



**คู่มือองค์ความรู้
กิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย**

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อยกระดับวิสาหกิจชุมชนการผลิตขนม
นางเล็ดหมู่บ้านทับทิมสยาม 04 และตำบลเทพรักษา

Research and development of technology and innovation for
enhancing the Nangled production at Tubtimsiam 04 village and
Thepraksa sub district



จัดทำโดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประทีป ตุ่มทอง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย
ภายใต้โครงการส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการความรู้การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์
จาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2563

พ.ศ. 2563

คำนำ

คู่มือองค์ความรู้ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานโครงการวิจัยเรื่อง “การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อยกระดับวิสาหกิจชุมชนการผลิตขนมนางเล็ดหมู่บ้านทับทิมสยาม 04 และตำบลเทพรักษา” ซึ่งเนื้อหาของคู่มือฉบับนี้แบ่งออกเป็น 4 บท โดยบทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ บทที่ 2 องค์ความรู้ที่ใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปขนมนางเล็ด บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และการถ่ายทอดองค์ความรู้ และ บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ เพื่อเป็นคู่มือการผลิตขนมนางเล็ดให้กับกลุ่มสมาชิก กำหนดเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน ได้งานที่มีคุณภาพตามที่กำหนด

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและเสนอแนะจนทำให้คู่มือฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ท้ายนี้คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อสมาชิกกลุ่มพัฒนาบทบาทสตรีบ้านทับทิมสยาม 04 ตำบลเทพรักษา และผู้รับผิดชอบโครงการแล้ว ยังเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีความสนใจ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจถึงกระบวนการผลิตขนมนางเล็ด และโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ หากคู่มือฉบับนี้ผิดตกประการใดคณะผู้จัดทำต้องขอภัยมา ณ โอกาสนี้ และมีความยินดีรับคำแนะนำเพื่อให้เอกสารคู่มือฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ประทีป ตุ่มทอง และคณะ

19 สิงหาคม 2564

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.1 ประวัติหมู่บ้านทับทิมสยาม 04	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
บทที่ 2 องค์ความรู้ที่ใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปขนมนางเล็ด	3
2.1 การอบแห้ง	3
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง	4
2.3 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	5
2.4 พลังงานแสงอาทิตย์และการนำไปประยุกต์ใช้งาน	6
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และการถ่ายทอดองค์ความรู้	9
3.1 ประวัติขนมนางเล็ด	9
3.2 วัตถุประสงค์สำหรับการผลิตขนมนางเล็ด	10
3.3 วัสดุอุปกรณ์ในการทำขนมนางเล็ด	17
3.4 ขั้นตอนการทำขนมนางเล็ด	18
3.5 ขั้นตอนการเคี่ยวน้ำตาล	24
3.6 ผลิตรัณฑ์ขนมนางเล็ดที่ผ่านการโรยหน้าด้วยน้ำตาลทรายแดง	24
3.7 องค์ความรู้ด้านการบรรจุภัณฑ์	25
3.8 วัตถุประสงค์ของการออกแบบบรรจุภัณฑ์	25
3.9 บรรจุภัณฑ์ขนมนางเล็ดบ้านทับทิมสยาม 04 และตำบลเทพรักษา	25
3.10 หัวข้อถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปขนมนางเล็ดสู่กลุ่มสมาชิก	26
บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ	27
4.1 เทคโนโลยีโรงอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	27
4.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของโรงอบแห้ง	28
4.3 แผนวงจรควบคุมการทำงานของโรงอบแห้งขนมนางเล็ด	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 การใช้งานโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	31
4.5 การบำรุงรักษาโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	32
4.6 ผลงานการติดตั้งโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	32
4.7 ผลการใช้งานโรงอบแห้งขนมนางเล็ดของกลุ่มสมาชิก	33
4.8 การติดตามผลการนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์	33
เอกสารอ้างอิง	34

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
3.1 หัวข้อองค์ความรู้ที่นำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มสมาชิก	26
4.1 รายละเอียดของอุปกรณ์ในการควบคุมการทำงาน	30

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 การตากแห้งขนมนางเล็ดของกลุ่มสมาชิกตำบลเทพรักษา	1
1.2 ผลิตภัณฑ์ขนมนางเล็ดของกลุ่มสมาชิก	2
2.1 หลักการพื้นฐานการอบแห้งวัสดุ	4
2.2 พลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้	7
2.3 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	7
2.4 การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในการอบแห้ง	8
2.5 การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในโรงอบแห้ง	8
3.1 ลักษณะของขนมนางเล็ด	9
3.2 ลักษณะของขนมนางเล็ดที่โรยหน้าด้วยน้ำตาลมะพร้าว	10
3.3 ลักษณะของต้นข้าวพันธุ์ กข6 ที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์	11
3.4 ลักษณะของแตงโม พันธุ์ธรรมดาทั่วไป	12
3.5 กระบวนการผลิตน้ำตาล	13
3.6 น้ำตาลทรายแดง	14
3.7 น้ำตาลปี๊บ	15
3.8 น้ำตาลปี๊ก	15
3.9 น้ำมันพืช	16
3.10 การล้างข้าวเหนียวก่อนการแปรรูป	18
3.11 การนำข้าวเหนียวแช่กับน้ำแตงโม	18
3.12 การนึ่งข้าวเหนียวที่ผ่านการแช่น้ำแตงโม	19
3.13 การปั้นขนมนางเล็ดโดยใช้พิมพ์	19
3.14 นำข้าวเหนียวที่ผ่านการปั้นใส่ถาดตากแดด	20
3.15 การนำข้าวเหนียวที่ผ่านการปั้นไปอบในตู้อบ	20
3.16 การพลิกข้าวเหนียวที่ปั้นแล้วเพื่อให้แห้งทั่วถึง	21
3.17 การนำข้าวเหนียวที่แห้งแล้วมาทอด	21
3.18 ข้าวเหนียวที่ผ่านการทอดเป็นขนมนางเล็ด	22
3.19 การโรยน้ำตาลหน้าขนมนางเล็ด	22

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.20 การบรรจุภัณฑ์ขนมนางเล็ด	23
3.21 ผลิตภัณฑ์ขนมนางเล็ดพร้อมจำหน่าย	23
3.22 การเคี้ยวน้ำตาลก่อนการโรยหน้าขนมนางเล็ด	24
3.23 ผลิตภัณฑ์ขนมนางเล็ดที่โรยหน้าด้วยน้ำตาลทรายแดง	24
3.24 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ขนมนางเล็ดของกลุ่มสมาชิก	25
4.1 แบบจำลองการไหลเวียนของอากาศภายในโรงอบแห้ง	27
4.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของโรงอบแห้ง	28
4.3 แผงวงจรควบคุมการทำงานโรงอบแห้ง	29
4.4 ผลการติดตั้งโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	32

บทที่ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

1.1 ประวัติหมู่บ้านทับทิมสยาม 04

โครงการหมู่บ้านทับทิมสยาม 04 ตำบลเทพรักษา อำเภอสงขลา จังหวัดสุรินทร์ เกิดขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 โดย ศาสตราจารย์ ดร.สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ทรงมีพระดำริให้ฟื้นฟูพื้นที่ศูนย์อพยพที่ชาวกัมพูชาถูกส่งตัวกลับแล้ว โดยให้พัฒนาสภาพแวดล้อมและสภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อสร้างผืนแผ่นดินไทยตามแนวชายแดนให้เกิดความมั่นคงถาวรที่สุด โดยกำหนดชื่อโครงการว่า “โครงการทับทิมสยาม 04”

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันหมู่บ้านทับทิมสยาม 04 ตำบลเทพรักษา ได้มีการพัฒนามาเป็นแหล่งผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ประเภทขนมพื้นบ้านไทยโบราณ ได้แก่ ขนมนางเล็ด ขนมดอกจอก แต่กระบวนการทำแห้งขนมนางเล็ดยังเป็นปัญหาในกลุ่มกล่าวคือการตากขนมนางเล็ดของชุมชนนั้นยังตากแดดแบบไม่มีวัสดุอุปกรณ์มาปกปิดหรือป้องกันในเรื่องของการป้องกันฝุ่นละอองและแมลงสัตว์กัดแทะ ดังแสดงในภาพที่ 1.1 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการปนเปื้อนและมีเชื้อราสะสมเกิดความเสียหายต่อผลผลิต และผลิตภัณฑ์ไม่ถูกสุขอนามัยมีผลต่อยอดการจัดจำหน่าย รวมทั้งบรรจุกฎหมายที่ยังไม่มีความดึงดูดความสนใจและความต้องการของลูกค้าผู้บริโภค ดังแสดงในภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.1 การตากแห้งขนมนางเล็ดของกลุ่มสมาชิกตำบลเทพรักษา



ภาพที่ 1.2 ผลิตภัณฑ์ขนมนางเล็ดของกลุ่มสมาชิก

สมาชิกกลุ่มผู้ผลิตขนมนางเล็ดบ้านทับทิมสยาม 04 และตำบลเทพรักษามีความพร้อมในการเรียนรู้และพัฒนากระบวนการผลิตและแปรรูปมีการส่งเสริมให้นำวัตถุดิบท้องถิ่นมาใช้เป็นส่วนผสม มีการวางแผนงานการพัฒนาองค์ความรู้ ส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตขนมนางเล็ด สร้างงานสร้างรายได้ให้กับกลุ่มให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ สร้างระบบการทำงานเป็นทีม แบ่งหน้าที่กันทำงาน และขยายกำลังผลิต สร้างเครือข่ายของกลุ่มผู้ผลิตสินค้าขนมพื้นบ้าน และประชาสัมพันธ์ให้ผู้สนใจเข้ามาศึกษาดูงาน มีผลให้สร้างรายได้ให้กับชุมชนอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มความเข้มแข็ง เพิ่มคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นต่อไป ในส่วนของการทำงานเป็นทีมนั้นเนื่องจากเป็นหมู่บ้านและตำบลที่เกิดขึ้นตามแนวพระราชดำริ ตั้งแต่เริ่มการก่อตั้ง ทำให้คนในพื้นที่คุ้นเคยกับการทำงานเป็นทีมการทำงานเป็นกลุ่มและการทำงานในรูปแบบของโครงการเพื่อก่อให้เกิดรายได้ มีกระบวนการเรียนรู้แต่ละโครงการตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ ในหลาย ๆ โครงการ ทำให้ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองอยู่ได้ในสังคมได้ด้วยจากการสร้างงาน สร้างอาชีพ และก่อให้เกิดรายได้ในชุมชนขยายผลไปยังอำเภอ จังหวัด และเป็นที่ยู้งักของอำเภอข้างเคียง เป็นแหล่งศึกษาดูงานในหลาย ๆ โครงการ เป็นที่มาของชุมชนที่มีความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนในปัจจุบัน

บทที่ 2

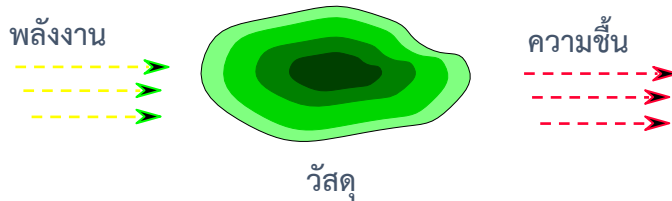
องค์ความรู้ที่ใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปขนมนางเล็ด

องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแปรรูปขนมนางเล็ดของกลุ่มสมาชิกบ้านทับทิมสยาม 04 และตำบลเทพรักษา ที่จะกล่าวถึงในโครงการนี้ประกอบด้วย ทฤษฎีการอบแห้ง ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง เครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานแสงอาทิตย์และการนำไปประยุกต์ใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การอบแห้ง

การอบแห้ง คือ กระบวนการลดปริมาณความชื้น (moisture content) ของผลิตภัณฑ์เพื่อเก็บรักษาและป้องกันการเน่าเสียในช่วงเวลาหนึ่ง ความร้อนที่ทำให้ น้ำระเหยออกจากวัสดุ ส่วนมากแล้วได้รับมาจากความร้อนสัมผัสของอากาศ และการถ่ายเทความร้อนจะมีทั้งการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี แต่โดยทั่วไปแล้วจะเป็นการถ่ายเทความร้อนด้วยการพาความร้อนเป็นหลัก ซึ่งในการอบแห้งโดยทั่วไปมักอาศัยอากาศร้อนในการอบแห้ง ความร้อนจะถ่ายเทจากอากาศร้อนไปยังวัสดุ ซึ่งความร้อนส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการระเหยน้ำ โดยของเหลวที่อยู่ภายในวัสดุจะเคลื่อนที่ออกมายังผิววัสดุโดย capillary flow ซึ่งเป็นผลมาจากแรงตึงผิว (surface force) ส่วนไอน้ำในวัสดุจะเคลื่อนที่เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของความชื้น (vapor diffusion) และความดันไอ (partial vapor of pressure) ที่ความแตกต่างระหว่างไอน้ำในวัสดุกับอากาศร้อน ถ้าผิวของวัสดุมีน้ำอยู่จำนวนมาก การลดลงของความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวก็จะคงที่ ส่งผลให้อัตราการอบแห้งคงที่ด้วย และเมื่อปริมาณน้ำที่ผิวของวัสดุลดลงมาก อุณหภูมิและความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวย่อมเปลี่ยนไป กล่าวคืออุณหภูมิของวัสดุเพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของไอน้ำในวัสดุลดลง ส่งผลให้อัตราการอบแห้งลดลง ความชื้นที่อยู่ระหว่าง อัตราการอบแห้งคงที่ และอัตราการอบแห้งลดลงเรียกว่า ความชื้นวิกฤต และอัตราการอบแห้งจะลดลงตลอดระยะเวลาการอบแห้งจนกระทั่งความดันไอของของเหลว

ในวัสดุมีค่าไม่แตกต่างกับความดันไอของอากาศแวดล้อม ในการอบแห้งความชื้นที่จุดสุดท้ายนี้เรียกว่า ความชื้นสมดุล เป็นจุดที่ไม่มีการถ่ายเทความชื้นอีกต่อไป ดังแสดงหลักการพื้นฐานการอบแห้งในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 หลักการพื้นฐานการอบแห้งวัสดุ

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง

ในการอบแห้งโดยทั่วไปมีปัจจัยหลายประการที่ทำให้การอบแห้งนั้นเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็วซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

2.2.1 ลักษณะความพรุนของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ การอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่มีช่องว่างในเนื้อผลิตภัณฑ์น้อยต้องใช้ระยะเวลาในการอบแห้งมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีช่องว่างในเนื้อผลิตภัณฑ์มาก

2.2.2 ขนาดและรูปร่าง สำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันที่ใช้ในการอบแห้ง จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กกว่า เมื่อทำการอบแห้งจะแห้งเร็วกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่

2.2.3 ตำแหน่งและลักษณะการวางผลิตภัณฑ์ในตู้อบแห้ง ตำแหน่งการวางที่ใกล้แหล่งความร้อนและมีความชื้นน้อยกว่าจะแห้งเร็วกว่า

2.2.4 อุณหภูมิในการอบแห้ง การเพิ่มอุณหภูมิจะเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำจึงมีผลต่อการอบแห้งและอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้นวัสดุอบแห้งมีแนวโน้มจะแห้งเร็วขึ้น ถ้าอุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้นการแพร่ของความชื้นจากภายในไปยังผิวของวัสดุก็จะเร็วขึ้น

2.2.5 ความเร็วของลมร้อน ลมร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากวัสดุอบแห้ง เมื่อความเร็วของลมร้อนเพิ่มขึ้นไอน้ำจะเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ความเร็วลมมีผลต่อสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อน โดยจะทำให้อากาศร้อนเกิด

การปั่นป่วนในเครื่องอบแห้ง ทำให้อากาศร้อนสัมผัสกับวัสดุอบแห้งได้ดียิ่งขึ้น จึงทำให้การเคลื่อนย้ายของไอน้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2.6 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เป็นสิ่งสำคัญมากต่อการระเหยน้ำ ปริมาณความชื้นสุดท้ายในผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ หากค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำจะมีผลช่วยให้ระยะเวลาการอบแห้งลดลง

2.3 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

2.3.1 จำแนกตามการไหลเวียนของอากาศ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ หากจำแนกตามการไหลเวียนอากาศ สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.3.1.1 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอากาศไหลเวียนโดยธรรมชาติ (Natural-convection) การทำงานจะอาศัยผลต่างของความดันภายในและภายนอกเครื่องอบแห้ง มวลอากาศร้อนที่เบาซึ่งจะลอยขึ้นสู่ที่สูงซึ่งอากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะมีความหนาแน่นต่ำกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำและมวลอากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะเบากว่ามวลอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำจึงทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศเครื่องอบแห้งที่อาศัยการไหลเวียนอากาศโดยธรรมชาติจะมีข้อดีคือ สร้างง่ายและต้นทุนต่ำแต่จะมีข้อเสียคือประสิทธิภาพในการอบแห้งต่ำ ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาจเกิดการเสียหายขึ้นก่อนได้เนื่องจากจะใช้เวลาในการอบแห้งที่นาน

2.3.1.2 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอากาศไหลเวียนโดยการบังคับ (Force-convection) เครื่องอบแห้งชนิดนี้จะใช้พัดลมช่วยในการไหลของอากาศ ทำให้อากาศมีสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและถ่ายเทมวลสูง เครื่องอบแห้งประเภทนี้จะสร้างยุ่งยากและมีต้นทุนที่สูงกว่านอกจากนั้นหากพัดลมใช้แหล่งพลังงานจากไฟฟ้าซึ่งไม่ได้ผลิตจาก Solar cell ก็จะทำให้มีต้นทุนการดำเนินการเพิ่มขึ้นอย่างไรก็ตามถึงแม้จะใช้ Solar cell ในการผลิตกระแสไฟฟ้าก็ยังมีต้นทุนที่สูงเนื่องจากราคา Solar cell ในปัจจุบันยังค่อนข้างแพง ในขณะที่ประสิทธิภาพยังต่ำด้วยดังนั้นการใช้ Solar cell จึงส่งผลให้ระยะคืนทุนยาวนานขึ้นกว่าเดิมอย่างไรก็ตาม เครื่องอบแห้งประเภทนี้จะมีข้อดี คือ มีประสิทธิภาพในการอบแห้งที่สูงกว่ากรณีที่ไม่มีการบังคับอากาศ

2.3.2 จำแนกตามการรับรังสีดวงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์หากจำแนกตามการรับรังสีดวงอาทิตย์ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภทคือ

2.3.2.1 เครื่องอบแห้งแบบรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง (Direct Type) ลักษณะของเครื่องอบแห้งจะมีโครงสร้างทำจากวัสดุใสแสงแดดสามารถทะลุผ่านเข้าไปยังตัวเครื่องได้โดยตรง ข้อดีคือเป็นแบบที่สร้างและบำรุงรักษาง่ายมีต้นทุนในการผลิตต่ำแต่จะมีข้อเสียคือมีประสิทธิภาพการอบแห้งต่ำและมีการสูญเสียความร้อนสูง

2.3.2.2 เครื่องอบแห้งแบบรับรังสีดวงอาทิตย์ทางอ้อม (Indirect Type) ลักษณะของเครื่องอบแห้งนี้จะมีส่วนที่เป็นพื้นที่รับแสงโดยส่วนใหญ่ มักจะใช้พัดลมช่วยในการไหลเวียนของอากาศเครื่องอบแห้งที่มีพื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์จะสามารถเพิ่มอุณหภูมิอากาศที่จะเข้าห้องอบแห้งได้ค่อนข้างสูงบริเวณห้องอบแห้งจะถูกออกแบบให้ที่มีการติดฉนวนเพื่อลดการสูญเสียความร้อน เครื่องอบแห้งแบบนี้จึงมีประสิทธิภาพการอบแห้งที่สูงกว่ากรณีรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง

2.3.2.3 เครื่องอบแห้งแบบรับรังสีดวงอาทิตย์แบบผสม (Mixed mode Type) ซึ่งจะมีการสร้างส่วนพื้นที่รับแสงและส่วนที่เป็นห้องอบแห้งทำจากวัสดุใส โดยส่วนมากจะใช้วัสดุใสเฉพาะด้านหน้าหรือด้านเดียวกับพื้นที่รับแสง ในขณะที่ด้านอื่นจะทึบและติดฉนวนเพื่อลดการสูญเสียความร้อน ผลลัพธ์ที่อบแห้งจะได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ทั้ง 2 ทาง คือได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรงเนื่องจากหลังคาของอุโมงค์อบแห้งเป็นวัสดุโปร่งใส และได้รับความร้อนจากอากาศร้อนที่ไหลผ่านแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพสูงกว่ากรณีรับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง และกรณีรับรังสีดวงอาทิตย์ทางอ้อม

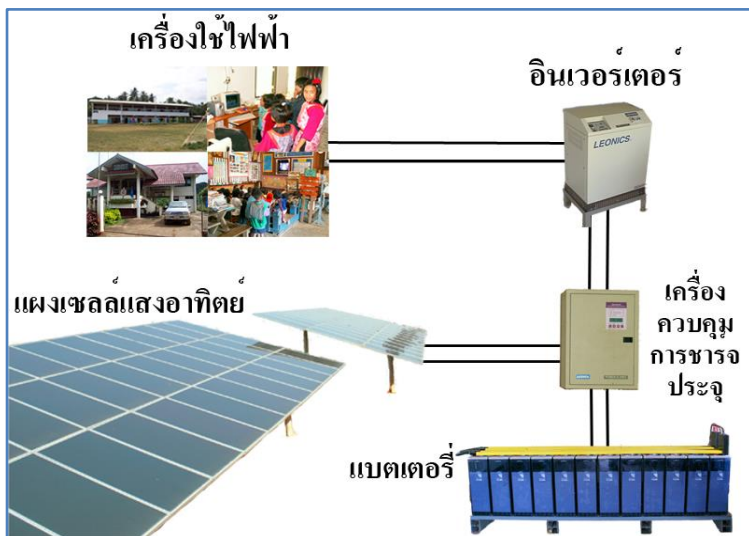
2.4 พลังงานแสงอาทิตย์และการนำไปประยุกต์ใช้งาน

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่มีความสะอาดปราศจากการก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมมีปริมาณมากมายมหาศาลอยู่ทั่วทุกหนแห่งของโลก และสามารถนำมาใช้อย่างไม่หมดสิ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 พลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้

การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์อาจจำแนกเป็นผลที่ได้รับสองด้านหลักๆ คือ การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และการผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับหนึ่งมีสองชนิด คือ การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้า (Solar Cell) และการใช้ระบบรวมแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้า (Concentrating Solar Power) แสดงดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

สำหรับการผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ เทคโนโลยีที่นำมาใช้ ได้แก่ การใช้แผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector) ผลิตน้ำร้อนเพื่อนำไปใช้ในการอุปโภค บริโภค ซึ่งปัจจุบันมีการใช้อย่างแพร่หลาย และอีกชนิดหนึ่งคือการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Drying) เพื่อทำการอบแห้งผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทั้งผลิตภัณฑ์จากการเกษตรและอุตสาหกรรม แสดงดังภาพที่ 2.4 – 2.5



ภาพที่ 2.4 การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในการอบแห้ง



ภาพที่ 2.5 การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในโรงอบแห้ง

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และการถ่ายทอดองค์ความรู้

3.1 ประวัติขนมนางเล็ด

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน เราจะได้รับการสั่งสอนมาเสมอว่ากินข้าวต้องให้เกลี้ยงจาน เพราะกว่าชาวนาจะปลูกข้าวแต่ละเม็ดได้นั้นต้องใช้หยาดเหงื่อแรงงานมาก อีกทั้งกว่าต้นข้าวจะเติบโตออกรวงก็ต้องใช้ระยะเวลาหลายเดือน ผู้ใหญ่สมัยก่อนจึงคิดวิธีการถนอมอาหารต่าง ๆ ไม่ว่าจะทำเค็ม หมัก ตอง ย่าง ตากแห้ง สำหรับเนื้อสัตว์ ผัก และธัญญาหารที่รับประทานไม่หมด สำหรับข้าวนั้น วิธีหนึ่งที่ใช้เมื่อรับประทานไม่หมดคือ ประดิษฐ์ให้เป็นอาหารจานใหม่ เช่น ขนมนางเล็ด ที่ทำจากข้าวเหนียวหนึ่งที่รับประทานไม่หมด สารานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน เล่ม 15 อธิบายไว้ว่านางเล็ดเป็นชื่อขนมชนิดหนึ่ง ทำจากข้าวเหนียวหนึ่ง นำมาทำเป็นแผ่นกลมขนาดย่อม ๆ ตากให้แห้งสนิท แล้วทอดกรอบ โรยหน้าด้วยน้ำตาลเชื่อมแก่ ๆ เดิมใช้น้ำตาลมะพร้าว หรือน้ำตาลโตนด (ปัจจุบันเรียก น้ำตาลปี๊บ) ต่อมามีการใช้น้ำตาลทรายขาวแทน แล้วเหยาะสีผสมเข้าไปให้เป็นสีแดง สีเขียว เป็นต้น ซึ่งคุณภาพจะสู้น้ำตาลมะพร้าวหรือน้ำตาลโตนดไม่ได้ นางเล็ด จัดเป็นขนมแห้งที่มีรสหวาน มัน กรอบ นิยมรับประทานเป็นอาหารว่าง ซึ่งเก็บไว้รับประทานได้ชั่วระยะเวลาไม่เกิน 5-7 วัน เนื่องจากเป็นขนมที่ทำให้สุกด้วยการทอด หากเก็บไว้นานจะมีกลิ่นหืน ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ลักษณะของขนมนางเล็ด

ปัจจุบันการทำขนมนางเล็ดนั้น สะดวกสบายขึ้นไม่ต้องพึ่งฟ้าระอาฝน เพราะมีเตาอบที่ตั้งระบบไฟได้ตั้งแต่อ่อนสุดคล้ายแสงแดดจนถึงสูงสุดคล้ายแดดจัด นอกจากนี้ ยังมีการปรับปรุงนางเล็ดที่จากเดิมมีเพียงรสหวานกับรสเค็มให้มีรสชาติหลากหลายมากขึ้น เพื่อให้ถูกปากสำหรับทุกเพศทุกวัย โดยการโรยหน้าด้วยหมูหยอง เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ธัญพืชต่าง ๆ เป็นต้น อีกทั้งยังทำรูปแบบให้สะดุดตา เช่น รูปหัวใจ รูปถ้วย รูปโดนต์ นับเป็นอีกหนึ่งภูมิปัญญาที่แสดงให้เห็นถึงความรอบคอบและละเอียดถี่ถ้วนของท่านผู้ใหญ่ในสมัยก่อน ที่คิด ประดิษฐ์ และดัดแปลงวิธีการถนอมอาหาร ทำให้เรามีขนมอร่อย ๆ อย่างนางเล็ดไว้ทานจนถึงทุกวันนี้ (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2552. นางเล็ด. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก <http://www.royin.go.th/?knowledges>. 19 มิถุนายน 2563. แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ลักษณะของขนมนางเล็ดที่โรยหน้าด้วยน้ำตาลมะพร้าว

3.2 วัตถุดิบสำหรับการผลิตขนมนางเล็ด

ในการศึกษาและจัดทำโครงการครั้งนี้ได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลทบทวนบทความทางวิชาการ และทฤษฎีรวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและลงพื้นที่เพื่อศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นตอนและส่วนผสมการทำขนมนางเล็ด ของหมู่บ้านทับทิมสยาม 04 และตำบลเทพรักษา เพื่อนำองค์ความรู้ร่วมกับงานวิจัยมาเพิ่มศักยภาพการผลิตประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตขนมนางเล็ดของกลุ่มสมาชิกในการทำแห่งขนมนางเล็ดร่วมกับโรงอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งโดยทั่วไปวัตถุดิบในการทำขนมนางเล็ดประกอบด้วยวัตถุดิบดังต่อไปนี้ ข้าวพันธุ์ กข6, แดงโมสุก, น้ำตาลทรายแดง, น้ำตาลปีบ และน้ำมันพืช ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.2.1 ข้าวพันธุ์ กข6

ข้าวพันธุ์ กข6 เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่เกษตรกรภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมปลูกและบริโภค ต้นข้าวสูง หักล้มง่าย และอ่อนแอต่อโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง ต่อมามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ร่วมกับกรมการข้าว และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง พัฒนาสายพันธุ์ข้าวเหนียว กข6 ต้นเตี้ย ต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับยีนต้านทานโรคไหม้ โรคขอบใบแห้งและคุณภาพหุงต้มในการคัดเลือกร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์แบบวิธีมาตรฐาน จนได้พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง ต้นเตี้ย ไม่หักล้มง่าย และมีคุณภาพหุงต้มใกล้เคียงกับพันธุ์ข้าวเหนียว กข6 เดิม

ปี 2556 เริ่มปลูกทดสอบข้าวเหนียว กข6 ในแปลงเกษตรกรภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเกษตรกรมีส่วนร่วมในการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ทำให้เกษตรกรยอมรับพันธุ์ เนื่องจากมีความต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง ทำให้ลดการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดโรค ช่วยลดต้นทุนการผลิต ลำต้นแข็งแรง ไม่หักล้มง่าย ได้ผลผลิตสูง เหมาะสำหรับพื้นที่การปลูกข้าวที่ใช้เครื่องจักรในการเก็บเกี่ยว (สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร สท.) แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ลักษณะของต้นข้าวพันธุ์ กข6 ที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์

3.2.2 แดงโม

แดงโม มีชื่อท้องถิ่นอื่น ๆ ว่า แดงจีน (ตรัง), บะเต้า (ภาคเหนือ), บักโม (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) แดงโม เป็นผลไม้ที่มีต้นกำเนิดในแถบทวีปแอฟริกาในทะเลทรายคาลาฮารี ซึ่งชาติแรกที่ปลูกแดงโมไว้รับประทานนั้นก็คือชาวอียิปต์ (สีพื้กว่าปีมาแล้ว) สำหรับประเทศไทยนั้นการปลูกแดงโมจะมีอยู่ทั่วทุกภาคและปลูกได้ทุกฤดู พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากโดยทั่วไปจะมีอยู่ 3 สายพันธุ์หลัก ๆ ได้แก่ พันธุ์ธรรมชาติทั่วไป (เมล็ดมีขนาดเล็ก รสหวาน เช่น แดงโมจินตหรา แดงโมตอร์ปิโด แดงโมกินรี แดงโมน้ำผึ้ง แดงโมไดอานา แดงโมจิ๋ว เป็นต้น) สายพันธุ์ต่อมาก็คือพันธุ์ไร้เมล็ด (เป็นพันธุ์ผสมผลิตเพื่อส่งออก) และพันธุ์กินเมล็ด (ปลูกเพื่อนำเมล็ดมาคั่วที่เรียกกันว่า "เม็ดกวยจี")

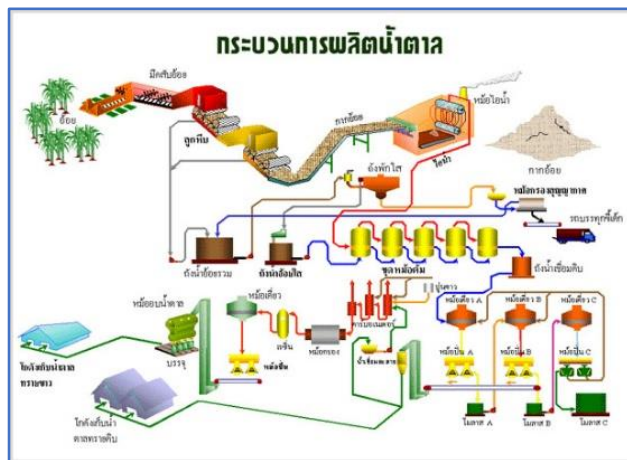
แดงโม จัดเป็นพืชในตระกูลเดียวกับแคนตาลูป ฟักทอง แดงกวาง ซึ่งนักพฤกษศาสตร์จัดให้อยู่ในวงศ์ CUCURBITACEAE เป็นผลไม้ที่มีน้ำประกอบอยู่ปริมาณมากจึงมีคุณสมบัติเย็น รับประทานแล้วหวานชื่นใจ ช่วยลดอาการไข้ คอแห้ง รักษาแผลในปาก และเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด เช่น วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินบีรวม แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส เป็นต้น แต่สำหรับผู้ที่มีการเพาะ ไขมันไม่แข็งแรง ภาวะลำไส้อักเสบ หญิงหลังคลอด หลังป่วยหนัก มีอาการท้องร่วงง่าย ไม่ควรรับประทานแดงโม แดงโมมีสาร Citrulline ซึ่งจะพบในเปลือกมากกว่าส่วนของเนื้อ ประโยชน์ช่วยขยายเส้นเลือด ดีต่อระบบภูมิคุ้มกัน และเป็นประโยชน์มากสำหรับคนที่ เป็นโรคเบาหวานและโรคอ้วน เพราะมีแคลอรีต่ำ ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ลักษณะของแดงโม พันธุ์ธรรมชาติทั่วไป

3.2.3 น้ำตาลทรายแดง

น้ำตาลทรายแดง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำอ้อยมาต้มและเคี่ยวจนข้นเหนียว ทิ้งให้แห้ง แล้วนำไปบดให้ร่วน น้ำตาลทรายแดง (brown sugar) เป็นน้ำตาลทรายที่ไม่ผ่านการฟอกขาวมีลักษณะ เป็นผงละเอียดหรืออาจจับตัวกันเป็นก้อน มีสีน้ำตาลอ่อนถึงเข้มมีความชื้นสูง (0.7-3.0 เปอร์เซ็นต์) ผลิตได้จากการเคี่ยวน้ำอ้อยให้ระเหย และตกผลึกในเครื่องระเหยแบบกระทะเปิด ผลึกซูโครสเคลือบด้วย กากน้ำตาลหรือโมลาส มีน้ำตาลอินเวอร์ต และ แร่ธาตุเล็กน้อย แสดงกระบวนการผลิตน้ำตาลดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 กระบวนการผลิตน้ำตาล

น้ำตาลทรายแดงมี คุณสมบัติพิเศษ คือ มีความหอมธรรมชาติและรสของอ้อยที่เด่นกว่าน้ำตาลทรายขาว แต่มีความหวานน้อยกว่า การใช้ประโยชน์สามารถใช้แทนน้ำตาลทรายขาวได้เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตซีอิ๊ว ผลิตน้ำตาลมะพร้าว ใช้เป็นส่วนผสมในการทำขนมไทย และขนมต่าง ๆ เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคน้ำตาลที่มีความหอมและรสชาติจากอ้อยที่แท้จริง แสดงน้ำตาลทรายแดงดังภาพที่ 3.6 และเหมาะสำหรับเป็นส่วนประกอบในการทำอาหารชีวจิต ซึ่งเป็นอาหารที่คงสภาพตามธรรมชาติและคงรสชาติเดิมของอาหารไว้มากที่สุด



ภาพที่ 3.6 น้ำตาลทรายแดง

3.2.4 น้ำตาลปี๊บ

น้ำตาลปี๊บ เป็นน้ำตาลที่ได้จากน้ำหวานจากจันทน์มะพร้าว เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลมะพร้าวที่มีคุณภาพดีต้องมีสีน้ำตาล ไม่ใช่ผงฟอกสี เนื้อละเอียด และมีกลิ่นหอม

น้ำตาลปี๊บ (coconut palm sugar) ผลิตจากน้ำตาลมะพร้าว สีจะออกสีน้ำตาล มี 2 ลักษณะ คือ แบบที่เป็นงับ และแบบที่บรรจุในปี๊บ มีลักษณะเหลว น้ำตาลปี๊บได้จากการนำน้ำตาลสดเคี้ยวจนเดือด พอน้ำตาลเริ่มงวดจึงลดไฟลง เมื่อเหลือน้ำตาลประมาณ 1 ใน 5 ของปริมาณน้ำตาลที่เทลงไปจึงยกกระทะลงจากเตา นำพายหรือชดลวดมาตีกระทะเพื่อให้น้ำตาลแห้งและแข็งตัวเร็วขึ้น และช่วยให้น้ำตาลที่ถูกเคี้ยวจนมีสีน้ำตาลเปลี่ยนเป็นสีเหลืองนวลขึ้นโดยอาศัยการแทนที่ของอากาศ กระทะจนได้น้ำตาลสีขาวเหลืองนากิน น้ำตาลเริ่มแข็งตัวก็จะใช้เกรียงชูดออกจากกระทะเทใส่ปี๊บ เรียกว่า "น้ำตาลปี๊บ" ดังภาพที่ 3.7 ถ้าเทใส่ถ้วยตะไลหรือพิมพ์ ได้น้ำตาลที่มีลักษณะเป็นก้อนกลมๆ นิยมเรียกว่า "น้ำตาลปึก" ดังภาพที่ 3.8 ซึ่งประโยชน์ของน้ำตาลปี๊บ ใช้เป็นส่วนผสมของขนม ปรงแต่งรสของอาหาร คาว-หวาน น้ำตาลปี๊บ 1 ช้อนชา ให้พลังงาน 18 กิโลแคลอรี มีคุณค่าและวิตามิน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และธาตุเหล็ก เป็นต้น



ภาพที่ 3.7 น้ำตาลปี๊บ



ภาพที่ 3.8 น้ำตาลปี๊บ

3.2.5 น้ำมันพืช

น้ำมันพืช เป็นผลิตภัณฑ์น้ำมันที่สกัดได้จากพืช น้ำมันที่ดีคือน้ำมันที่มีไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันข้าวโพด คาโนลา มะกอก ถั่วเหลือง ทานตะวัน ฯลฯ ปัจจุบันน้ำมันพืช มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันมาก เนื่องจากคุณแม่บ้านส่วนใหญ่เลือกใช้น้ำมันพืชเป็นหลักในการประกอบอาหาร น้ำมันพืชที่มีขายในท้องตลาด มี 2 ชนิด คือ ชนิดที่เป็นไขในที่เย็น และชนิดที่ไม่เป็นไขในที่เย็น ทั้ง 2 ชนิดนี้มีข้อดีข้อเสียต่างกัน และควรเลือกใช้ต่างกัันดังนี้ น้ำมันพืชชนิดที่เป็นไข จะประกอบไปด้วยไขมันชนิดอิ่มตัว อยู่เป็นจำนวนมากเป็นไขมันที่อยู่ในไขมันสัตว์, ไขมันจาก

มะพร้าว และน้ำมันปาล์ม มีคุณสมบัติ ที่เป็นไขได้ง่าย ย่อยยาก ทำให้มีโคเลสเตอรอลในเลือดสูง น้ำมันชนิดนี้ทนต่อความร้อน ความชื้นและออกซิเจน ไม่เหม็นหืน และเวลาที่ใช้ทอดอาหาร จะทำให้อาหารกรอบอร่อย น่ารับประทาน สามารถทอดอาหารได้นาน ๆ เพราะน้ำมันจะไม่ค่อยเสีย น้ำมันพืชชนิดที่ไม่เป็นไข ไขมันชนิดนี้ ย่อยง่าย ร่างกายนำไปใช้สร้างเซลล์ต่าง ๆ จึงเหมาะสมกับเด็กที่กำลังเจริญเติบโต และยังช่วยลดโคเลสเตอรอลในเลือด ดังนั้น การเลือกใช้น้ำมันจึงขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารซึ่งถ้าเป็นอาหารที่ต้องใช้ความร้อนสูงอยู่นาน ๆ เช่นการทอดปลาทั้งตัว, ไก่, หมู หรือเนื้อชิ้นใหญ่ ๆ ควรเลือกน้ำมันชนิดเป็นไข เพื่อให้ได้อาหารที่รสชาติดี กรอบอร่อย ส่วนการผัด หรือทอดเนื้อชนิดบาง ๆ เช่นหมูแฮม ควรใช้น้ำมันชนิดไม่เป็นไข เพราะร่างกายจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี นอกจากนี้ น้ำมันที่ใช้ทอดอาหารไม่ควรใช้ซ้ำบ่อย ๆ เพราะน้ำมันที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมักจะมีสารโพลาร์อยู่มาก อาจเป็นอันตรายต่อร่างกายได้ การเก็บน้ำมันชนิดที่ไม่เป็นไขให้ใช้ได้นาน ๆ โดยไม่เหม็นหืนนั้น ควรเก็บในที่มืด และเย็น หากตั้งไว้นาน ๆ ถูกแสงแดดน้ำมันจะเสียเร็ว แสดงดังภาพที่ 3.9



ภาพที่ 3.9 น้ำมันพืช

3.3 วัสดุอุปกรณ์ในการทำขนมนางเล็ด

3.3.1 วัสดุ/อุปกรณ์

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1. หม้อนึ่ง/รังถึง | 2. หวดนึ่งข้าว |
| 3. ครุถึง/กาละมัง | 4. กระบวย/กระชอน |
| 5. เตาให้ความร้อน | 6. ถาด/กระจาด/ตะแกรง |
| 7. ตู้อบแห้ง/ขาตั้งถาด | 8. แบบพิมพ์ขนมนางเล็ด |
| 9. กระทะสำหรับทอด | 10. ถุงบรรจุภัณฑ์/ยางรัด |

3.3.2 วัตถุดิบ/ส่วนผสม

- | | |
|-------------------|--------------|
| 1. ข้าวพันธุ์ กข6 | 2. น้ำเปล่า |
| 3. น้ำตาลปีบ | 4. น้ำมันพืช |
| 5. แดงโม | 6. ใบเตย |

3.3.3 ขั้นตอนการทำขนมนางเล็ด

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. ล้างข้าวพันธุ์ กข6 | 2. ล้างข้าวประมาณ 3 รอบ |
| 3. แช่ข้าวในน้ำแดงโม | 4. นำข้าวมานึ่งให้สุก |
| 5. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น 5 นาที | 6. นำข้าวกดลงพิมพ์ |
| 7. นำข้าวออกจากพิมพ์ | 8. วางเรียงบนตะแกรง |
| 9. นำไปอบ/ตากแดด | 10. นำไปทอดในน้ำมัน |
| 11. นำวางบนตะแกรง | 12. เทรวมกันบนถาด |
| 13. โรยหน้าด้วยน้ำตาล | 14. บรรจุภัณฑ์ |
| 15. จัดจำหน่าย | 16. ถามความพึงพอใจ |

3.3.4 ขั้นตอนการทำน้ำแดงโม

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. เลือกซื้อแดงโมสุก | 2. ล้างทำความสะอาด |
| 3. ปอกเปลือกแดงโม | 4. นำเมล็ดแดงโมออก |
| 5. นำเข้าเครื่องปั่น | 6. ตักวางในกระชอน |
| 7. แยกน้ำกากออก | 8. นำไปผสมกับข้าว |

3.3.5 ขั้นตอนการเคี้ยวน้ำตาล

1. ต้ងหม้อในไฟอ่อนๆ
2. เทน้ำสะอาดลงหม้อ
3. น้ำตาลปีบลงในหม้อ
4. น้ำตาลทรายแดงลงหม้อ
5. เคี้ยวผสมรวมกัน 3 อย่าง
6. เคี้ยวให้เข้ากันในไฟอ่อน
7. เคี้ยวจนเป็นยางมะตูม
8. มีกลิ่นหอมพร้อมใช้งาน

3.4 ขั้นตอนการทำขนมนางเล็ด

3.4.1 การล้างข้าวเหนียวด้วยน้ำสะอาด ล้างประมาณ 3 รอบ



ภาพที่ 3.10 การล้างข้าวเหนียวก่อนการแปรรูป

3.4.2 การนำข้าวเหนียวที่ผ่านการล้างเสร็จแล้วมาแช่รวมกับน้ำแดงโม (ข้าวจำนวน 2 กิโลกรัม แดงโม 1 ลูก มาคั้นเอาแต่น้ำ แล้วนำไปผสมน้ำเปล่าให้ได้ 4 แก้ว คนให้เข้ากันแช่ไว้ 7-8 ชั่วโมง)



ภาพที่ 3.11 การนำข้าวเหนียวแช่กับน้ำแดงโม

3.4.3 นำข้าวเหนียวที่แช่น้ำแดงโม่มานึ่งให้สุก



ภาพที่ 3.12 การนึ่งข้าวเหนียวที่ผ่านการแช่น้ำแดงโม่

3.4.4 ตั้กทิ้งไว้ให้เย็น 5 นาที นำไปกดลงในพิมพ์ ให้แน่นพอสมควร (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพิมพ์ขนาด 3.5 ซม. สูง 1 ซม.)



ภาพที่ 3.13 การปั้นขนมนางเล็ดโดยใช้พิมพ์

3.4.5 นำข้าวเหนียวที่ปั้นในพิมพ์เสร็จแล้ววางบนถาดให้เต็มเตรียม
นำไปทำแห้งด้วยวิธีอบแห้งหรือตากแดดโดยตรง



ภาพที่ 3.14 นำข้าวเหนียวที่ผ่านการปั้นใส่ถาดตากแดด

3.4.6 นำข้าวเหนียวที่วางบนถาดให้เต็มแล้วไปอบในตู้อบที่ใช้ถ่านเป็น
เชื้อเพลิงพร้อมนึ่งพลิกหรือนำไปตากแดดและพลิกเป็นครั้งคราว



ภาพที่ 3.15 การนำข้าวเหนียวที่ผ่านการปั้นไปอบในตู้อบ

3.4.7 นำข้าวเหนียวที่วางบนถาดให้เต็มแล้วไปตากแดดและพลิกเป็น
ครั้งคราวเพื่อให้แห้งทั่วถึงและใช้เวลาสั้นลง



ภาพที่ 3.16 การพลิกข้าวเหนียวที่ปั้นแล้วเพื่อให้แห้งทั่วถึง

3.4.8 หลังอบแห้ง 1/2 วัน และตากแดด 1 วัน แล้วก็เอาออกจากถาด
แล้วนำมาทอดในกระทะใช้ไฟแรงให้พองและลอยตัวตักออก



ภาพที่ 3.17 การนำข้าวเหนียวที่แห้งแล้วมาทอด

3.4.9 ทอดเสร็จเอากระชอนตักเสด็จน้ำมัน แล้วนำมาเทบนกระดาษ
ซับน้ำมันให้เต็มกระຈาดก่อนนำไปโรยน้ำตาล



ภาพที่ 3.18 ข้าวเหนียวที่ผ่านการทอดเป็นขนมนางเล็ด

3.4.10 หลังจากทอดเสร็จเสด็จน้ำมันก็นำมาโรยน้ำตาลที่ผ่านการเคี้ยว
จนเป็นยางมะตูม



ภาพที่ 3.19 การโรยน้ำตาลหน้าขนมนางเล็ด

3.4.11 หลังจากโรยน้ำตาลบนหน้าขนมนางเล็ดให้ทั่วเสร็จบรรจุภัณฑ์
จัดจำหน่ายให้ลูกค้า



ภาพที่ 3.20 การบรรจุภัณฑ์ขนมนางเล็ด

3.4.12 บรรจุภัณฑ์ติดฉลากให้เรียบร้อยพร้อมจำหน่ายปลีก/ขายส่ง
และวางจำหน่ายหน้าร้าน



ภาพที่ 3.21 ผลิตรภัณฑ์ขนมนางเล็ดพร้อมจำหน่าย

3.5 ขั้นตอนการเคี่ยวน้ำตาล

ตั้งหม้อบนเตาถ่าน เเทน้ำสะอาด 2 ถ้วยตวง นำน้ำตาลปีบ 1 กิโลกรัม และน้ำตาลทรายแดง 3 กรัม นำมาเคี่ยวให้เข้ากันเคี่ยวจนมีลักษณะเหนียวเป็นยางมะตูมและได้กลิ่นหอม จึงจะนำมาใช้งานโรยหน้าขนมนางเล็ดได้



ภาพที่ 3.22 การเคี่ยวน้ำตาลก่อนการโรยหน้าขนมนางเล็ด

3.6 ผลิตภัณฑ์ขนมนางเล็ดที่ผ่านการโรยหน้าด้วยน้ำตาลทรายแดง



ภาพที่ 3.23 ผลิตภัณฑ์ขนมนางเล็ดที่โรยหน้าด้วยน้ำตาลทรายแดง

3.7 องค์ความรู้ด้านการบรรจุภัณฑ์

ในโลกธุรกิจยุคปัจจุบันที่มีการแข่งขันทางการค้าสูงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความเข้มแข็งด้านการจัดการตลาด หรือการพัฒนารูปแบบยังคงไม่เพียงพอ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจส่งเสริม เพื่อยกระดับผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนขนาดเล็ก และขนาดกลาง ให้มีความเข้มแข็งในการทำธุรกิจและขยายตลาดได้มากขึ้น

3.8 วัตถุประสงค์ของการออกแบบบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ คือการนำเอาวัสดุ เช่น กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ และไม้ ประกอบเป็นภาชนะห่อหุ้มสินค้า เพื่อประโยชน์ในการใช้สอยที่มีความแข็งแรง สวยงามได้สัดส่วนที่ถูกต้องสร้างภาพพจน์ที่ดี มีภาษาในการติดต่อสื่อสาร และทำให้เกิดความพึงพอใจจากผู้ซื้อสินค้า โดยวัตถุประสงค์หลักๆ เพื่อช่วยปกป้องคุ้มครอง และรักษาคุณภาพสินค้า เป็นตัวชี้บ่ง และสื่อสารรายละเอียดสินค้า ดึงดูดผู้บริโภค สร้างผลกระทบต่อผู้บริโภค เช่น มีเอกลักษณ์พิเศษที่ดึงดูดและสร้างการจดจำ ตลอดจนเข้าถึงความหมายและคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์

3.9 บรรจุภัณฑ์ขนมนางเล็ดบ้านทับทิมสยาม 04 และตำบลเทพรักษา

เนื่องจากโครงการไม่ได้มีวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ สำหรับกลุ่มสมาชิกเป็นเพียงการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อสร้างแนวคิดให้กับกลุ่มสมาชิก มีเพียงการออกแบบสติ๊กเกอร์ชื่อที่อยู่ผู้ผลิตเพื่อการติดต่อกลับของผู้บริโภคหากต้องการสินค้าหรือให้จัดส่งสินค้าเท่านั้น แสดงดังภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.24 ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ขนมนางเล็ดของกลุ่มสมาชิก

3.10 หัวข้อการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปขนมนางเล็ดสู่กลุ่มสมาชิก
ตารางที่ 3.1 หัวข้อองค์ความรู้ที่นำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มสมาชิก

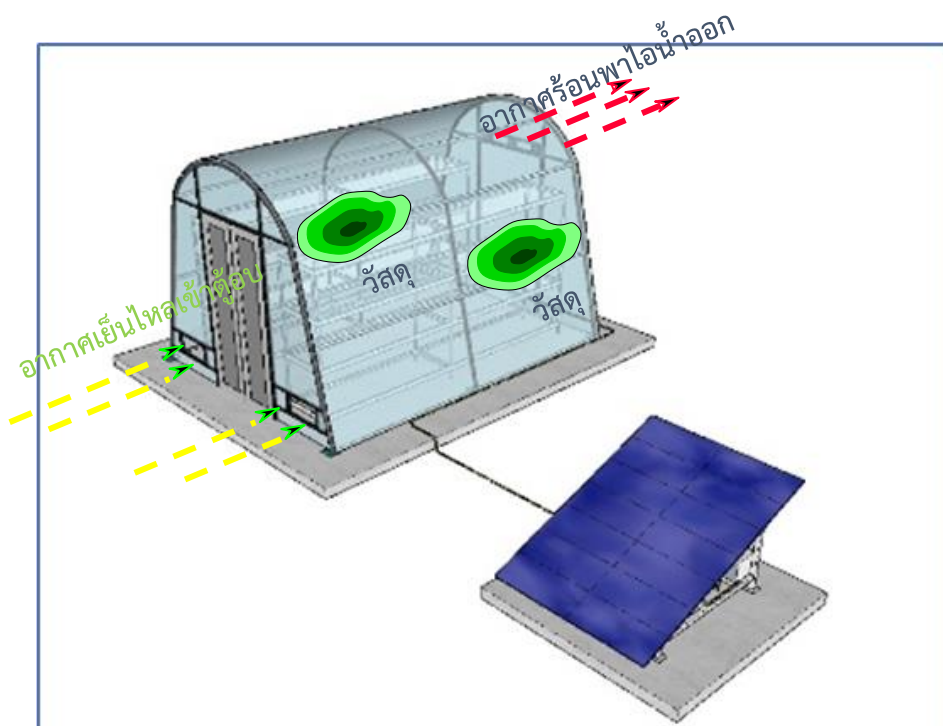
หัวข้อองค์ความรู้ที่นำไปถ่ายทอด	สถานที่ในการอบรม	เวลา (ชั่วโมง)
หัวข้อด้านโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ 1 ครั้ง 2 วัน จำนวน 40 คน		14
- การออกแบบและวัสดุสร้างโรงอบแห้ง	ห้องประชุมหมู่บ้านทับทิม	4
- การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์	ลานอบแห้งขนมนางเล็ด	3
- การอบแห้งและการทำแห้งขนมนางเล็ด	ลานอบแห้งขนมนางเล็ด	4
- การบำรุงรักษาโรงอบแห้ง	ลานอบแห้งขนมนางเล็ด	3
หัวข้อด้านการแปรรูปขนมนางเล็ด 1 ครั้ง 2 วัน จำนวน 40 คน		14
- การแช่ข้าว การนึ่งข้าว และการแปรรูป	ห้องแปรรูปผลิตภัณฑ์กลุ่มฯ	4
- การทำน้ำสมุนไพรประเภทต่างๆ	ห้องแปรรูปผลิตภัณฑ์กลุ่มฯ	3
- การปั้นแผ่นขนมนางเล็ด	ห้องแปรรูปผลิตภัณฑ์กลุ่มฯ	4
- การถนอมอาหารโดยการทอด	ห้องแปรรูปผลิตภัณฑ์กลุ่มฯ	3
หัวข้อด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ 1 ครั้ง 2 วัน จำนวน 40 คน		14
- การเคี้ยวน้ำตาลและการโรยหน้าขนม	ห้องแปรรูปผลิตภัณฑ์กลุ่มฯ	4
- โครงสร้างและการออกแบบบรรจุภัณฑ์	ห้องประชุมหมู่บ้านทับทิม	3
- การสร้างและวางผลิตภัณฑ์ภายในกล่อง	ห้องประชุมหมู่บ้านทับทิม	4
- การปิดผนึกการยืดอายุเก็บรักษา	ห้องประชุมหมู่บ้านทับทิม	3
การจัดจำหน่ายสินค้า 1 ครั้ง 2 วัน จำนวน 40 คน		14
- การจัดทำบัญชีรายรับรายจ่าย	ห้องประชุมหมู่บ้านทับทิม	4
- การทำการตลาด	ห้องประชุมหมู่บ้านทับทิม	3
- การจำหน่ายผ่านสื่อออนไลน์	ห้องประชุมหมู่บ้านทับทิม	4
- การติดตามประเมินผล	ห้องประชุมหมู่บ้านทับทิม	3
รวมระยะเวลาในการจัดฝึกอบรมและบริการวิชาการ		56

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงการ

4.1 เทคโนโลยีโรงอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

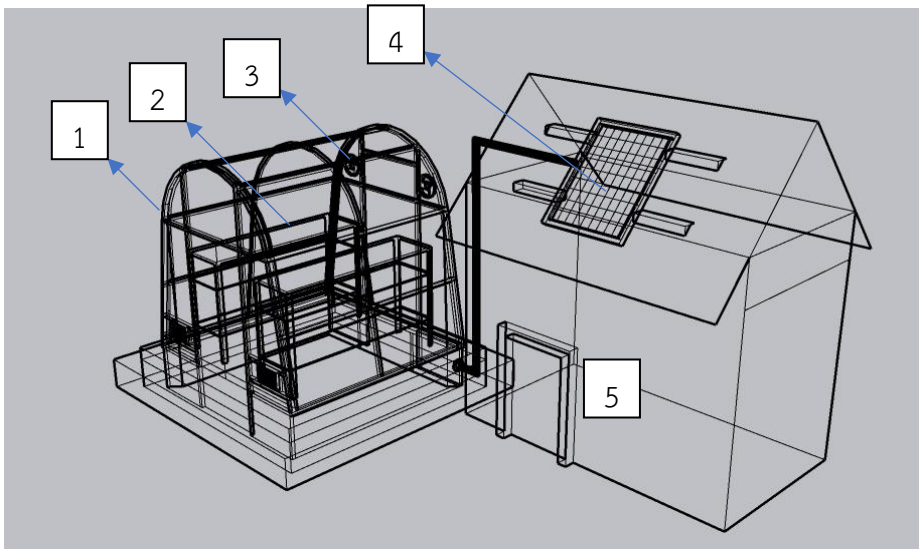
เทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ หลักการทำงานคือ แสงอาทิตย์ส่องผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตเข้าไปในโรงอบแห้ง เมื่อแสงแดดผ่านเข้าโรงอบแห้งจะทำให้อุณหภูมิภายในสูงขึ้น เกิดการถ่ายเทความร้อนไปยังผลิตภัณฑ์ขมมนางเล็ด น้ำที่ระเหยจากขมมนางเล็ดจะลอยตัวและไหลออกทางช่องทางออก อากาศเย็นจากภายนอกจะไหลเข้ามาแทนที่จากด้านหน้าโรงอบแห้ง เกิดการหมุนเวียนอากาศภายในโรงอบแห้ง โดยปกติจะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 60 - 70 องศาเซลเซียส ดังแสดงแบบจำลองการไหลเวียนของอากาศในโรงอบแห้ง ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แบบจำลองการไหลเวียนของอากาศภายในโรงอบแห้งขมมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

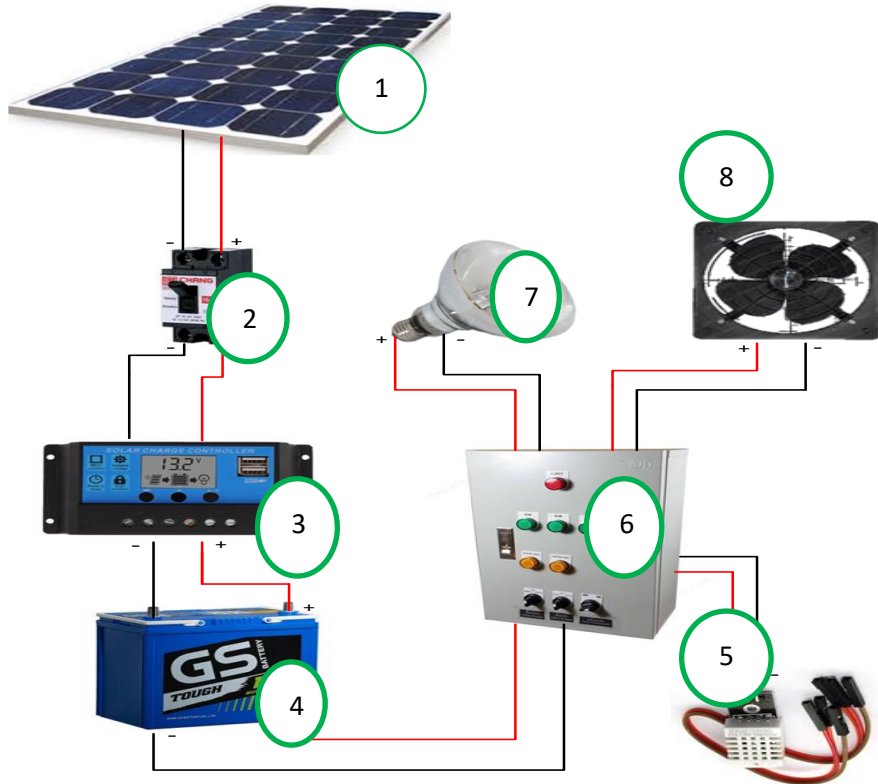
4.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

โรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีขนาด 3 X 4 X 3.5 เมตร (กว้าง X ยาว X สูง) ด้านในโรงอบแห้งติดตั้งชั้นวางขนมนางเล็ดด้านซ้ายและขวา จำนวน 3 ชั้น โรงอบแห้งขนมนางเล็ดสามารถจุขนมนางเล็ดได้ 2,500 ชิ้น/รอบการผลิต ซึ่งมีโครงสร้างและส่วนประกอบ ดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 1) โครงสร้างทำจากเหล็กคาร์บอน 2) ตะแกรงอบแห้งผลิตภัณฑ์ 3) พัฒลระบายความชื้น 4) แผงโซลาร์เซลล์ 5) ห้องควบคุมระบบการทำงาน

4.3 แผงวงจรควบคุมการทำงานของโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และรายละเอียดของอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน แสดงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แผงวงจรควบคุมการทำงานของโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 1) แผงโซลาร์เซลล์ 2) สวิตช์เซอร์กิตเบรกเกอร์ 3) โซลาร์ชาร์จเจอร์ 4) แบตเตอรี่ 5) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ 6) ตู้ควบคุม 7) หลอดไฟ 8) พัดลมระบายอากาศ

ภาพที่ 4.3 แสดงการต่อวงจรควบคุมการทำงานของโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แหล่งสะสมพลังงานจากแบตเตอรี่ เริ่มต้นที่ต่อแผงโซลาร์เซลล์เข้ากับโซลาร์ชาร์จเจอร์ เพื่อให้ประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่โดยผ่านสวิตช์เซอร์กิตเบรกเกอร์ ส่วนเซนเซอร์วัดอุณหภูมิทำหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิภายในโรงอบแห้ง ถ้าอุณหภูมิในโรงอบแห้งต่ำกว่าที่กำหนดหลอดไฟให้ความร้อนก็จะทำงาน

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของอุปกรณ์ในการควบคุมการทำงานของโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

หมายเลข	อุปกรณ์	รายละเอียด
1	แผงโซลาร์เซลล์	เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโปรตอนเป็นพลังงานไฟฟ้า
2	เซอร์กิตเบรกเกอร์	เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าแบบไม่อัตโนมัติ
3	โซลาร์ชาร์จเจอร์	หน้าที่ควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เข้าไปเก็บไว้ยังแบตเตอรี่
4	แบตเตอรี่	เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่จัดเก็บประจุไฟฟ้าสามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า
5	เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ	เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดระดับอุณหภูมิภายในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์
6	ตู้ควบคุม	ทำหน้าที่ควบคุมระบบการทำงานของโรงอบแห้ง
7	หลอดไฟ	ทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิภายในโรงอบแห้ง
8	พัดลมระบายอากาศ	ทำหน้าที่ระบายอากาศโรงอบแห้ง

4.4 การใช้งานโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การใช้งานโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้



4.5 การบำรุงรักษาโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

4.5.1 แผ่นโพลีคาร์บอเนต

ควรทำความสะอาดแผ่นโพลีคาร์บอเนตอยู่เสมอโดยการใช้น้ำสะอาดฉีดพ่นทำความสะอาด 2 ครั้ง/เดือน เพื่อกำจัดฝุ่นละอองที่อาจมาบดบังแสงจากดวงอาทิตย์ เพื่อการรับแสงที่มีประสิทธิภาพ กรณีพบรอยร้าวบริเวณแผ่นโพลีคาร์บอเนต เพื่อป้องกันน้ำฝนรั่วซึม เข้าโรงอบหรืออากาศเข้า ซ่อมแซมโดยใช้ซิลิโคนสีใสปิดป้องกันรอยร้าวดังกล่าว

4.5.2 ระบบพัดลมระบายอากาศ

ควรทำการตรวจสอบการทำงานให้เป็นปกติ หากมีอาการเสียควรรีบดำเนินการซ่อมแซม เพราะจะส่งผลกระทบต่อการระบายความชื้นออกจากโรงอบแห้ง

4.5.3 แผงโซลาร์เซลล์ที่ผลิตกระแสไฟฟ้า

ควรเช็คทำความสะอาดเซลล์รับแสงอาทิตย์อย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง เพื่อกำจัดฝุ่นละอองที่จะมาบดบังแสงอาทิตย์ที่ใช้ผลิตไฟฟ้า ควรทำความสะอาดช่วงเช้าตรู่ ก่อนเวลา 8.00 น. เพื่อให้การผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

4.5.4 ภายในโรงอบและตะแกรงสำหรับตากผลิตภัณฑ์

ควรทำความสะอาดพื้นโรงอบอย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง เพื่อป้องกันการสะสมของเชื้อราและแบคทีเรีย ควรทำความสะอาดกระจัดหรือตะแกรงสำหรับตากขนมนางเล็ดทุกครั้งหลังจากการอบแห้งแล้วเสร็จ เพื่อความสะอาด

4.6 ผลการติดตั้งโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของสมาชิก



ภาพที่ 4.4 ผลการติดตั้งโรงอบแห้งขนมนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

4.7 ผลการใช้งานโรงอบแห้งขนนางเล็ดของกลุ่มสมาชิก

จากการดำเนินโครงการ “การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อยกระดับวิสาหกิจชุมชนการผลิตขนนางเล็ดหมู่บ้านทับทิมสยาม 04 และตำบลเทพรักษา” โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำแห้งขนนางเล็ดของกลุ่มสมาชิกโดยการสร้างโรงอบแห้งขนนางเล็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และติดตั้งพัดลมในการระบายความชื้นและติดตั้งหลอดไฟภายในโรงอบแห้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้ความร้อนโดยการใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์มาประจุไว้ที่แบตเตอรี่และนำกระแสไฟมาใช้งานในระบบ จากการใช้งานของกลุ่มสมาชิก ผลปรากฏว่า กลุ่มสมาชิกสามารถลดการใช้ถ่านไม้ในการให้ความร้อนได้มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ โดยหันมาใช้ความร้อนจากหลอดไฟที่ติดตั้งในระบบ ในขณะเดียวกันในช่วงเวลากลางวันนวัตกรรมที่สร้างขึ้นก็สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพโดยสามารถลดระยะเวลาการทำแห้งขนนางเล็ดจาก 8 ชั่วโมง เหลือระยะเวลาการอบแห้ง 5 ชั่วโมง ส่งผลให้กลุ่มสมาชิกสามารถลดระยะเวลาการทำแห้งและสามารถเพิ่มกำลังการผลิตจากจำนวน 2,000 ชิ้น เป็น 4,000 ชิ้น ได้ จากการขยายขนาดโรงอบแห้งให้ใหญ่ขึ้น ส่งผลให้เพิ่มกำลังการผลิตกลุ่มสมาชิกได้มากขึ้น

4.8 การติดตามผลการนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์

การติดตามประเมินผลการนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ผลปรากฏว่า กลุ่มสมาชิกสามารถใช้งานโรงอบแห้งได้แต่ประสิทธิภาพการให้ความร้อนขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงอาทิตย์ซึ่งยังต้องใช้เชื้อเพลิงจากเตาถ่านเข้าไปช่วยในบางเวลาเพื่อเพิ่มความร้อนในโรงอบแห้ง แต่ก็สามารถลดต้นทุนการใช้ถ่านไม้ได้มากและลดระยะเวลาการทำแห้งได้เร็วขึ้นจากการเพิ่มความร้อนด้วยหลอดไฟและพัดลมดูดความชื้นส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้จากการเพิ่มขนาดของโรงอบแห้งที่ใหญ่ขึ้นและมีระบบการให้ความร้อนกระจายทั่วถึงทั้งโรงอบแห้ง ส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมสามารถลดการตัดไม้ทำลายป่ามาเผาถ่านได้ ชุมชนให้ความสนใจและนำไปใช้ประโยชน์ได้สามารถบูรณาการในการทำแห้งพืชสมุนไพร เช่นตะไคร้ข่อย ขิงข่อยได้ เป็นต้น จากการดำเนินโครงการสมาชิกมีความพึงพอใจต่อการจัดการกิจกรรมในภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 95 และสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์คิดเป็น ร้อยละ 88.40

เอกสารอ้างอิง

- บริษัท เทนเซ็นต์ (ประเทศไทย) จำกัด. 2556. **น้ำมันพืช**. แหล่งที่มา : <https://guru.sanook.com/5704/>. 19 มิถุนายน 2563.
- บริษัท ไทยชูการ์ มิลเลอร์ จำกัด. มปป. **กระบวนการน้ำตาลทรายขาว-ทรายแดง**. แหล่งที่มา : <https://www.thaisugarmillers.com/tsmc-02-02.html>. 19 มิถุนายน 2563.
- บริษัท ทีซัส เอ็กเซลแลนท์ เอ็นจิเนียริง จำกัด. มปป. **พลังงานแสงอาทิตย์ออนไลน์** เข้าถึงได้จาก : http://www.tsus.co.th/product_detail.php?id. 19 มิถุนายน 2563.
- บริษัท SE-EDUCATION PLC., LTD. 2559. **เทคโนโลยีบรรจุหีบห่อ** แหล่งที่มา : <http://www.thailandindustry.com/onlinemag/view2.php?id=732§ion=37&issues=28>. 19 มีนาคม 2564.
- มหาวิทยาลัยเกริก. มปป. **พลังงานแสงอาทิตย์**. แหล่งที่มา : <https://sites.google.com/site/krirkgreen/home>. 19 มิถุนายน 2563.
- โรงเรียนปลายพระยาวิทยาคม. มปป. **น้ำตาลปีบ**. แหล่งที่มา : <https://sites.google.com/site/naphrikphakkrasang/xeksar-thi-keiywkhxng/natal-pib>. 19 มิถุนายน 2563.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. 2552. **นางเล็ด**. แหล่งที่มา : <http://www.royin.go.th/?knowledges>. 19 มิถุนายน 2563.
- สถาบันการจัดการเทคโนโลยีเกษตร. มปป. **ข้าวพันธุ์ กข6**. แหล่งที่มา : <https://www.nstda.or.th/agritec/technology/plant/rice/133-พันธุ์ข้าวเหนียว-กข6-ต้นเตี้ย-ต้านทานโรคไหม้-และโรคขอบใบแห้ง>. 19 มิถุนายน 2563.