



คู่มือ

การใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
แบบพาราโบลาโดมกับการแปรรูปสินค้าเกษตร
และการดูแลรักษา



ผศ.ดร.บุศราภรณ์ มหาโยธี อ.ดร.ศรารุช ภูไพบิจิตรกุล

รศ.ดร.ปราโมทย์ คูวิจิตรจากรู

อ.ดร.ภาريكا รุ่งพิชยพิเชษฐ นายยุทธศักดิ์ บุณอรอด

มหาวิทยาลัยศิลปากร

คำนำ

คู่มือเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเพิ่มสมรรถนะของ
เกษตรกรในการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาสร้างคุณค่าด้วยการทำ
เกษตรแปรรูปโดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ
พาราโบลาโดม ซึ่งกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายใน
ราชอาณาจักร (กอ.รมน.) โดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้
มอบหมายให้มหาวิทยาลัยศิลปากรนำองค์ความรู้และนวัตกรรม
ด้านระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม และการ
ใช้งาน ไปถ่ายทอดและขยายผลให้แก่พื้นที่เป้าหมายจำนวน 6 แห่ง
ที่ได้เสนอขอความต้องการใช้งานองค์ความรู้นี้ในการพัฒนาการ
แปรรูปผลิตผลทางการเกษตรในท้องถิ่น ผ่าน กอ.รมน. และ วช.
ทั้งนี้พื้นที่เป้าหมายในการดำเนินงานได้แก่ที่ ตำบลท่าผา จังหวัด
ราชบุรี ตำบลหนองโสน จังหวัดพิจิตร ตำบลป่าชะ จังหวัด
นครนายก ตำบลท่าข้าม จังหวัดตรัง ตำบลสิงห์ จังหวัดกาญจนบุรี
และตำบลโคกสะอาด จังหวัดชัยภูมิ เนื้อหาของคู่มือนี้เกี่ยวกับ
ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม การติดตั้ง
การดูแล การบำรุงรักษา และการใช้งานระบบอบแห้งพลังงาน
แสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการตากแห้งสินค้าเกษตรต่างๆ
ทั้งนี้ผู้ดำเนินโครงการขอขอบคุณ กอ.รมน. และ วช. ที่ได้มอบหมาย
ให้มหาวิทยาลัยศิลปากรดำเนินงานนี้

สารบัญ

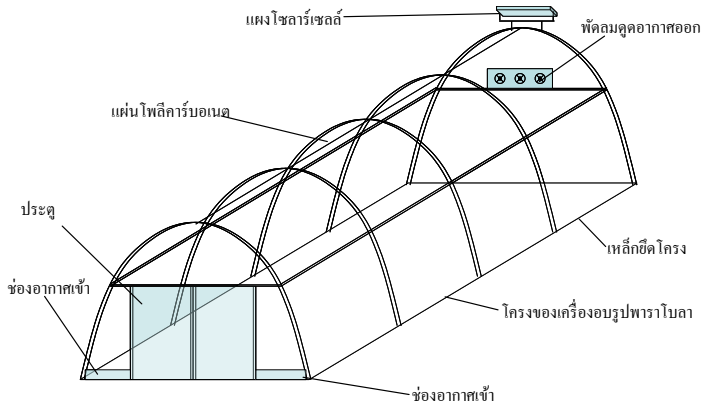
มารู้จักระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลา โดมกันเถอะ	1
หลักการทำงานของระบบอบแห้งฯ	2
ขนาดของระบบอบแห้งฯ	4
การติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ พาราโบลาโดม	7
เกร็ดความรู้วิธีการใช้งานระบบอบแห้งพลังงาน แสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมในการตากแห้ง สินค้าเกษตร	11
การแปรรูปกล้วยหีบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	11
การแปรรูปกล้วยม้วนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	15
การแปรรูปกล้วยตากพลังงานแสงอาทิตย์	18
การแปรรูปผงกล้วยน้ำว้าดิบพลังงานแสงอาทิตย์	21
การแปรรูปแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมด้วยระบบอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม	24
ระยะเวลาการตากแห้งสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม	27
การดูแลและบำรุงรักษาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบพาราโบลาโดม	29
การดูแลรักษาภายในระบบอบแห้งฯ	29
การดูแลรักษาภายนอกระบบอบแห้งฯ	31
ข้อควรระวังในการใช้งานระบบอบแห้งพลังงาน แสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม	33

สารบัญ

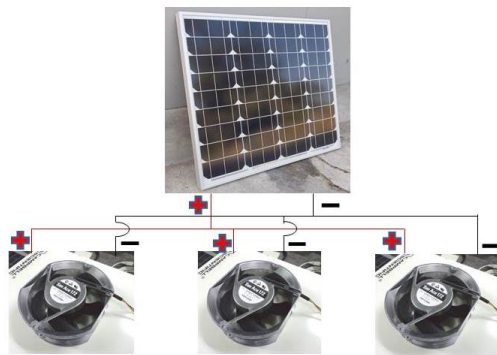
ข้อแนะนำในการเก็บตัวอย่างแห้งและการวัดค่าวอเตอร์	
แอกติวิตี้ของตัวอย่าง	34
ตัวอย่างผลการดำเนินงานถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่	
กลุ่มเป้าหมาย	35
การเรียนรู้ออนไลน์ และแนวทางการเป็นนักธุรกิจชุมชน	37
บรรณานุกรม	39

มารู้จักระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบพาราโบลาโดมกันเถอะ

ส่วนประกอบของระบบอบแห้งฯ



(ก)



(ข)

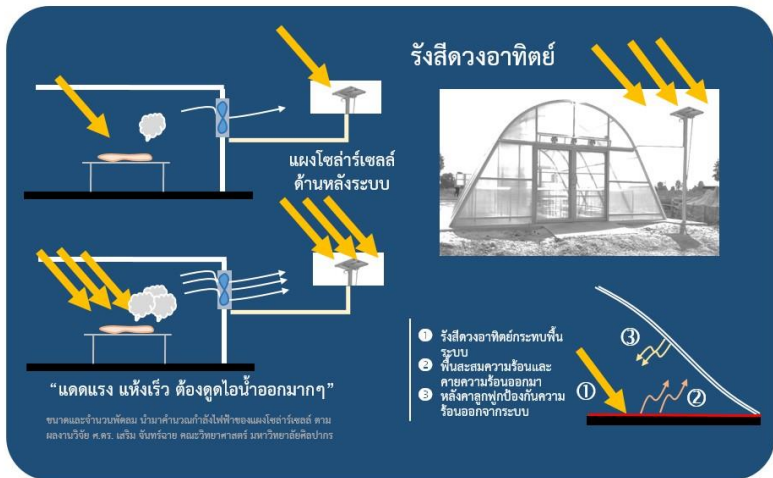
ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม (ก)
และผังการทำงานของพัดลมและแผงโซลาร์เซลล์ (ข)

ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมมีโครงสร้างแบบเรือนกระจก โค้งรูปทรงพาราโบลา มีฐานเป็นพื้นคอนกรีต ปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตซึ่งโปร่งใส ทำให้เกิดผลเรือนกระจก (greenhouse effect) (ภาพที่ 1 ก) และในการระบายอากาศขึ้นจากภายในระบบอบแห้งออกสู่ภายนอก ใช้การติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ทำงานด้วยกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ที่ด้านหลังของระบบอบแห้ง (ภาพที่ 1 ข) โดยแผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้เป็นชนิดโมโนคริสตัลไลน์ ขนาดกำลังไฟฟ้า 60 วัตต์ จำนวน 1 แผง ต่อการทำงานของพัดลมกระแสตรงแบบ axial fan ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ขนาดกำลังไฟฟ้า 14.4 วัตต์ จำนวน 3 ตัว สำหรับระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก

หลักการทำงานของระบบอบแห้งฯ

เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบบนระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม จะส่งผ่านแผ่นวัสดุโปร่งใสชนิดโพลีคาร์บอเนตเข้าไปยังอากาศภายในระบบอบแห้ง ผลลัพธ์ที่วางบนตะแกรงและบางส่วนจะตกกระทบบนพื้นคอนกรีต เกิดการดูดซับ การสะท้อน และการสะสมของรังสีอินฟราเรดจากแสงอาทิตย์ภายในระบบอบแห้ง ทำให้ภายในระบบอบแห้งมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ดังนั้นน้ำในผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับความร้อนนี้ จะระเหยออกจากชั้นผลิตภัณฑ์ไปสู่อากาศรอบๆ ภายในระบบอบแห้ง ทำให้เกิดอากาศร้อนขึ้น ซึ่งความชื้นนี้จะถูกดูดออกไปภายนอกระบบอบแห้ง เพื่อให้ประสิทธิภาพของการกำจัดน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ดีขึ้น โดยทำการ

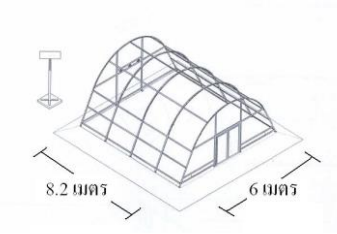
ระบายความชื้นจากภายในระบบอบแห้งออกสู่อากาศแวดล้อมภายนอกด้วยการติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ด้านหลังของระบบอบแห้ง ซึ่งพัดลมนี้ทำงานด้วยกระแสไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ นอกจากนี้ยังมีการเปิดช่องว่างด้านหน้าระบบอบแห้งเพื่อให้อากาศแวดล้อมใหม่ไหลผ่านช่องอากาศด้านหน้าเข้ามาแทนที่อากาศภายในระบบอบแห้ง (ภาพที่ 2) ทำให้ความชื้นภายในผลิตภัณฑ์ค่อยๆ ลดลง ผลิตภัณฑ์จึงแห้งเร็วกว่าการตากแดดตามธรรมชาติ ที่ไม่มีการบังคับการไหลเวียนของอากาศด้วยการใช้พัดลม และการเปิดช่องอากาศด้านหน้า นอกจากนี้ระบบอบแห้งแบบนี้เป็นระบบปิด สามารถป้องกันแมลง สิ่งปนเปื้อนต่างๆ และฝนได้



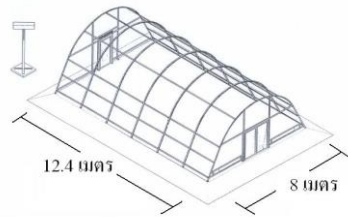
ภาพที่ 2 แผนผังการทำงานของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาล้อม

ขนาดของระบบอบแห้งฯ

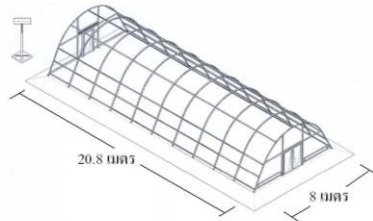
ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมเป็นไปตามแบบมาตรฐานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน มีหลายขนาดได้แก่ระบบอบแห้งขนาดเล็ก มีขนาดกว้าง 6.0 เมตร ยาว 8.2 เมตร และปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตจำนวน 4 แผ่น ซึ่งสามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ครั้งละประมาณ 300 กิโลกรัม ระบบอบแห้งขนาดกลาง มีขนาดกว้าง 8.0 เมตร ยาว 12.4 เมตร และปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตจำนวน 6 แผ่น ซึ่งสามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ครั้งละประมาณ 500 - 600 กิโลกรัม และระบบอบแห้งขนาดใหญ่ มีขนาดกว้าง 8.0 เมตร ยาว 20.8 เมตร และปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตจำนวน 12 แผ่น ซึ่งสามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ครั้งละประมาณ 1,000 กิโลกรัม (ภาพที่ 3) นอกจากนี้ปัจจุบันมหาวิทยาลัยศิลปากรได้พัฒนาระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบคริวเรือน ขนาดกว้าง 1.8 เมตร x ยาว 2.1 เมตร ที่มีความสามารถอบแห้งผลิตภัณฑ์ได้ครั้งละประมาณ 30 กิโลกรัม (ภาพที่ 4) และระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม ขนาดกว้าง 3 เมตร x ยาว 6.2 เมตร สำหรับกลุ่มเกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัดในการติดตั้งระบบอบแห้งฯ หรือมีผลผลิตจำนวนไม่มาก (ภาพที่ 5)



ก. ระบบขนาดเล็ก



ข. ระบบขนาดกลาง



ค. ระบบขนาดใหญ่

ภาพที่ 3 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่



ภาพที่ 4 ระบบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบครวีเรื่อน
ขนาดกว้าง 1.8 เมตร x ยาว 2.1 เมตร



ภาพที่ 5 ระบบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม
ขนาดกว้าง 3 เมตร x ยาว 6.2 เมตร

การติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบพาราโบลาโดม

การติดตั้งระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมประกอบด้วย

- 1) การสำรวจ และคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบอบแห้งฯ ซึ่งในการคัดเลือกพื้นที่ควรเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง ได้รับแสงแดดทั้งวัน ไม่มีต้นไม้สูงใหญ่ ที่จะส่งผลให้เกิดการบังร่มเงาภายในระบบอบแห้งฯ และเป็นพื้นที่ที่น้ำท่วมไม่ถึง มีระดับที่สม่ำเสมอ ไม่เอียง
- 2) การเทพื้นคอนกรีตเพื่อเป็นฐานในการสะสมความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการที่จะถ่ายเทพลังงานความร้อนให้แก่อากาศภายในระบบอบแห้งฯ ทำให้ระบบอบแห้งฯ มีอุณหภูมิสูงกว่าบรรยากาศปกติ และ
- 3) การติดตั้งโครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม ในการเทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับเป็นฐานของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมจะปรับพื้นที่ให้มีระดับที่สม่ำเสมอ จากนั้นทำการตีแบบ ผูกเหล็กเส้นวางท่อระบายน้ำ เทพื้นคอนกรีตพร้อมโรยฝุ่นดำและขัดบริเวณผิวหน้า ดังภาพที่ 6 โดยสำหรับระบบอบแห้งฯ ขนาดเล็ก ที่มีความกว้างของระบบอบแห้งฯ 6 เมตร และยาว 8.2 เมตร จะทำการเทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดกว้าง 7.0 เมตร ยาว 9.2 เมตร และมีความหนา ไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร และสำหรับระบบอบแห้งฯ

ขนาดกลางที่มีความกว้างของระบบบอบแห้งฯ 8 เมตร และยาว 12.4 เมตร จะทำการเทพื้นคอนกรีต เสริมเหล็กขนาดกว้าง 9.0 เมตร ยาว 13.9 เมตร และมีความหนา ไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร



1. การตีแบบ ผูกเหล็กเส้น วางท่อระบายน้ำ



2. เทพื้นคอนกรีตพร้อมโรยปูนดำ และขีดบริเวณผิวหน้า



3. พื้นคอนกรีตที่เป็นฐานของระบบบอบแห้งพลังงาน

ภาพที่ 6 การเทพื้นคอนกรีตที่เป็นฐานของระบบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาคิว

สำหรับขั้นตอนในการติดตั้งโครงสร้างของระบบอบแห้งฯ จะเริ่มจากการเตรียมเหล็กโครงสร้างต่างๆ และจัดเตรียมส่วนประกอบ ที่มหาวิทยาลัยศิลปากร แล้วขนส่งไปติดตั้งในพื้นที่เป้าหมาย โดย ณ พื้นที่เป้าหมายจะเริ่มจากการวัดระยะการตั้งเสาเหล็ก เมื่อได้ระยะที่แน่นอนแล้ว จะทำการติดตั้งเสาเหล็กกับโครงค้ำพาราโบลาโดยใช้ทุ๊กเจาะยึดลงบนฐานพื้นคอนกรีต และทำการตั้งโครงจนครบจำนวนตามขนาดของระบบอบแห้งฯ จากนั้นให้ทำการจับระดับเสาเหล็กกับโครงค้ำพาราโบลา ต่อไปจะทำการเชื่อมโครงแต่ละโครงเข้ากันด้วยเหล็กแปที่เตรียมมา จากนั้นทำการตัดและเชื่อมเหล็กบริเวณด้านหน้าและด้านหลังของโครงสร้างสำหรับติดตั้งประตู เมื่อทำการติดตั้งโครงเหล็กของระบบอบแห้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจะทำการติดชุด Clamping บนโครงเหล็กของระบบอบแห้งฯ แล้วปิดคลุมหลังคาด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต จากนั้นทำการติดตั้งประตูอลูมิเนียมพร้อมประตุมุ้งลวดทั้งด้านหน้าและด้านหลังของระบบอบแห้งฯ ประกอบชั้นวางผลิตภัณฑ์ ใส่ตะแกรงตาก ติดตั้งตู้แสดงอุณหภูมิภายในระบบอบแห้งฯ ในขั้นตอนสุดท้ายจะทำการติดตั้งระบบระบายอากาศ โดยตั้งเสาโซลาร์เซลล์และทำการเดินสายไฟจากแผงโซลาร์เซลล์ไปยังพัดลมดูดอากาศ สำหรับระบบอบแห้งฯ ขนาดเล็ก จะมีพัดลมดูดอากาศจำนวน 3 ตัว ในขณะที่ระบบอบแห้งฯ ขนาดกลาง จะมีพัดลมดูดอากาศจำนวน 6 ตัว ตัวอย่างขั้นตอนการติดตั้งระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม ณ พื้นที่เป้าหมาย แสดงดังภาพที่ 7



1. การติดตั้งเสาเหล็กกับโครงโค้งพาราโบลา



2. การติดชุด Clamping บนโครงเหล็กของระบบบ่อแห่งนี้ แล้วปิดคลุมหลังคาด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต



3. การติดตั้งประตูลูมิเนียมพร้อมประตูมุ้งลวดทั้งด้านหน้าและด้านหลังของระบบบ่อแห่งนี้ เปิดช่องอากาศเข้าด้านหน้า ประกอบชั้นวางผลิตภัณฑ์ ใส่ตะแกรงตาก

ภาพที่ 7 การติดตั้งระบบบ่อแห่งนี้ แบบพาราโบลาโดมขนาดเล็ก

เกร็ดความรู้วิธีการใช้งานระบบอบแห้งพลังงาน แสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโคมในการตากแห้ง สินค้าเกษตร

การแปรรูปกล้วยหนีบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การผลิตกล้วยหนีบแห้งหรือกล้วยสต๊อค์อบแห้ง ควรใช้กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน และให้ช็อกกล้วยน้ำว้าดิบแก่ มาบ่มแบบธรรมชาติ จนกระทั่งมีระดับความสุกพอเหมาะ สังเกตจากสีเปลือกเป็นสีเหลืองทั้งหวี และผลกล้วยเริ่มมีหลุดจากขั้ว แสดงดังภาพที่ 8



กล้วยน้ำว้าดิบ นำมาบ่มแบบธรรมชาติ
ให้มีระดับการสุกพอเหมาะ

ภาพที่ 8 การบ่มกล้วยด้วยวิธีธรรมชาติ และลักษณะของกล้วย
น้ำว้าสุกที่พอเหมาะสำหรับการแปรรูปกล้วยหนีบแห้ง

เมื่อได้กล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกพอเหมาะให้นำมาล้างทำความสะอาด จากนั้นสะเด็ดให้แห้ง ตัดผลกล้วยออกจากหวี ปอกเปลือก

และลอกเส้นใยด้านข้าง จากนั้นทำการหั่นตามยาว ผลละ 4 ชิ้น
นำไปเรียงบนตะแกรงตาก ทำการตากแห้งในระบบอบแห้งฯ แบบ
พาราโบลาโดมเป็นเวลา 1 วันครึ่ง ถึง 2 วัน แสดงดังภาพที่ 9



ล้างกล้วย



สะเด็ดให้แห้ง



ตัดผลออกจากหวี



ปอกเปลือกกล้วย และลอกเส้นใยด้านข้าง
ภาพที่ 9 การแปรรูปกล้วยหนึบแห้งด้วยระบบอบแห้งฯ แบบ
พาราโบลาโดม



หั่นกล้วยตามแนวยาวเป็น 4 ชั้นต่อผล



เรียงชั้นกล้วยบนตะแกรงตาก



การตากแห้ง แดดที่ 1 ในวันแรกของการตากแห้งให้นำกล้วยที่หั่นและเรียงบนตะแกรงแล้ว เข้าตากในโดมมินิตั้งแต่ 7 โมงเช้า หรือไม่ควรเกิน 8.00 น.

เย็นของการตากแห้งวันแรก ประมาณ 17.00 น ให้νωด คลุกเคล้ากล้วยก่อนเก็บใส่กล่องพลาสติก และนำไปเก็บไว้ที่ห้องผลิต

ภาพที่ 9 (ต่อ) การแปรรูปกล้วยหนึบแห้งด้วยระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม



ตากแห้งแดดที่ 2 ต่อในระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดมอีก ½ - 1 วัน



ผลิตภัณฑ์กล้วยหนีบแห้ง พร้อมสำหรับการบรรจุเพื่อจัดจำหน่าย

ภาพที่ 9 (ต่อ) การแปรรูปกล้วยหนีบแห้งด้วยระบบอบแห้งฯ
แบบพาราโบลาโดม

การแปรรูปกล้วยม้วนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การผลิตกล้วยม้วนหรือกล้วยแผ่นอบแห้ง ควรใช้กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน และให้ชื้อกล้วยน้ำว้าดิบแก่ มาบ่มแบบธรรมชาติจนกระทั่งมีระดับความสุกพอเหมาะ สังเกตจากสีเปลือกเป็นสีเหลืองทั้งหวี และผลกล้วยเริ่มมีหลุดจากขั้ว แสดงดังภาพที่ 8 ที่กล่าวไว้ก่อนหน้านี้

เมื่อได้กล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกพอเหมาะให้นำมาล้างทำความสะอาด จากนั้นสะอาดให้แห้ง ตัดผลกล้วยออกจากหวี ปอกเปลือกและลอกเส้นใยด้านข้าง จากนั้นทำการทับกล้วยให้แบน มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร นำไปเรียงบนตะแกรงตาก ทำการตากแห้งในระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดมเป็นเวลา 1 วัน ถึง 1 วันครึ่ง แสดงดังภาพที่ 10



การทับกล้วยให้แบน



การวางกล้วยแผ่นบนตะแกรงตาก



การตากแห้งในระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม 1 - 1 ½ วัน

ภาพที่ 10 การแปรรูปกล้วยม้วนด้วยระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม



กล้วยแผ่นอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์



นำกล้วยแผ่นที่แห้งแล้ว มาม้วน และบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์
หลากหลายรูปแบบ จะได้กล้วยม้วนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
ภาพที่ 10 (ต่อ) การแปรรูปกล้วยม้วนด้วยระบบอบแห้งฯ แบบ
พาราโบลาโดม

การแปรรูปกล้วยตากพลังงานแสงอาทิตย์

การผลิตกล้วยตาก ควรใช้กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน และให้ซ็อกกล้วยน้ำว้าดิบแก่ มาบ่มแบบธรรมชาติ จนกระทั่งมีระดับความสุกพอเหมาะ สังเกตจากสีเปลือกเป็นสีเหลืองทั้งหวี และผลกล้วยเริ่มมีหลุดจากขั้ว ควรใช้กล้วยสุกก่อนข้างงอม ตัดผลกล้วยออกจากหวี ปอกเปลือกและลอกเส้นใยออก เรียงกล้วยตากบนตะแกรง โดยมีระยะห่างอย่างสม่ำเสมอ เริ่มตากช่วงเช้ามืดก่อนแปดโมง และเก็บกล้วยตากใส่กล่องช่วงเย็นของวัน หรือเคล้ากล้วยและกองรวมกันไว้บนตะแกรงภายในพาราโบลาโดม นำมาตากซ้ำ และทำเช่นเดียวกับการตากวันที่ 1 ทำซ้ำๆ นาน 4-5 วัน ขึ้นกับความชื้นของแสงแดด กระบวนการแปรรูปแสดงดังภาพที่ 11



กล้วยน้ำว้าดิบ นำมาบ่มแบบธรรมชาติ ให้มีระดับการสุกพอเหมาะ



การคัดเลือกกล้วยสุกงอม และตัดผลกล้วยออกจากหวี



ปอกกล้วยและลอกเส้นใยข้างๆออก



เรียงกล้วยตากบนตะแกรง โดยมีระยะห่างอย่างสม่ำเสมอเริ่มตาก ช่วงเช้าและเก็บกล้วยใส่กล่องช่วงเย็นของวัน นำมาตากซ้ำ 4-5 วัน



แดดที่ 1

แดดที่ 2

ภาพที่ 11 การแปรรูปกล้วยตากด้วยระบบอบแห้งฯ แบบ พาราโบลาโดม



แดดที่ 3



แดดที่ 4



หากต้องการให้กล้วยตากมีลักษณะแบน ทับกล้วยด้วยฝ่ามือ และมีการล้างมือด้วยน้ำเกลือ 3% จากนั้นเก็บกล้วยใส่กล่องเป็นวันที่ 4



นำไปตากต่อจนกล้วยตากแห้งหรือมีค่าวอเตอร์แอกทวิตี้~ 0.65
ภาพที่ 11 (ต่อ) การแปรรูปกล้วยตากด้วยระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม

การแปรรูปผงกล้วยน้ำว้าดิบพลังงานแสงอาทิตย์

นำกล้วยน้ำว้าดิบแก่ มาล้างทำความสะอาด สะเด็ดน้ำให้แห้ง จากนั้นปอกเปลือกกล้วย และหั่นกล้วยตามขวางเป็นชิ้นบางๆ หนา ประมาณ 1-2 มิลลิเมตร โดยหั่นชิ้นกล้วยลงในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3 แช่นานเป็นเวลา 5 นาที นำชิ้นกล้วยขึ้น สะเด็ดน้ำ จากนั้นเรียงแผ่นกล้วยแบบชั้นเดียว ไม่ทับซ้อนกัน บนตะแกรงตากนำไปตากแห้งในระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม เป็นเวลา 1 วัน จากนั้น นำมาบดเป็นผงละเอียด และร่อนให้ผงมีขนาดสม่ำเสมอ ก็จะได้ผงกล้วยน้ำว้าดิบเพื่อการบรรจุ และจำหน่ายต่อไป ขั้นตอนการแปรรูปแสดงดังภาพที่ 12



การปอกเปลือกกล้วย



การแช่ลงในน้ำเกลือร้อยละ 3

ภาพที่ 12 การแปรรูปผงกล้วยน้ำว้าดิบด้วยระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม



หั่น หรือสไลด์บางๆ ตามขวาง ลงในน้ำเกลือ

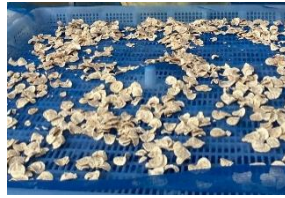


เรียงแผ่นกลัวยบนตะแกรงตาก



การตากแห้งในพาราโบลาโดม 1 วัน

ภาพที่ 12 (ต่อ) การแปรรูปผงกลัวยน้ำว่าติบด้วยระบบอบแห้ง
แบบพาราโบลาโดม



แผ่นกล้วยน้ำว้าดิบแห้ง



บดให้เป็นผงละเอียด และร่อนผ่านตะแกรง



ผงกล้วยน้ำว้าดิบ

ภาพที่ 12 (ต่อ) การแปรรูปผงกล้วยน้ำว้าดิบด้วยระบบอบแห้งแบบพาราโบลาโดม

การแปรรูปแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมด้วยระบบอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ขั้นตอนการแปรรูปแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโม แสดงรายละเอียดดัง
ภาพที่ 13

การเตรียมน้ำแดงโม



นำแดงโมไปล้างทำความสะอาด แล้วนำไปปั่น จากนั้นคั้นน้ำแดงโม



เติมส่วนผสมต่างๆ สำหรับใช้ในการทำน้ำแดงโม ได้แก่
น้ำแดงโม กะทิ และน้ำตาลทราย จากนั้นคนให้ส่วนผสมเข้ากันเป็น
เนื้อเดียว

ภาพที่ 13 การแปรรูปแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมด้วยระบบอบแห้ง
พลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

การเตรียมข้าวเหนียว



นำข้าวเหนียวแช่น้ำอย่างน้อย 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปนึ่งให้สุก



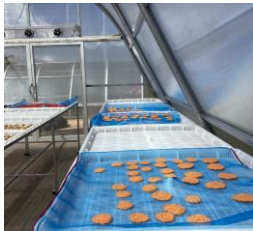
นำน้ำแดงโมที่เตรียมไว้มาใส่ในข้าวเหนียวที่นึ่งแล้ว คลุกเคล้าให้เข้ากัน ในขณะที่ข้าวเหนียวยังร้อน เพื่อให้ข้าวเหนียว ร่วนซุย พักไว้ 5 นาที เพื่อให้ข้าวเหนียวดูดน้ำแดงโม

ภาพที่ 13 (ต่อ) การแปรรูปแผ่นข้าวแต่น้ำแดงโมด้วยระบบ
อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

การตากแห้งข้าวแต่นด้วยระบบอบแห้งฯ พาราโบลาโดม



นำข้าวเหนียวที่คลุกกับน้ำแตงโมที่ได้ใส่ลงในพิมพ์ที่วางบนตะแกรง
ใช้ซ็อนกตเบาให้ผิวหน้าข้าวมีความเสมอกัน



นำข้าวแต่นที่ขึ้นรูปด้วยพิมพ์แล้วไปอบแห้งด้วยระบบอบแห้ง
พลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมจนแห้ง



ทอดแผ่นข้าวแต่นที่ผ่านการทำแห้ง

ภาพที่ 13 (ต่อ) การแปรรูปแผ่นข้าวแต่นน้ำแตงโมด้วยระบบ
อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ระยะเวลาการตากแห้งสินค้าเกษตรด้วยระบบอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

ตัวอย่างระยะเวลาที่ใช้สำหรับการตากแห้งสินค้าเกษตรด้วยระบบ
อบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม แสดงดังนี้



กล้วยตาก ใช้เวลาตาก 3-4 วัน



กล้วยหนีบแห้ง ใช้เวลาตาก 1-2 วัน



มะม่วงกวน ใช้เวลาตาก 1-2 วัน



มะเขือเทศแช่อิ่ม ใช้เวลาตาก 3 วัน



ข้าวแต๋น ใช้เวลาตาก 1-2 วัน



ข้าวฮางอก ใช้เวลาตาก 1-2 วัน



ฟัาทะลายโจร ใช้เวลาตาก 2 วัน



มะระจีนก ใช้เวลาตาก 2 วัน



ใบขลู่ ใช้เวลาตาก 1-2 วัน



มะตุม ใช้เวลาตากแห้ง 3 วัน



เนื้อแห้ง ใช้เวลาตาก 1/2-1 วัน



ปลาแห้ง ใช้เวลาตาก 1/2-1 วัน

การดูแลและบำรุงรักษาระบบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบพาราโบลาโดม

การดูแลรักษาภายในระบบบอบแห้งฯ

1. หมั่นทำความสะอาดระบบบอบแห้งฯ ก่อนและหลังจากที่ใช้งานเสร็จเรียบร้อย ได้แก่การทำความสะอาดตะแกรงวางผลิตภัณฑ์โดยการล้างด้วยน้ำยาล้างจาน แล้วทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า ตากตะแกรงให้แห้งภายในระบบบอบแห้งฯ ก่อนการใช้งาน หมั่นเช็ดทำความสะอาดชั้นวางตะแกรง ประตู กวาด และถูพื้นภายในระบบบอบแห้งฯ ถ้าพื้นสกปรกมากให้ล้างพื้น กวาดน้ำที่พื้นให้หมาดๆ แล้วทิ้งให้แห้งก่อนใช้งานในครั้งต่อไป (ภาพที่ 14)



ก.



ข.

ภาพที่ 14 ก. การกวาด ถูพื้นในระบบบอบแห้งฯ และ ข. การล้าง
ตะแกรง

2. ตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำที่เข้ามาภายในระบบอบแห้งฯ เช่น ในช่วงฝนตก หลังจากฝนหยุดตกแล้วควรมาตรวจเช็คการรั่วซึม เพื่อที่จะแก้ไขการรั่วซึมได้ทัน ถ้าทิ้งไว้นาน บริเวณดังกล่าวอาจเกิดเป็นตะไคร่น้ำบริเวณที่รั่วซึม วิธีการแก้ไขเบื้องต้นให้ใช้ซิลิโคนอุดรอยรั่วนั้น (ภาพที่ 15)



การอุดรอยรั่วซึมด้วยซิลิโคน



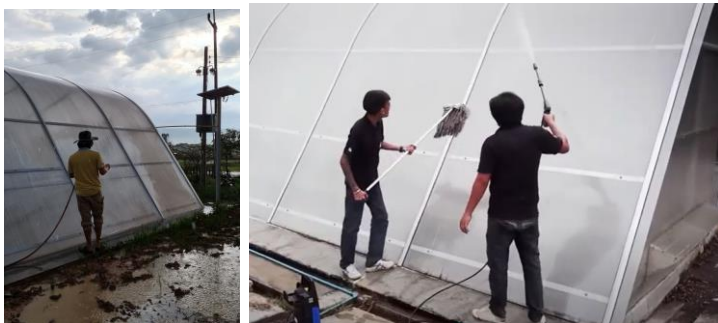
การใช้ซิลิโคนเคลือบตามแนวระหว่างแผ่นโพลีคาร์บอเนตกับพื้นปูนฐานระบบอบแห้งฯ เพื่อป้องกันการซึมเข้าของน้ำฝน

ภาพที่ 15 การใช้ซิลิโคนชนิดไร้กรดอุดรอยรั่วซึม

3. ทำความสะอาดบริเวณมุม และรอยต่อต่างๆ ภายในระบบบอบแห้งๆ เพื่อป้องกันการสะสมของเชื้อจุลินทรีย์ และอย่าให้มีน้ำขังบริเวณภายในระบบบอบแห้งๆ

การดูแลรักษาภายนอกระบบบอบแห้งๆ

1. ทำความสะอาดแผ่นโพลีคาร์บอเนต ทั้งภายในและภายนอกอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง ด้วยน้ำสะอาด โดยการฉีดน้ำจากสายยางห้ามใช้แปรงหรือวัสดุมีคมขัดแผ่นโพลีคาร์บอเนต (ภาพที่ 16)



การใช้สายยางฉีดน้ำ และผ้าถูทำความสะอาด



การใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาด

ภาพที่ 16 การทำความสะอาดแผ่นโพลีคาร์บอเนต

2. ทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์อย่างน้อย 2 ครั้งต่อเดือน โดยการใช้ผ้าสะอาดกำจัดฝุ่น จากนั้นนำผ้าไปชุบน้ำให้หมาดและเช็ดที่แผงโซลาร์เซลล์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมระบายอากาศ และกระแสไฟไปยังตู้แสดงอุณหภูมิ (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 การทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์

3. ถอดประตูมุ้งลวดและมุ้งลวดกันแมลงช่องอากาศเข้ามาทำความสะอาดอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง และทำการตรวจสอบบรอยขาดหรือชำรุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่ใช้ประจำ จึงทำให้เกิดการสะสมของเชื้อจุลินทรีย์

4. เมื่อมีฝุ่นเกาะที่พัดลมระบายอากาศ ควรเช็ดทำความสะอาดให้เรียบร้อย

ข้อควรระวังในการใช้งานระบบอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม

1. ระวังระว่างประตูกระจกด้านทางเข้าระบบอบแห้งๆ ระวังการเดินชนหรือยกตะแกรงหรือสิ่งของต่างๆกระแทก หากประตูกระจกเกิดการแตก อาจก่อให้เกิดอันตรายได้
2. ดูแลบริเวณรอบระบบอบแห้งๆ ให้โล่งเตียนอย่างสม่ำเสมอ ไม่ควรมีต้นไม้มาบังเงาระบบอบแห้งๆ และแผ่นโพลีคาร์บอเนต อาจเสียหายได้หากมีต้นไม้หักโค่น
3. ไม่ควรเปิดประตูระบบอบแห้งๆ ทิ้งไว้ขณะที่มีพายุฝนหรือลมแรง อาจทำให้เกิดความเสียหายได้

ข้อแนะนำในการเก็บตัวอย่างแห้ง และ การวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของตัวอย่าง

ในการทำแห้งตัวอย่างผลิตผลทางการเกษตรเช่นกล้วยตาก กกล้วย หนึบแห้ง และผลไม้อบแห้งต่างๆ เป็นต้น ควรจะเก็บตัวอย่างแห้ง ออกจากระบบอบแห้งๆ แบบพาราโบลาโดมเมื่อผลิตภัณฑ์อบแห้งมี ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของตัวอย่างต่ำกว่า 0.65 เพื่อป้องกันการ เจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาและการ จำหน่าย

การวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของตัวอย่างจะทำโดยเตรียมตัวอย่าง ด้วยการหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ตัวอย่างลงในตลับพลาสติก (Sample cup) จากนั้นนำตลับตัวอย่างมาใส่ลงใน Measuring chamber ของเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (ยี่ห้อ Aqua Lab Model 4TE, Decagon, USA) รอจนกระทั่งอ่านค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 18



ก.



ข.

ภาพที่ 18 ก. การเตรียมตัวอย่าง และ ข. การวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี้

ตัวอย่างผลการดำเนินงานถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่ กลุ่มเป้าหมาย

ศูนย์การเรียนรู้บ้านทุ่งกระโปรง หมู่ที่ 12 ต.ป่าชะ อ.บ้านนา จ.นครนายก

ศูนย์การเรียนรู้บ้านทุ่งกระโปรง เป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการปลูก
กระท้อนเป็นหลัก มีสมาชิกจำนวน 12 คน จาก 12 ครัวเรือน โดย
ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มคือกระท้อนจี๊ดจ๊าด หรือกระท้อนสามรส ภายใต้
แบรนด์ปุ๋ยฝ้าย เมื่อได้รับการติดตั้งระบบอบแห้งฯ ทางศูนย์การ
เรียนรู้บ้านทุ่งกระโปรง นอกจากตากแห้ง กระท้อนสามรส ยัง
สามารถผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ใช้ผลผลิตสดในพื้นที่ได้เพิ่มเติม อาทิ
เช่น กล้วยตาก กล้วยหนีบแห้ง มะม่วงกวน และมะยมขิดกวน เป็น
ต้น (ภาพที่ 19) เกิดการใช้งานระบบอบแห้งฯ ทุกวัน สำหรับการ
ผลิตกระท้อนสามรสจากเดิมก่อนที่จะได้รับการสนับสนุนระบบ
อบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดม กลุ่มสามารถผลิตกระท้อนสามรสได้
เดือนละ 22 - 25 กิโลกรัมกระท้อนพร้อมตาก ปัจจุบันสามารถเพิ่ม
กำลังการผลิตเป็น 40 - 50 กิโลกรัมกระท้อนพร้อมตากต่อเดือน
หรือมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น 1 เท่าของกำลังการผลิตเดิม เนื่องจาก
สามารถเพิ่มรอบการผลิตได้มากขึ้น เพราะจำนวนวันที่ใช้ในการ
ตากแห้งกระท้อนในพาราโบลาโดมลดลง จากเดิมใช้ระยะเวลาใน
การทำแห้งต่อการผลิต 1 รอบ จำนวน 4 - 5 วัน ทำให้สามารถผลิต
ได้สัปดาห์ละเพียง 1 ครั้ง แต่เมื่อใช้การทำแห้งด้วยระบบอบแห้งฯ
แบบพาราโบลาโดม จะใช้ระยะเวลาในการทำแห้งเพียง 3 วันครึ่ง
ต่อการผลิต 1 รอบ ทำให้ในหนึ่งสัปดาห์สามารถผลิตได้มากขึ้น



กระท้อนสด



กระท้อนอบแห้ง



มะม่วงกวน

ภาพที่ 19 การใช้งานระบบอบแห้งฯ แบบพาราโบลาโดมของกลุ่มเกษตรกร ศูนย์การเรียนรู้บ้านทุ่งกระโปรง อ.บ้านนา จ.นครนายก

สินค้าอบแห้งจากกลุ่มจะแบ่งขายใน 3 ช่องทาง ได้แก่ กลุ่มคนที่มาศึกษาดูงานในพื้นที่ ฝากขายหรือออกงานตามที่หน่วยงานราชการ หรือธนาคารในพื้นที่จัดขึ้น และขายผ่านช่องทางออนไลน์

การเรียนรู้ออนไลน์ และแนวทางการเป็นนักรุกกิจกรรม

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศ และสื่อการเรียนรู้มีความทันสมัยมากขึ้น ทำให้การส่งเสริมและการสร้างสมรรถนะต่างๆ ให้กลุ่มอาชีพในชุมชน ไม่จำเป็นต้องเป็นการเรียนรู้แบบ on-site หรือ ณ สถานที่ตั้ง กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพียงเท่านั้น ผู้ดำเนินโครงการเคยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานระหว่างออนไลน์กับการเรียนรู้ ณ สถานที่ตั้ง ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการอบแห้งและการแปรรูปสินค้าเกษตร ด้วยระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดมให้แก่กลุ่มเกษตรกร ณ จังหวัดแพร่ โดยผ่านการใช้ออปพลิเคชันซูม (Zoom) ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 การใช้รูปแบบออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันซูมในการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผู้เชี่ยวชาญสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน

สำหรับแนวทางการเป็นนักธุรกิจชุมชน สำหรับเกษตรกรที่เคยมีความชำนาญเฉพาะการปลูกพืชนั้น จะต้องมีการเสริมทักษะด้านการแปรรูปสินค้าเกษตร การควบคุมคุณภาพ การผลิตสินค้าให้มีคุณภาพให้ได้ตามมาตรฐาน และปลอดภัยต่อผู้บริโภค นอกจากนี้การทำธุรกิจจะเกี่ยวข้องกับการค้าขาย การจำหน่ายสินค้าให้ได้ การมีตลาด การเข้าใจ รู้จักผู้บริโภค การคำนวณต้นทุน และการจัดการกระบวนการผลิตให้เกิดผลกำไร ยิ่งไปกว่านั้นธุรกิจชุมชนเป็นการทำธุรกิจเพื่อสังคมของตนเอง จึงต้องการกลุ่มบุคคลที่มีคุณธรรมเพื่อทำธุรกิจแบบแฟร์เทรด เพื่อให้เกิดการกระจายรายได้ อย่างเป็นธรรมให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่มูลค่าของสินค้า ตั้งแต่ต้นน้ำ จนกระทั่งปลายน้ำ และธุรกิจชุมชนควรเน้นการใช้วัตถุดิบชุมชน และการสร้างรายได้ให้กับบุคคลในชุมชน เพื่อให้เกิดความยั่งยืนของชุมชนในแต่ละพื้นที่

บรรณานุกรม

เสริม จันทร์ฉาย. 2554. รายงานโครงการนำร่องส่งเสริมระบบ
อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกสำหรับชุมชน 2554:
ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก. ภาควิชา
ฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม. 169
หน้า.

เสริม จันทร์ฉาย. 2560. เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยพลังงานรังสี
อาทิตย์. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร,
นครปฐม. 337 หน้า.



ขอขอบคุณ

สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร

ผู้ดำเนินโครงการ

ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

ผู้จัดทำคู่มือ ผศ.ดร.บุศราภรณ์ มหาโยธี

mahayothee_b@su.ac.th

รศ.ดร.ปราโมทย์ คุวิจิตรจากรู

อ.ดร.ศราวุธ ภูไฟจิตรกุล

อ.ดร.ภาริกา รุ่งพิชยพิเชฐ

นายยุทธศักดิ์ บุญรอด

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุน
การวิจัยและนวัตกรรมภายใต้ทุนทำทนายไทยเพื่อจัดการความรู้
เพื่อใช้ประโยชน์เชิงชุมชนสังคมการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัยและ
นวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคมจาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
ประจำปีงบประมาณ 2565