มยุรา ล้านไชย จิตตา สาตร์เพ็ชร์ สมศักดิ์ เปรมประสงค์ นรา สุประพัฒน์โภคา ทรงเกียรติ รอดแดง และพฤกษ์ วงศ์พาณิชย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ที่ 3 เทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และ ผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง

ตอนที่ 1

บทนำ

มะม่วงเขียวมรกตปลูกกันแพร่หลายอยู่ที่ อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน มีลักษณะการเจริญเติบโตเร็ว ติดผลง่าย ติดผลดก เป็นมะม่วงที่มีอายุการเก็บเกี่ยวอยู่ได้นานกว่าพันธุ์อื่นๆ คือเริ่มแทงช่อดอกตั้งแต่กลางเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม เก็บผลประมาณเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม เก็บผลผลิตช้ากว่ามะม่วงชนิดอื่นๆ 3 - 4 เดือน ทำให้ขายได้ราคาดีหลังจากมะม่วงพันธุ์อื่นๆ หมดไปจากท้องตลาด (กลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกรอำเภอบ้านโฮ่ง 2547)

มะม่วงเขียวมรกตเกิดจากการกลายพันธุ์โดยธรรมชาติจากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์มะม่วงแก้วกับมะม่วงพันธุ์สามปี เป็นมะม่วงที่มีทรงพุ่มขนาดใหญ่ เจริญเติบโตเร็ว กิ่งก้านใหญ่เหนียวแข็งแรง ลักษณะผลคล้ายมะม่วงแก้ว ปลายผลงอนคล้ายปากนกแก้ว ติดผลเป็นพวง ขั้วผลเหนียว ดังแสดงในรูปที่ 1 เปอร์เซ็นต์การติดผลมาก เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงพันธุ์อื่นๆ ขนาดของผลน้ำหนักโดยเฉลี่ย 250 - 450 กรัม มีเปลือกผลหนากว่ามะม่วงพันธุ์อื่นๆ ทั่วไป ผิวเนียนเรียบ ผลดิบมีสีเขียวมรกต ผลแก่มีสีเขียวเข้ม ผลสุกผิวสีเหลือง เนื้อผลหนาแน่น เนื้อละเอียดสีเหลือง ผลเมื่อแก่จัดมีรสมัน ผลสุกมีรสหวาน สามารถรับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้เป็นอย่างดี ปลูกง่าย เจริญเติบโตได้เร็วจากการเสียบยอดจากมะม่วงต้นตอพันธุ์ตลับนาคเพียงสองปีก็ให้ผลผลิตแล้ว การดูแลเอาใจใส่ก็น้อย ไม่ต้องห่อ (กรมวิชาการเกษตร 2547) ถ้าปีไหนมะม่วงขาดตลาดราคาก็ขึ้นอย่างรวดเร็ว มะม่วงพันธุ์เขียวมรกตจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจที่อายุการเก็บเกี่ยวช้ากว่า หลังจากมะม่วงพันธุ์อื่นหมดจากท้องตลาดแล้วทำให้ขายได้ราคาดีในเดือนสิงหาคม

รูปที่ 1. ลักษณะลำต้น และผลของมะม่วงเขียวมรกต

อย่างไรก็ตามเมื่อมีการปลูกเพิ่มขึ้นจะมีมะม่วงบางส่วนล้นตลาด และการบริโภคสดเป็นความต้องการของตลาดภายในประเทศเท่านั้น ดังนั้นการแปรรูปเป็นมะม่วงอบแห้งจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง และมะม่วงอบแห้งยังเป็นความต้องการของตลาดต่างประเทศอีกด้วย

ดังนั้น การทำให้แห้งจึงเป็นวิธีหนึ่งของการถนอมอาหาร ซึ่งนิยมทำกันทั้งระดับชาวบ้านและอุตสาหกรรมมาช้านานแล้ว การทำให้แห้งมีหลายวิธี เช่น การตากด้วยแสงอาทิตย์ การอบแห้งด้วยลมร้อน และการอบแห้งแบบแช่เย็นเยือกแข็ง เป็นต้น วิธีตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ จะมีความสะดวกและเสียค่าใช้จ่ายน้อย โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย การตากแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบดั้งเดิม เช่น การตากเนื้อ ปลา พืช ผักและผลไม้ ส่วนใหญ่ปัญหาที่เจอจะมีปัญหาในเรื่องฝุ่นละออง มีเชื้อจุลินทรีย์ แมลงวันตอม ซึ่งเป็นพาหะนำเชื้อโรค และทำให้เกิดหนอนขึ้นได้ เมื่อฝนตกหรืออากาศเย็น การตากอาจมีปัญหาเรื่องเชื้อรา เป็นเหตุให้เก็บไว้ได้ไม่นาน ทำให้ผู้บริโภคอาจเจ็บป่วยได้ และได้มีการพัฒนาการอบแห้งโดยใช้ตู้อบจากแหล่งพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง

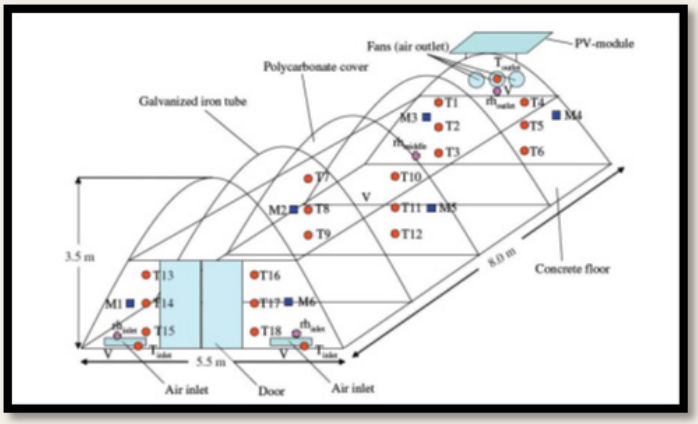
วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์
2. พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตมะม่วงเขียวมรกตอบแห้ง

หลักการการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการอบแห้งผลิตผลโดยใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อระเหยน้ำออกจากผลิตผล โดยทั่วไปจะอาศัยการพาความร้อน (convective heat transfer) โดยทั่วไปสามารถแบ่งการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาความร้อนได้เป็น 2 แบบ คือ แบบการพาความร้อนตามธรรมชาติ (natural convection circulation) ซึ่งอาศัยแรงลอยตัวเนื่องจากการพาความร้อน และแบบการพาโดยการบังคับอากาศ (forced-convection circulation) ซึ่งอาศัยแรงดันจากพัดลมเพื่อพาความร้อนไปยังผลผลิต นอกจากนี้ยังอาจแบ่งชนิดของการอบแห้งตามวิธีการรับรังสีโดยสามารถแบ่งได้ 4 แบบ ได้แก่ แบบรับรังสีโดยตรง (direct) แบบรับรังสีโดยอ้อม (indirect) แบบผสม (direct-indirect) แบบเรือนกระจก (greenhouse) (เสริม จันทร์ฉาย 2540)

สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทาง วว. ได้ออกแบบในครั้งนี้จะใช้รูปแบบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ตามวิธีการรับรังสีแบบเรือนกระจก ระบบอบแห้งนี้จะมีลักษณะเป็นโรงเรือน ซึ่งปิดคลุมด้วยวัสดุโปร่งแสง เช่น กระจก หรือพลาสติกชนิดต่างๆ เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ส่องผ่านวัสดุดังกล่าวเข้าไปตกกระทบยังผลิตภัณฑ์ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา แต่รังสีดังกล่าวผ่านแผ่นวัสดุโปร่งแสงออกมาได้น้อยทำให้ความร้อนถูกกักเก็บอยู่ภายใน อุณหภูมิอากาศภายในจึงสูงขึ้น ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งได้เร็ว โดยความชื้นที่ออกมาจากผลิตภัณฑ์จะมีพัดลมดูดอากาศเพื่อระบายความชื้นที่ระเหยจากผลิตภัณฑ์ออกมาสู่อากาศแวดล้อมภายนอก ตัวอย่างระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก แสดงในรูปที่ 2

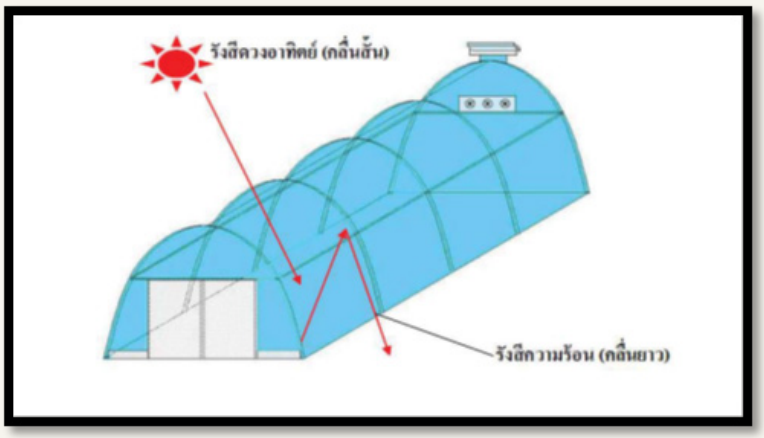


ที่มา: Janjai *et, al.* (2009)

รูปที่ 2. ระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก ซึ่งพัฒนาที่มหาวิทยาลัยศิลปากร

หลักการทำงานของระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก

เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบระบบอบแห้งจะส่งผ่านแผ่นพอลิคาร์บอเนตไปยังผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในชั้นวาง บางส่วนจะตกกระทบพื้นของระบบอบแห้ง ทำให้ภายในระบบอบแห้งมีอุณหภูมิสูงขึ้น และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา แต่เนื่องจากรังสีอินฟราเรดเป็นรังสีคลื่นยาวซึ่งส่วนมากไม่สามารถผ่านแผ่นพอลิคาร์บอเนตออกไปภายนอกได้ จึงเก็บกักอยู่ภายในระบบอบแห้ง อุณหภูมิภายในส่วนอบแห้งจึงสูงขึ้น ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกมา และถูกพัดลมดูดอากาศด้านหลังของระบบอบแห้งดูดออกไปภายนอก อากาศแวดล้อมจะไหลผ่านช่องระบายอากาศด้านหน้าเข้ามาแทนที่ ดังแสดงในรูปที่ 3 ความชื้นของผลิตภัณฑ์จึงค่อยๆ ลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้รับพลังงานทั้งจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบโดยตรง และจากอากาศร้อนภายในส่วนอบแห้ง ดังนั้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งเร็วกว่าการตากแดดโดยวิธีธรรมชาติ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ภายในระบบอบแห้งยังไม่ถูกรบกวนจากสิ่งสกปรกและการเปียกฝนด้วย



รูปที่ 3. หลักการทำงานของระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก

วิธีการ

การสร้างต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

ทางกลุ่มจึงมีความประสงค์ที่จะให้ทาง วว. พัฒนาระบบตู้อบมะม่วงที่ประหยัดพลังงาน มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยที่ต่ำ และกระบวนการแปรรูปมะม่วงที่ถูกวิธี รวมทั้งการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นเอกลักษณ์ และเป็นบรรจุภัณฑ์ต้นแบบในการทดลองตลาดของกลุ่ม

วว. ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญกับการถนอมอาหาร โดยได้ปรึกษากับผู้ประกอบการและให้แนวคิดในการสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นลักษณะตู้อบที่ได้มาตรฐาน เป็นตู้อบระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก ตัวโครงสร้างของตู้จะวางบนฐานซีเมนต์ที่มีขนาดความกว้าง 4,639.60 x ยาว 6,654 x สูง 100 มิลลิเมตร ตัวโครงสร้างของตู้อบมีขนาดความกว้าง 4,050 x ยาว 6,057 มิลลิเมตร โครงสร้างของเหล็กขนาด 50x30 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4

- ส่วนประกอบของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์จะประกอบด้วย

1. แผ่นพอลิยูรีเทน (Polyurethane) 1 ชิ้น

แผ่นพอลิคาร์บอเนต เป็นพลาสติกที่มีความโปร่งใสและแข็งมาก ต้านทานการขีดข่วนได้ดี จึงมักใช้ทำผลิตภัณฑ์แทนแก้วหรือกระจก โดยมีสมบัติทั่วไป ดังนี้ มีความใสคล้ายกระจก มีความแข็ง เหนียว และยืดเกาะตัวดีมาก คงรูปดี เป็นฉนวนไฟฟ้าอย่างดี ทนความร้อนได้สูง จึงใช้แทนกระจกได้เป็นอย่างดี และไม่ติดไฟแต่จะทำให้ไฟดับ

สำหรับแผนพอลิคาร์บอเนตที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ มีลักษณะเป็นแผ่นใส คลุมโครงสร้างทั้งหมดของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ มีขนาดความหนา 2 มิลลิเมตร

2. โต๊ะสำหรับวางของ (table) 8 ชิ้น

โต๊ะสำหรับวางของที่ใช้สำหรับอบในตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ มีขนาดความกว้าง 1,013.81 x ยาว 1,413.81 x สูง 805 มิลลิเมตร ใช้โครงสร้างเหล็กขนาด 30x30 มิลลิเมตร

3. ประตูเลื่อน (slide door) 2 ชิ้น

ประตูเลื่อนที่ใช้จะมีขนาด ความกว้าง 1,230 x ยาว 1,800 มิลลิเมตร ตัวโครงสร้างที่ใช้สำหรับการเลื่อนของประตูจะมีความยาว 2,910 มิลลิเมตร ตัวแผ่นประตูจะใช้เป็นแผ่นพอลิคาร์บอเนต ซึ่งมีคุณสมบัติแผ่นพอลิคาร์บอเนต เป็นพลาสติกที่มีความโปร่งใสและแข็งมาก ต้านทานการขีดข่วนได้ดี ซึ่งมักใช้ทำผลิตภัณฑ์แทนแก้วหรือกระจก

4. แผงโซลาร์เซลล์ (Solar panel) 1 ชิ้น

แผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้ใน 1 แผง จะมีขนาด 300x300 มิลลิเมตร ตัวฐานใช้โครงเหล็กที่สูง 805 มิลลิเมตร

5. พัดลมระบายอากาศ (fan) 1 ชิ้น

รูปที่ 4. ต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน

สำหรับการพัฒนาสูตร กระบวนการผลิตมะม่วงเขียวมรกตอบแห้ง และผลการทดลองที่ได้จากการผลิตตู้อบและผลการผลิตมะม่วงอบแห้งจะเป็นอย่างไรนั้น โปรดติดตามได้ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฉบับถัดไป

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกรอำเภอบ้านโฮ่ง. 2547. ประวัติที่มาของมะม่วงเขียวมรกต เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การผลิตมะม่วงเขียวมากรแบบ GAP 16 กุมภาพันธ์ 2549. ลำพูน: กลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกรอำเภอบ้านโฮ่ง, 3 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เขียวมรกต. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร, 44 หน้า.

เสริม จันทร์ฉาย. 2540. เอกสารประกอบการสอนวิชาการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์. นครปฐม: ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Janjai, S., Lamlert, N., Intawee, P., Mahayothee, B., Bala, B.K., Nagle, M. and Muller, J., 2009. Experimental and simulated performance of a PV-ventilated solar greenhouse dryer for drying of peeled longan and banana. *Solar Energy*, **83**, pp. 1550-1565.