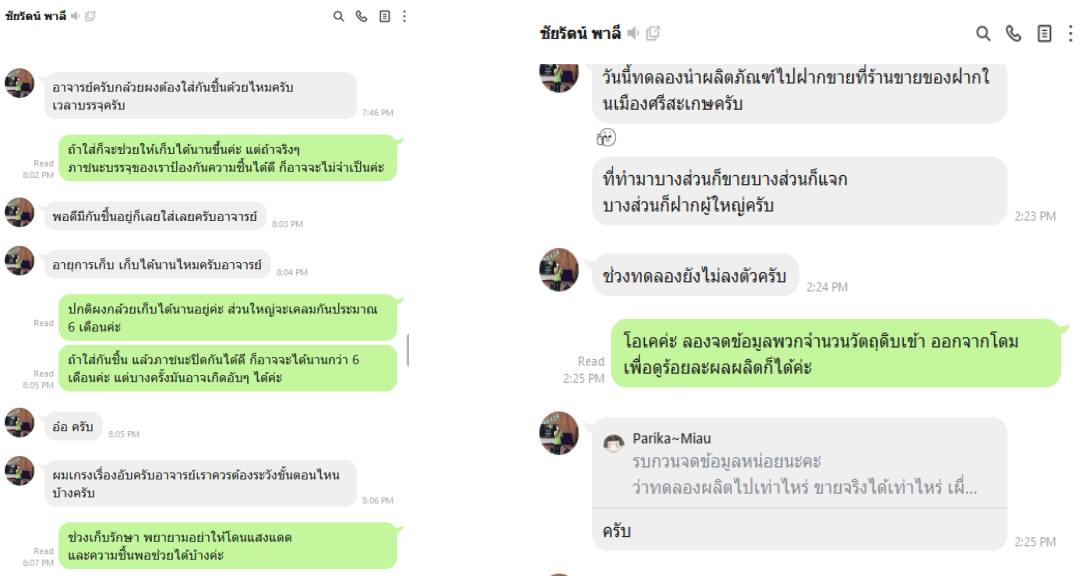
ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	ค่า a_w *
ฝรั่งแช่บ๊วยร่วมกับแช่อิ่มอบแห้ง		0.575 $\pm$ 0.010
ฝรั่งแช่อิ่มอบแห้ง		0.568 $\pm$ 0.014
กล้วยหนึบ ทดลองผลิตครั้งที่ 1		0.582 $\pm$ 0.002
กล้วยหนึบ ทดลองผลิตครั้งที่ 2		0.601 $\pm$ 0.001
กล้วยตาก		0.628 $\pm$ 0.015

ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	ค่า a_w *
จิ้งหรีด		0.555 ± 0.008

* รายงานในรูปแบบ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

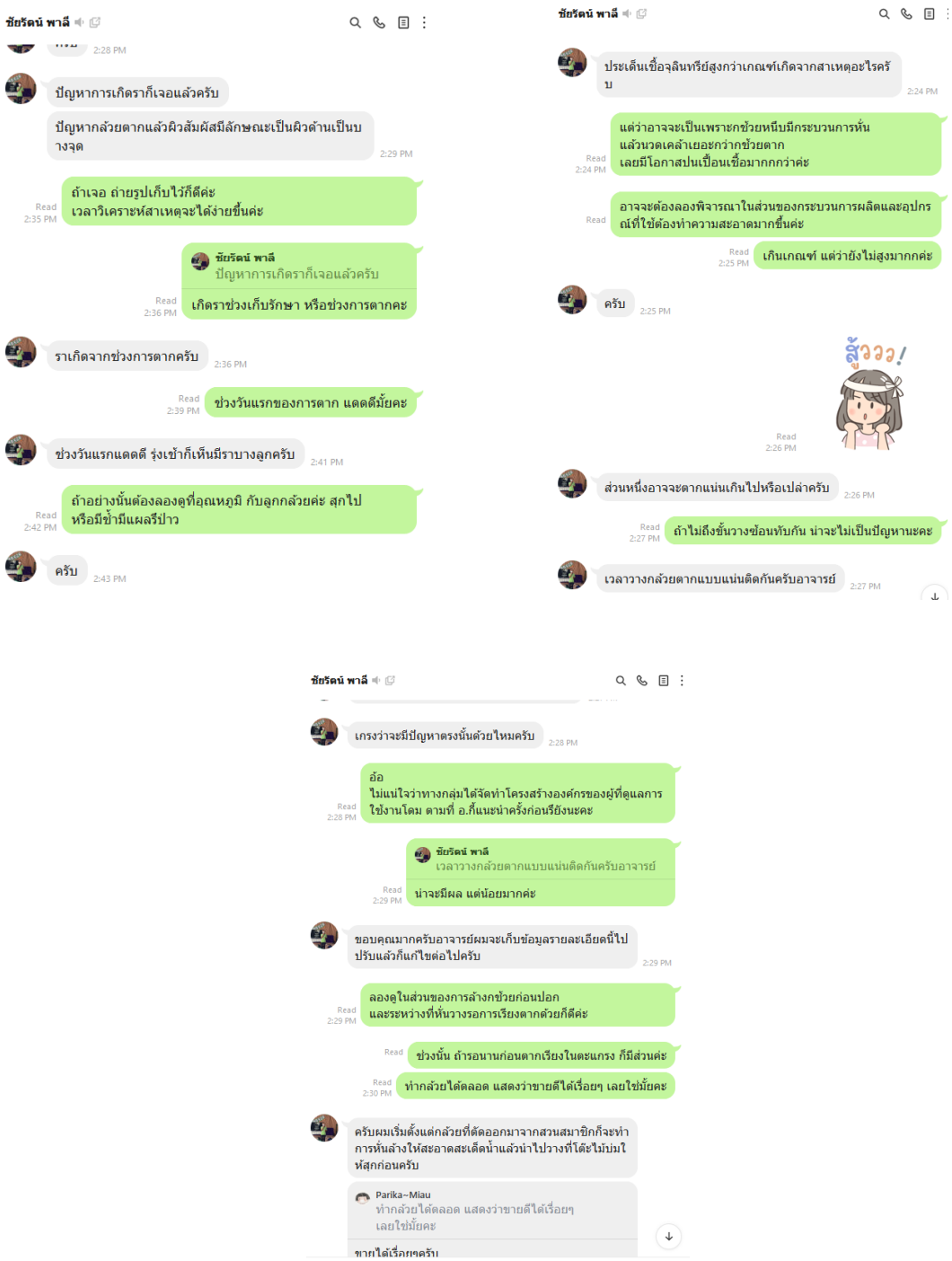


การให้คำแนะนำในเลือกระดับความสุกของวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิต



การให้คำแนะนำในเรื่องการบรรจุและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 4.21 ตัวอย่างการให้คำแนะนำในด้านกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 4.22 ตัวอย่างการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และหลักสุขาภิบาลอาหาร

นอกจากการให้คำปรึกษาผ่านช่องทางออนไลน์ คณะผู้วิจัยฯ ได้เดินทางไปให้คำปรึกษาสมาชิกกลุ่มที่วิสาหกิจชุมชนฯ ทั้งในด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ช่องทางการจำหน่ายสินค้าและการปรับปรุงห้องแปรรูปเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐาน GMP เมื่อวันที่ 1 – 2 เมษายน 2567 โดยพบว่าสมาชิกมีทักษะในการแปรรูปกล้วยตากและกล้วยหนึบมากขึ้น ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีจำนวนของเสียลดลง ขณะที่ผลิตภัณฑ์กล้วยดิบผงจำเป็นต้องมีการเพิ่มซองดูดซับความชื้นลงในบรรจุภัณฑ์เพื่อลดการจับตัวเป็นก้อนในระหว่างการ

จำหน่าย คณะผู้วิจัยฯ ได้แนะนำให้กลุ่มฯ เริ่มวางจำหน่ายทางช่องทางออนไลน์ เช่นเฟสบุ๊ก ติ๊กต่อก และ Shopee นอกเหนือจากการจำหน่ายภายในตลาดท้องถิ่นเฉพาะวันอังคาร วันศุกร์ เสาร์-อาทิตย์ โดยสมาชิกกลุ่มได้เริ่มโพสขายสินค้าผ่านทางเฟสบุ๊ก และมีการไลฟ์ในเฟสบุ๊กและติ๊กต่อก โดยเป็นการไลฟ์ถึงแหล่งที่มาของวัตถุดิบในสวนที่ใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อดึงดูดผู้ชมและได้แสดงถึงคุณภาพของวัตถุดิบ ในส่วนของห้องแปรรูป คณะผู้วิจัยฯ ได้ให้คำแนะนำในการวางผังห้องผลิต โดยวางลำดับห้องตามกระบวนการแปรรูปเพื่อลดการปนเปื้อนข้าม นอกจากนี้คณะผู้วิจัยฯ ได้ติดตามสมาชิกกลุ่มไปสังเกตการจำหน่ายสินค้าที่ตลาดนัดในโรงพยาบาลศรีสะเกษ พบว่ามีลูกค้าประจำ และลูกค้าบางกลุ่มแวะมาซื้อผลิตภัณฑ์แปรรูปของกลุ่มฯ (ภาพที่ 4.23)

การให้คำแนะนำในการวางผังห้องผลิต เพื่อลดการปนเปื้อนข้าม

บรรยากาศการขายสินค้าในตลาดนัดโรงพยาบาลศรีสะเกษ และสินค้าที่นำไปจำหน่าย

ภาพที่ 4.23 บรรยากาศการให้คำปรึกษาและติดตามผลการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจฯ

4.7 ผลการตรวจวัดคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ ของสินค้าเกษตรอบแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

หลังจากที่ผู้ดำเนินโครงการได้ให้คำแนะนำในการผลิต กลุ่มสมาชิกได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตและได้ผลิตสินค้ากล้วยตากและกล้วยหนีบออกจำหน่าย ผู้ดำเนินโครงการจึงได้เก็บตัวอย่างสินค้าเกษตรแปรรูปด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่กลุ่มผลิตขึ้นมวัดคุณภาพ โดยวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ แสดงดังนี้

- ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ ใช้การถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพ Nikon รุ่น1J5
- ปริมาณความชื้น (Moisture content, MC) (AOAC, 2000)

เตรียมตัวอย่างโดยตัดหรือหั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก แล้วชั่งตัวอย่าง 2-3 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ลงถ้วยอะลูมิเนียมที่ผ่านการอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิที่ 105 องศาเซลเซียสแล้ว และทราบน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำตัวอย่างพร้อมถ้วยอะลูมิเนียมเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังภาพที่ 4.24 แล้วนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องในโถดูดความชื้น ทำการชั่งน้ำหนักและคำนวณปริมาณความชื้นของตัวอย่าง จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการอบ (กรัม)} \ x \ 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างสดก่อนอบ (กรัม)}}$$

ภาพที่ 4.24 การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

- ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้

เตรียมตัวอย่างโดยหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ตัวอย่างในตลับพลาสติก (Sample cup) ให้ได้ปริมาตรไม่เกินร้อยละ 70 ของความสูงของตลับพลาสติก จากนั้นนำตลับตัวอย่างมาใส่ลงใน Measuring chamber ของเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Rotonic Hygropalm 2) โดยที่ตลับพลาสติกก่อนนำมาใช้ใส่ตัวอย่างจะต้องนำไปอบที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปใส่ในโถดูดความชื้นจนกว่าจะเย็นถึงอุณหภูมิห้อง โดยวิธีการเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้แสดงดังภาพที่ 4.25

ภาพที่ 4.25 วิธีการเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count, TPC)

การหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ด้วยแผ่น 3M ทำการเตรียมตัวอย่าง ปริมาณ 10 กรัมในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.9 ปริมาตร 90 มิลลิลิตร จะมีความเข้มข้นในอัตราส่วน 1:10 แล้วทำการเจือจางให้ได้อัตราส่วนตามความเหมาะสม โดยใช้สารละลายโซเดียคลอไรด์เป็น diluent จากนั้นปิเปตสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างๆ อย่างละ 1 มิลลิลิตร ลงในแผ่น 3M ปิดด้วยฟิล์มจากนั้นใช้พิมพ์กดลงบนแผ่นฟิล์มให้มีลักษณะตามรูปพิมพ์ แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในลักษณะหงายแผ่น เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วตรวจนับจำนวนโคโลนีในแผ่น 3M รายงานค่าในหน่วย CFU/g

- ยีสต์ และรา (Total yeast and mold count)

การหายีสต์และรา ด้วยแผ่น 3M ทำการเตรียมตัวอย่างปริมาณ 10 กรัมในสารละลายโซดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.9 ปริมาตร 90 มิลลิลิตร จะมีความเข้มข้นในอัตราส่วน 1:10 แล้วทำการเจือจางให้ แล้วทำการเจือจางให้ได้อัตราส่วนตามความเหมาะสม โดยใช้สารละลายโซเดียคลอไรด์เป็น diluent แล้วปิเปตสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างๆ อย่างละ 1 มิลลิลิตร ลงในแผ่น 3M ปิดด้วยฟิล์มจากนั้นใช้พิมพ์กดลงบนแผ่นฟิล์มให้มีลักษณะตามรูปพิมพ์ แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในลักษณะหงายแผ่น เป็นเวลา 72-120 ชั่วโมง แล้วตรวจนับจำนวนโคโลนีในแผ่น 3M รายงานค่าในหน่วย CFU/g ซึ่งวิธีการเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 4.26

ภาพที่ 4.26 การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา

- ปริมาณโปรตีน (Crude protein content) (AOAC, 2000)

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl โดยเริ่มจากบดตัวอย่างจิ้งหรีดให้ละเอียด ทำการชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน แล้วเริ่มขั้นตอนย่อยตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างไปใส่ใน digestion tube เติมคอปเปอร์ซัลเฟต โซเดียมซัลเฟต และกรดซัลฟูริกเข้มข้น แล้วทำการย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียสจนสารละลายตัวอย่างใส (ใช้เวลาประมาณ 30 นาที) แล้วจึงเติมน้ำกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร แล้วนำ digestion tube ไปใส่ในเครื่องกลั่น จากนั้นทำการกลั่นแอมโมเนียโดยเติม sodium hydroxide ความเข้มข้นร้อยละ 50 ลงในหลอดเพื่อทำปฏิกิริยากับเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ได้จากการย่อยตัวอย่างได้เป็นก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งจะถูกจับด้วยสารละลายกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 โดยกลั่นให้ได้สารละลายปริมาตร 20 มิลลิลิตร แล้วจึงนำไปหยดเมทิลเรดเพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ก่อนนำไปไทเทรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน 0.1 นอร์มัล จดปริมาตรสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง และนำไปคูณกับ Kjeldahl factor (N x 6.25) ซึ่งค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนในโปรตีนที่มาจากสัตว์ จะได้เป็นค่าปริมาณโปรตีนสกัดหยาบ

ตารางที่ 4.3 คุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้งหรือผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ได้จากส่วนผสมที่ผ่านการอบแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ค่า a_w		จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด		ยีสต์และรา		อ้างอิง
		ค่าที่วัดได้	ค่าที่วัดได้	มาตรฐาน มผช.	ค่าที่วัดได้	มาตรฐาน มผช.	ค่าที่วัดได้	มาตรฐาน มผช.	
1	กล้วยตาก	25.36 ± 0.52	0.640 ± 0.002	0.850	1.9×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	50 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	มผช.๑๑๒/ ๒๕๕๘
2	กล้วยหนึบ	23.36 ± 0.36	0.594 ± 0.001	0.850	200 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	70 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	มผช.๑๑๒/ ๒๕๕๘

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ค่า a_w		จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด		ยีสต์และรา		อ้างอิง
		ค่าที่วัดได้	ค่าที่วัดได้	มาตรฐาน มผช.	ค่าที่วัดได้	มาตรฐาน มผช.	ค่าที่วัดได้	มาตรฐาน มผช.	
3	จิ้งหรีด	9.20 ± 0.04	0.603 ± 0.005		1.15×10^9 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	30 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	มผช.๗๒๑/ ๒๕๔๘ จิ้งหรีดทอด

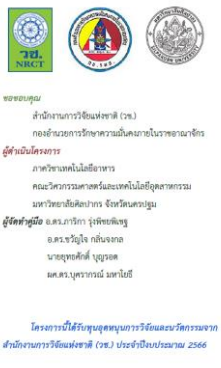
ทั้งนี้ เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในตัวอย่างจิ้งหรีดอบแห้งจากระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม พบว่ามีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 68 กรัมต่อจิ้งหรีดอบแห้ง 100 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณโปรตีนที่สอดคล้องกับงานวิจัยของสุภกาญจน์ พรหมขันธ์และคณะ (2563) ที่รายงานปริมาณโปรตีนในจิ้งหรีดพันธุ์ทองแดงลาย (สะดิ้ง) ไว้ที่ 63 กรัมต่อจิ้งหรีดอบแห้ง 100 กรัม อย่างไรก็ตามจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีปริมาณสูง สามารถลดได้ในกระบวนการเตรียมวัตถุดิบก่อนการอบแห้ง โดยการต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำไปอบแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม หรือใช้การนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 40 นาที ตามรายงานของสุภกาญจน์ พรหมขันธ์ และคณะ (2563) จะทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเหลือน้อยกว่า 250 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4.8 ผลการดำเนินงานการจัดทำคู่มือการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ผู้ดำเนินโครงการได้จัดทำคู่มือการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมกับการอบแห้งสินค้าเกษตรและการดูแลรักษา (ภาพที่ 4.27) โดยมีเนื้อหาประกอบด้วย

- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม: ส่วนประกอบหลักการทำงาน และขนาดของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
- การติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
- ตัวอย่างการแปรรูปสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
  - การแปรรูปกล้วยหนึบแท่งพลังงานแสงอาทิตย์
  - การแปรรูปกล้วยม้วนอบแห้งแท่งพลังงานแสงอาทิตย์
  - การแปรรูปกล้วยตากพลังงานแสงอาทิตย์
  - การแปรรูปผงกล้วยน้ำว้าดิบพลังงานแสงอาทิตย์
  - การแปรรูปแผ่นข้าวแต๋นน้ำแตงโมด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
  - การแปรรูปข้าวเกรียบมันม่วงพลังงานแสงอาทิตย์
  - การแปรรูปฝรั่งแช่อิ่มอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
  - การแปรรูปมะม่วงกวนพลังงานแสงอาทิตย์
  - การแปรรูปจิ้งหรีดอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
  - การแปรรูปชาสมุนไพรอบแห้ง
- ข้อแนะนำในการเก็บตัวอย่างแห้ง และการวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของตัวอย่าง
- การดูแล และบำรุงรักษาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
- ข้อควรระวังในการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ปกหน้า



ปกหลัง

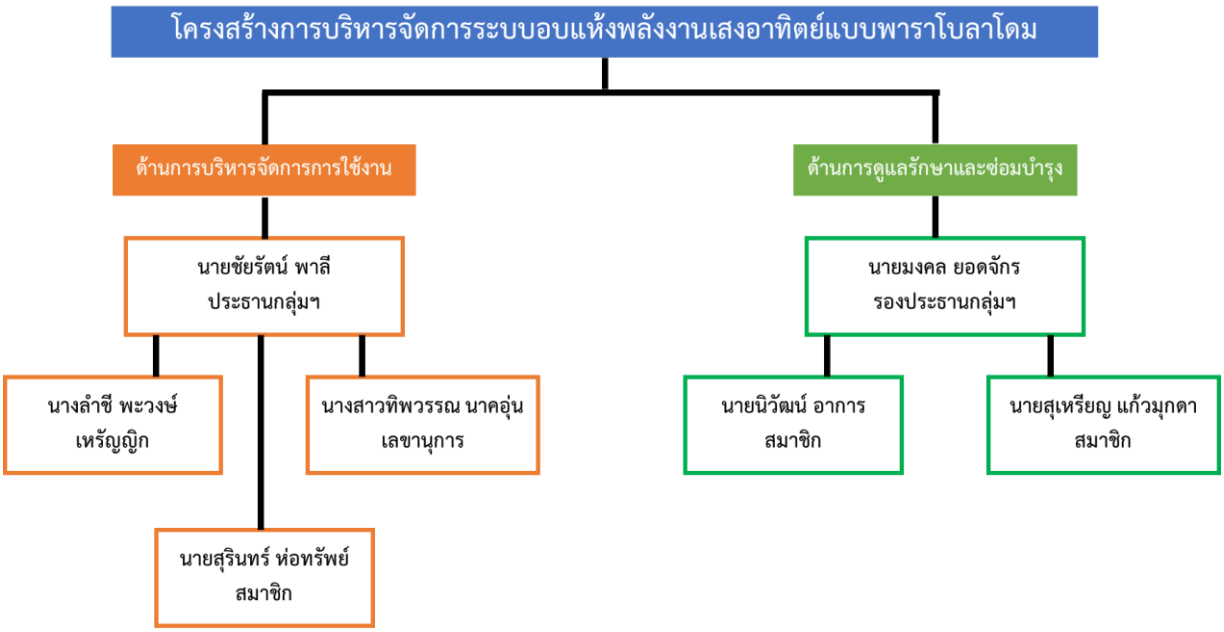
ภาพที่ 4.27 คู่มือการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมกับการอบแห้งสินค้าเกษตรและการดูแลรักษา

4.9 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างการแปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีเดิม กับการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ตำบลศรีแก้ว อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ เดิมมีรายได้หลักจากการขายผลไม้สดที่ปลูกในพื้นที่ได้แก่ กล้วย ฝรั่งกิมจู มะม่วงน้ำดอกไม้และผลิตภัณฑ์แปรรูปได้แก่ กล้วยฉาบ ฝรั่งแช่บ๊วย มะม่วงกวน และน้ำสมุนไพร ภายใต้แบรนด์ “จินเดลี่” โดยมีโครงสร้างบริหารของกลุ่มฯ ดังนี้

1.นายชัยรัตน์ พาลี	ประธานกลุ่มฯ
2.นายมงคล ยอดจักร์	รองประธานกลุ่มฯ และประชาสัมพันธ์
3.นางสาวทิพวรรณ นาคอุ่น	เลขานุการและปฏิคม
4.นางลำชี พะวงษ์	เหรัญญิก
5.นางสาวบุญญาพร รักษาวงษ์	ที่ปรึกษา

และเมื่อได้รับระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติร่วมกับ กอ.รมน. ทางกลุ่มได้แบ่งหน้าที่ตามโครงสร้างการบริหารจัดการระบบอบแห้งฯ ดังภาพที่ 4.28



ภาพที่ 4.28 โครงสร้างการบริหารจัดการระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร

เนื่องจากในช่วงเวลาที่ติดตั้งระบบอบแห้งฯ เสร็จเรียบร้อยและพร้อมใช้งานไม่ใช่ช่วงฤดูกาลที่มีผลผลิตมะม่วง และผลผลิตฝรั่งในสวนยังไม่โตเต็มที่ ทำให้ในการจัดอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรด้วยระบบอบแห้งฯ สมาชิกยังไม่มีโอกาสได้ทดลองผลิตมะม่วงกวนอบแห้งโดยใช้ระบบ

อบแห้งฯ อย่างไรก็ตาม สมาชิกได้เรียนรู้กระบวนการฝรั่งแช่อิ่มอบแห้ง และทดลองตากจิ้งหรีดอบแห้งโดยใช้ระบบอบแห้งฯ ในเบื้องต้น รวมถึงได้ฝึกแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกล้วยน้ำว้า ได้แก่ กล้วยตาก กล้วยหนึบ กล้วยแผ่นม้วน และผลกล้วยน้ำว้าดิบ ทำให้ทางกลุ่มฯ ตัดสินใจที่จะทดลองผลิตกล้วยตาก กล้วยหนึบ กล้วยแผ่นม้วน และผงกล้วยน้ำว้าดิบออกจำหน่าย ในระหว่างที่รอเข้าสู่ฤดูกาลเก็บเกี่ยวฝรั่งสดและมะม่วง

ในช่วงทดลองผลิต ทางกลุ่มฯ ได้ใช้ผลผลิตกล้วยน้ำว้าที่มีการเพาะปลูกในพื้นที่รวมถึงมีการรับซื้อจากเกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียงในราคา 10 บาทต่อกิโลกรัม ตั้งแต่หลังการอบรมฯ ได้รับกล้วยน้ำว้าดิบมาทำการผลิตทั้งหมด 1,451 กิโลกรัม โดยแบ่งผลิตเป็นสินค้ากล้วยตากชนิดกลม กล้วยตากชนิดแบน กล้วยหนึบ และผงกล้วยน้ำว้าดิบ (ภาพที่ 4.29) และออกจำหน่ายตามตลาดท้องที่รวมถึงออกงานจำหน่ายสินค้าของทางราชการ โดยมีราคาจำหน่าย ดังต่อไปนี้

1. กล้วยหนึบ ขนาด 100 กรัม บรรจุซองตั้งซิปล็อค ราคา 25 บาท
2. ผงกล้วยน้ำว้าดิบ ขนาด 100 กรัมบรรจุซองตั้งซิปล็อค ราคา 50 บาท
3. กล้วยตากทับแบน บรรจุกล่องพลาสติก ราคา 20 บาท
4. กล้วยตากทับแบน ขนาด 250 กรัม บรรจุกล่องพลาสติก ราคา 50 บาท
5. กล้วยตากกลม/ทับแบน ขนาด 250 กรัม บรรจุซองตั้งซิปล็อค ราคา 50 บาท
6. กล้วยตากกลม/ทับแบน ขนาด 500 กรัม บรรจุซองตั้งซิปล็อค ราคา 100 บาท

ทางกลุ่มฯ มีการทำทะเบียนคุมสินค้า เพื่อตรวจนับจำนวนผลิตและจำนวนจำหน่ายทุกครั้งที่มีการออกขายตามสถานที่ต่างๆ และมีการจัดทำบัญชีรายรับรายจ่ายโดยเหรัญญิกเป็นผู้จัดทำ และมีประธานกลุ่มฯ ทำการตรวจทานโดยตั้งแต่เริ่มทำการผลิตเพื่อจำหน่ายพบว่าสินค้าที่มียอดจำหน่ายสูงสุดได้แก่ สินค้ากล้วยตากกลม/ทับแบน ขนาด 250 กรัม รองลงมาได้แก่ สินค้ากล้วยหนึบ ขนาด 100 กรัม สินค้ากล้วยตากกลม/ทับแบน ขนาด 500 กรัม ปัจจุบันทางกลุ่มมีรายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งด้วยระบบอบแห้งฯ ประมาณ 15,000 บาท

เมื่อเปรียบเทียบการดำเนินการของกลุ่มวิสาหกิจฯ ก่อนและหลังได้รับระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม พบว่าเมื่อกลุ่มวิสาหกิจฯ ได้รับระบบอบแห้งฯ แล้ว สามารถผลิตสินค้าเพื่อจำหน่ายหลากหลายชนิดขึ้น จากเดิมกลุ่มวิสาหกิจฯ มีสินค้าหลักคือผลผลิตสด ได้แก่ ฝรั่งสด มะม่วงสด และมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ฝรั่งแช่บ๊วย มะม่วงกวนแผ่น รวมถึงมีการผลิตกล้วยฉาบ น้ำสมุนไพร แต่เมื่อได้รับระบบอบแห้งฯ สามารถผลิตสินค้าแปรรูปจากกล้วยได้เพิ่มขึ้น ซึ่งเพิ่มความหลากหลายให้แก่ผู้บริโภคและสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเพิ่มขึ้น ซึ่งในการผลิตสินค้าแปรรูปจากกล้วยเพื่อจำหน่าย เกิดการสร้างงานในชุมชนและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรภายในพื้นที่ เนื่องจากกลุ่มวิสาหกิจฯ ได้รับซื้อกล้วยจากเกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียง รวมถึงเกิดองค์ความรู้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ด้วยระบบอบแห้งฯ ให้กับสมาชิกกลุ่มฯ และกลุ่มวิสาหกิจฯ

สามารถเป็นศูนย์การเรียนรู้ฯ เพื่อให้หน่วยงานเข้ามาเรียนรู้กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยการใช้ระบบอบแห้งฯ ได้

ภาพที่ 4.29 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคนรักษ์เกษตร จ.ศรีสะเกษ

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

โครงการนี้ได้ดำเนินการติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก ที่มีขนาดกว้าง 6 เมตร x ยาว 8.2 เมตร ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนศนรักษ์เกษตร หมู่ที่ 9 ตำบลศรีแก้ว อำเภอศรีรัตนะ จังหวัดศรีสะเกษ เพื่อใช้ในการแปรรูปสินค้าเกษตรและได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการแปรรูปสินค้าเกษตร พร้อมให้คำปรึกษาในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง

การติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในพื้นที่ล่าช้ากว่าแผนกำหนด เนื่องจากในช่วงเดือนกันยายน ณ พื้นที่เป้าหมายประสบปัญหาสภาพอากาศไม่เหมาะสม มีลมพายุและฝนตกต่อเนื่อง แต่เมื่อสภาพอากาศกลับเข้าสู่ปรกติ ทีมติดตั้งได้เข้าติดตั้งระบบอบแห้งฯ และเมื่อได้ติดตั้งระบบอบแห้งฯ เรียบร้อย กลุ่มวิสาหกิจฯ สามารถใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการผลิตกล้วยตาก กล้วยหนึบ กล้วยแผ่นม้วน และผงกล้วยน้ำว้าดิบเพื่อจำหน่ายเป็นสินค้าได้ ซึ่งเป็นสินค้าที่ได้จากการเข้าร่วมการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีฯ และเป็นสินค้าที่ผลิตระหว่างรอฤดูกาลมะม่วงและฝรั่งออกผลิตผล ก่อนจะนำผลผลิตมาทดลองผลิตและจำหน่ายตามวัตถุประสงค์ของการขอรับการสนับสนุนระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ทำให้ในระหว่างติดตามผลการดำเนินโครงการ กลุ่มวิสาหกิจฯ มีรายได้จากเดิมเพิ่มขึ้น 15,000 บาท เกิดการสร้างงานและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรชุมชน เนื่องจากได้รับซื้อผลผลิตกล้วยจากเกษตรกรภายในพื้นที่

จากผลการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สินค้าจากระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยตากและกล้วยหนึบมีคุณภาพผ่านมาตรฐาน ขณะที่ผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดอบแห้งยังมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่ามาตรฐานอยู่ อย่างไรก็ตามค่ามาตรฐานที่ใช้อ้างอิงเป็นค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดทอด ซึ่งอาจกำหนดให้มีปริมาณต่ำเนื่องจากกระบวนการผลิตใช้ความร้อนที่สูงกว่าการอบแห้ง ซึ่งทางผู้ดำเนินโครงการได้ให้คำแนะนำในการผลิตเพื่อช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น รวมถึงให้คำแนะนำในการปรับขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพมากขึ้น ในช่วงต้นของการใช้ระบบอบแห้งฯ เพื่อแปรรูปสินค้าเกษตร เนื่องจากสมาชิกกลุ่มฯ ยังขาดความเชี่ยวชาญในการพิจารณาระดับการสุกของวัตถุดิบและระดับความแห้งของผลิตภัณฑ์ในระหว่างอบแห้ง แต่เมื่อคณะผู้วิจัยฯ ได้ให้คำแนะนำและเดินทางไปติดตามผลในช่วงท้ายของโครงการ พบว่ากลุ่มวิสาหกิจฯ มีความเชี่ยวชาญเพิ่มมากขึ้น ผลิตของเสียน้อยลงแต่ยังคงประสบปัญหาด้านการตลาด ทั้งนี้ผู้ดำเนินโครงการยังคงให้คำแนะนำแก่กลุ่มฯ ในการผลิตมะม่วงกวนอบแห้ง และฝรั่งแช่บ๊วยอบแห้งเมื่อทางกลุ่มฯ มีวัตถุดิบพร้อมในการผลิต เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ของผลิตภัณฑ์อบแห้งของวิสาหกิจฯ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรให้มีการสนับสนุนต่อเนื่องในด้านหลักการผลิตอาหารที่ดี (จี เอ็ม พี) หรือหลักการสุขาภิบาลที่ดี (จี เอช พี) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานและขยายตลาดให้กว้างขึ้น

2. ควรสนับสนุนส่งเสริมด้านการหาตลาด เพื่อส่งเสริมการขายซึ่งจะสร้างรายได้ที่ยั่งยืนให้กับกลุ่มฯ ได้ โดยการทำการตลาดออนไลน์ ผ่านสื่อโซเชียลและแพลตฟอร์มขายสินค้าออนไลน์ต่างๆ และออฟไลน์โดยการหาตลาดในพื้นที่เพิ่มเติม

บรรณานุกรม

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2545). เคมีอาหาร. สำนักพิมพ์ โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพมหานคร. หน้า 21.

บุศรากรณ์ มหาโยธี. (2557). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาและประเมินศักยภาพผลิตภัณฑ์อบแห้งของประเทศไทย. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม. 189 หน้า.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์ กล้วยอบแห้ง มผช.๑๑๒/๒๕๕๘ https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0112_58(%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2%E0%B8%AD%E0%B8%9A).pdf

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์ ผลไม้แห้ง มผช.๑๓๖/๒๕๔๖ http://otop.dss.go.th/attachments/article/100/CF%2083%20(E1).pdf

สุภกาญจน์ พรหมขันธ์ สุกัญญา สายธิ และชนิษฏา วงศ์บาสก์. (2563). ผลของสภาวะอบแห้งและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดอบกรอบ. แก่นเกษตร, 48(1) หน้า 1-12.

เสริม จันทร์ฉาย. (2554). รายงานโครงการนำร่องส่งเสริมระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกสำหรับชุมชน 2554: ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม. 169 หน้า.

Janjai, S., Intawee, P., Kaewkiew, J., Sritus, C., Khamvongsa, V. (2011). A large-scale solar greenhouse dryer using polycarbonate cover: Modeling and testing in a tropical environment of Lao People's Democratic Republic. Renewable Energy, 36 (3), 1053-1062.

Komonsing, N., Tholha, W., Boonrod, Y., Khuwijitjaru, P., Janjai, S. and Mahayothee, B. (2017). Effect of drying temperatures and drying methods on color of dried turmeric slices. In The 44th National Graduate Research Conference "Graduate Research Driven Thailand 4.0",19-20 October 2017. U-Place Hotel, Ubon Ratchathani, Thailand. (Proceeding).

Krungkaew, S., Kingphadung, K., Kwonpongsagoon, S., Mahayothee, B. (2020). Costs and benefits of using parabolic greenhouse solar dryers for dried herb products in Thailand. International Journal of GEOMATE, 18(67), 96-101.

Kwianwong, C., Boonrod, Y., Youngsaad, W., Mahayothee, B., Khuwijitjaru, P. and Janjai, S. (2016). 5,7-dimethoxyflavone content in solar dried Krachaidum. The 20th International Drying Symposium (IDS 2016) 7-10 August 2016, Gifu university, Gifu, Japan.

Mahayothee, B., Noypan, K., Thamsala, T., Boonrod, Y., Khuwijitjaru, P. and Janjai., S. (2017). Effect of drying methods on antioxidant capacity and phenolic compounds in nut grass tuber Cyperus rotundus Linn. Second Nordic Baltic Drying Conference, 7-9 June, 2017, Hamburg, Germany.

Mahayothee, B., Thamsala, T., Khuwijitjaru, P. and Janjai, S. (2020). Effect of drying temperature and drying method on drying rate and bioactive compounds in cassumunar ginger (*Zingiber montanum*). Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 18, 100262.

Saetiew, S., Mahayothee, B., Khuwijitjaru, P., Keowmaneechai, E. and Janjai, S. Bioactive compounds retention in solar dried germinated parboiled brown rice. The 20th International Drying Symposium (IDS2016), Gifu, Japan, 7-10 August 2016.

Udomkun, P., Romuli, S., Schock, S., Mahayothee, B., Sartas, M., Njukwe, E., Wossen, T., Vanlauwe, B. and Müller, J. (2020). Review of solar dryers for agricultural products in Asia and Africa: An innovation landscape approach. Journal of Environmental Management, 268, 10730.

ประวัตินักวิจัย

- หัวหน้าโครงการ

ชื่อ – สกุล อาจารย์ ดร.ภาริกา รุ่งพิชยพิเชฐ (ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร)

หน่วยงาน ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร อ. เมืองนครปฐม จ. นครปฐม

โทรศัพท์ 091 054 6283

E-mail address: parika_rung@yahoo.com

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 466 ม.งามเจริญโครงการ 4 ถ.อนามัยงามเจริญ ท่าข้าม บางขุนเทียน กทม.

- ผู้ร่วมโครงการ

(1) ชื่อ–สกุล อาจารย์ ดร.ขวัญใจ กลิ่นจงกล (ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร)

หน่วยงาน ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม

โทรศัพท์ 085 380 7328 โทรสาร 034 272196

Email address: kkhwanjai@gmail.com

ที่อยู่ปัจจุบัน 128/292 ซ.10 หมู่บ้านเดอะโค้ด หมู่ที่ 5 ต.ลำพยา อ.เมืองนครปฐม จ.นครปฐม

(2) ชื่อ – สกุล นายยุทธศักดิ์ บุญรอด
(นักวิทยาศาสตร์ด้านระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม)

หน่วยงาน ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อ. เมือง จ. นครปฐม

โทรศัพท์ 089 891 4651

E-mail address: yutthasakb@gmail.com

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 44 หมู่ที่ 7 ต.หนองปากโลง อ.เมืองนครปฐม จ.นครปฐม

-ที่ปรึกษาโครงการ

ชื่อ – สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี

หน่วยงาน ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร อ. เมือง จ. นครปฐม

โทรศัพท์ 089 499 6290 โทรสาร 034 272196

E-mail address busarakornm@yahoo.com

ที่อยู่ปัจจุบัน 340/449 หมู่บ้านมหามงคล ถนนพุทธมนฑลสาย 2 กทม.