

การพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

ตอนที่
2

และ ผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง

ในวารสารฉบับที่ผ่านมา ท่านผู้อ่านได้ทำความรู้จักมะม่วงเขียวมรกต ได้ทราบถึงที่มาของการวิจัยและพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง และวิธีการสร้างต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์กันมาแล้ว ในวารสารฉบับนี้ เรามาเรียนรู้การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตมะม่วงเขียวมรกตอบแห้ง และผลการผลิตมะม่วงอบแห้งกัน

การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตมะม่วงเขียวมรกตอบแห้ง

การเตรียมวัตถุดิบ

1. การคัดเลือกวัตถุดิบ
 - > พันธุ์มะม่วงเขียวมรกต
 - > สุกห้าม เนื้อต้องไม่นิ่มและ
2. การทำความสะอาด
 - > ล้างด้วยน้ำสะอาด การปอกเปลือก การตากแห้งและการตัด การหั่น การลวก

การทำผลไม้เชื่อม มี 3 วิธี

วิธีที่ 1 การเชื่อมแบบเร็ว

ต้มผลไม้ที่เตรียมไว้ในน้ำเชื่อมอย่างเข้มข้นจนงวด การต้มจะใช้ไฟอ่อน และค่อยๆ เคี่ยวไป จนน้ำเชื่อมเริ่มเข้มข้น และน้ำเชื่อมเข้าไปในเนื้อผลไม้เต็มที่ วิธีนี้ไม่เหมาะกับผลไม้ที่มีเนื้อนิ่ม และเลาะง่าย รสชาติและสีของผลไม้จะหายไปจากเดิม

วิธีที่ 2 การเชื่อมแบบช้า

ผลไม้จะถูกให้ความร้อนในเวลาสั้นๆ จากนั้นจะแช่ทิ้งไว้ในน้ำเชื่อมประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วเพิ่มความเข้มข้นของน้ำเชื่อมขึ้น จนกระทั่งความเข้มข้นของน้ำเชื่อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 วิธีนี้จะได้ผลิตภัณฑ์ดีกว่าวิธีแรก แต่ใช้เวลานาน

วิธีที่ 3 การเคี่ยวผลไม้ในระบบสุญญากาศ

โดยการใช้เทคโนโลยีซึ่งต้องมีการลงทุนด้านเครื่องจักร ผลไม้จะถูกนำมาต้มจนเนื้อนุ่มก่อนที่จะใส่ลงในน้ำเชื่อม ต่อมาเพิ่มความเข้มข้นภายใต้สุญญากาศจนความเข้มข้นสุดท้ายเป็นร้อยละ 65-75 วิธีนี้จะรักษาสีและรสชาติของผลไม้ได้ดีกว่า 2 วิธีแรก

กระบวนการผลิตมะม่วงแช่อิ่มอบแห้ง แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมเนื้อผลไม้สำหรับการแช่อิ่ม

1. เตรียมมะม่วงสุกห่าม (ไม่ละ) ทั้งลูก 10 กิโลกรัม (จะได้เนื้อมะม่วง 6 กิโลกรัม)
2. ปอกเปลือกและฝานเป็นชิ้นตามความยาวของผลมะม่วง (0.5 เซนติเมตร)
3. แช่ในสารละลาย 5 ลิตร สำหรับมะม่วง 6 กิโลกรัม

การเตรียมอัตราส่วนสารละลาย

1. น้ำสะอาด 5 ลิตร
2. แคลเซียมคลอไรด์ 100 กรัม
3. กรดมะนาว (กรดซิตริก) 50 กรัม

วิธีการเตรียมสารละลาย

1. นำน้ำมาผสมกับแคลเซียมคลอไรด์ และกรดซิตริกผสมรวมกันให้เข้ากัน
2. นำมะม่วงที่เตรียมไว้ลงแช่ประมาณ 1 ชั่วโมง โดยหาถุงใส่น้ำทับไว้ ปิดฝา

ขั้นตอนที่ 2 การแปรรูปมะม่วงแช่อิ่มอบแห้ง

1. นำมะม่วงที่ผ่านการแช่สารละลายแช่ในน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นร้อยละ 40 ระยะเวลา 1 คืน
2. หลังจากผ่านไป 1 คืน แช่ในน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นร้อยละ 45 ระยะเวลา 1 คืน
3. หลังจากผ่านไป 2 วัน ทำเช่นเดียวกับวันที่ 2 เพิ่มความเข้มข้นเป็นร้อยละ 50 ระยะเวลา 1 คืน
4. วันที่ 4 ล้างมะม่วงด้วยน้ำอุ่น จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน จากนั้นบรรจุในภาชนะที่เตรียมไว้

การเตรียมน้ำเชื่อม

>> การทำน้ำเชื่อมสำหรับการแช่อิ่มที่มีความเข้มข้น 40 บริกซ์

1. น้ำตาลทราย 2 กิโลกรัม
2. กรดซิตริก หรือกรดมะนาว 25 กรัม
3. โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.4 กรัม
4. น้ำสะอาด 3 ลิตร

>> การทำน้ำเชื่อมสำหรับการแช่อิ่มที่มีความเข้มข้น 45 และ 50 บริกซ์

1. หลังจากแช่มะม่วง 1 คืน ให้นำมะม่วงออกสะเด็ดน้ำ 5 นาที
2. นำน้ำเชื่อมที่เหลือใส่ลงกลับหม้อเดิม เตรียมน้ำเชื่อมเดิมโดยทำเหมือนกับ 40 บริกซ์ (วันแรก)
3. เมื่อเตรียมเสร็จแล้วนำมะม่วงลงแช่ในหม้อตามเดิม

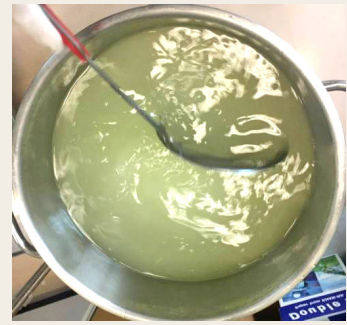
ขั้นตอนการผสมน้ำเชื่อมสำหรับการแช่อิ่ม

1. ต้มน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ใส่ส่วนผสมต่างๆ คนให้ละลาย
2. เมื่อผสมกันเรียบร้อยแล้ว รอให้อุ่น นำไปแช่อิ่มได้เลย

กระบวนการ ผลิตมะม่วงแช่อิ่ม อบแห้ง



1. วันที่ 1 ล้างมะม่วงและสารละลาย



2. ทำน้ำเชื่อม 40 ปริกซ์



3. นำมะม่วงลงแช่อิ่มในหม้อ ใช้จานและ
ถุงใส่น้ำทับกันมะม่วงลอย



4. วันที่ 2 และ 3 ตักมะม่วงขึ้นจากน้ำ
เชื่อมและสะเด็ดน้ำ 5 นาที



5. ต้มน้ำเชื่อมที่เหลืออยู่แล้วเติมน้ำตาล เพื่อ
เพิ่มความเข้มข้นลงไป ทำน้ำเชื่อม 50 ปริกซ์



6. นำมะม่วงที่สะเด็ดน้ำล้างแช่เหมือนเดิม
เป็นเวลา 1 คืน



7. นำขึ้นจากน้ำเชื่อมสะเด็ดน้ำ 5 นาที
เตรียมน้ำล้างสำหรับล้างก่อนอบใน
อัตราส่วน 2 : 1



8. นำไปอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์



9. นำไปอบตู้อบลมร้อน ใช้เวลาในการ
อบประมาณ 1 คืน (จนแห้ง)



10. ลักษณะมะม่วงแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่าน
การอบแห้ง



11. บรรจุลงในถุงซิปปพร้อมติดสติ๊กเกอร์
เพื่อจำหน่าย

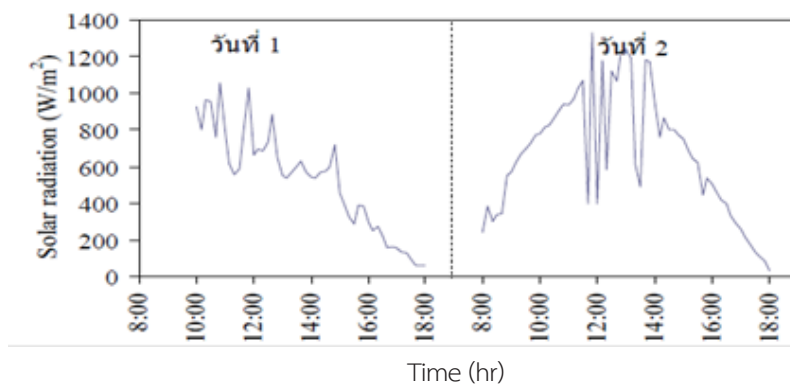
รูปที่ 1. ขั้นตอนกระบวนการแช่อิ่มอบแห้ง

ผลการทดลองที่ได้จากการผลิตตูบและผลการผลิตมะม่วงอบแห้ง

การทดลองตูบพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่ออบมะม่วงแช่เย็นในระบบอบแห้ง

ทิศทางของการวางตัวของระบบอบแห้งที่ติดตั้งบริเวณพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลเหล่ายาว อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน มีการวางตัวในทิศเหนือ/ใต้ ทำให้ตลอดทั้งวันผลิตภัณฑ์ภายในระบบอบแห้งจะได้รับแสงอย่างสม่ำเสมอ ในช่วงของการ

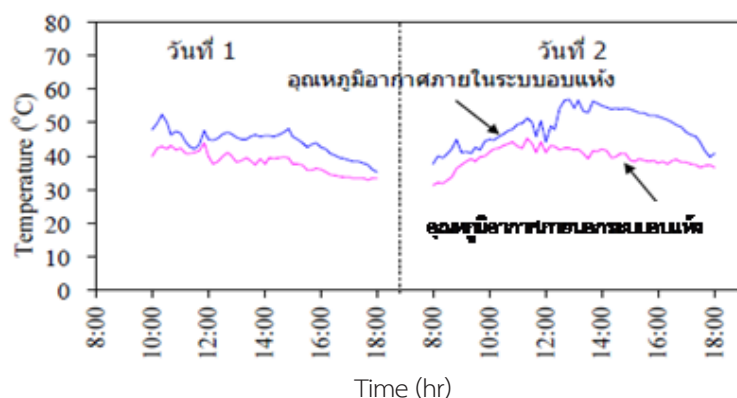
ทดลองอบแห้ง พบว่าความเข้มรังสีอาทิตย์ค่อนข้างสูง โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1,250 วัตต์/ตารางเมตร จะสังเกตได้ว่าในช่วงวันที่ 2 ของการทดลองมีปริมาณความเข้มรังสีอาทิตย์สูงกว่าวันที่ 1 ของการทดลอง โดยวันที่ 1 ของการทดลองมีปริมาณความเข้มรังสีอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากสภาพท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมอยู่ตลอดทั้งวัน ในขณะที่วันที่ 2 ของการทดลองมีอากาศแจ่มใส ปริมาณรังสีอาทิตย์จึงมีความสม่ำเสมอทั้งวัน ดังแสดงรูปที่ 2



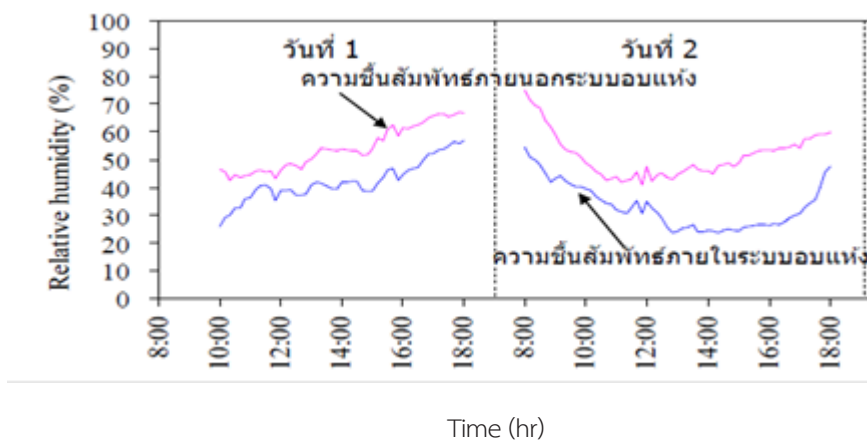
รูปที่ 2. ปริมาณรังสีอาทิตย์ในช่วงที่ทำการทดลองที่ระบบอบแห้งฯ

ในส่วนของอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในระหว่างการทดลองอบมะม่วงแช่เย็น พบว่าในวันที่ 1 ของการอบแห้ง อุณหภูมิภายในระบบอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 47 - 54 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมประมาณ 5 - 10 องศาเซลเซียส จะสังเกตได้ว่าอุณหภูมิอากาศภายในระบบอบแห้งตลอดทั้งวันของวันที่ 2 ของการทดลอง มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมมาก เนื่องจากมีปริมาณความเข้มรังสีอาทิตย์ที่สูง โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 60 องศา-

เซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมถึง 20 องศาเซลเซียส สำหรับความชื้นสัมพัทธ์อากาศในระบบอบแห้ง พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ภายในระบบอบแห้งมีค่าต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอบแห้งตลอดช่วงที่ทำการทดลอง โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 18 - 56 ซึ่งเป็นความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมแก่การอบแห้ง สามารถทำให้มะม่วงอยู่ภายในระบบอบแห้งแห้งได้ไวว่าการตากแดดตามธรรมชาติ ดังแสดงรูปที่ 3 และ 4



รูปที่ 3. อุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกอบแห้งฯ



รูปที่ 4. ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในและภายนอกระบบอบแห้ง

จากกราฟการแห้งของมะม่วงที่ทำการทดลองโดยตั้งบริเวณพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลเหล่ายาว อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดลำพูน พบว่าความชื้นเริ่มต้นของมะม่วงเขียวมรกตที่นำมาทำการอบแห้งมีค่าเริ่มต้นอยู่ที่ประมาณร้อยละ 45 w.b. และการลดลงความชื้นของมะม่วงมีการลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงที่ทำการทดลอง จนกระทั่งได้มะม่วงเขียวมรกตที่ตากภายในระบบอบแห้งมีความชื้นสุดท้ายที่ร้อยละ 17 w.b. ซึ่งใช้ระยะเวลาในการ

ตากทั้งหมด 2 วัน การลดลงของความชื้นนี้สอดคล้องกับปริมาณความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ โดยจะเห็นว่า เมื่อปริมาณความเข้มรังสีแสงอาทิตย์สูง อุณหภูมิอากาศจะมีค่าสูง ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีค่าต่ำ ความชื้นจากผลิตภัณฑ์จึงสามารถถ่ายเทไปยังอากาศได้มาก ดังนั้นระยะเวลาในการอบแห้งผลิตภัณฑ์จึงสั้นลง



อุณหภูมิอากาศภายในเฉลี่ย	52.8	องศาเซลเซียส
ความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในร้อยละ	22.2	
อุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย	48.9	องศาเซลเซียส
ความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอกร้อยละ	27.9	
น้ำหนักผลิตภัณฑ์	1.675	กิโลกรัม
น้ำหนักเริ่มต้น	2.272	กิโลกรัม

รูปที่ 5. การแสดงรายละเอียดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และน้ำหนักผลผลิต ตามระบบสภาวะการอบแห้ง

สรุปผลการทดลอง

วว. ได้ดำเนินโครงการการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยออกแบบสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นลักษณะตู้อบที่ได้มาตรฐานเป็นตู้อบบรรบอบแห้งแบบเรือนกระจก รวมไปถึง

ถึงการคิดค้นในส่วนของการพัฒนาสูตรกระบวนการแปรรูป การแช่ส้มมะม่วงเขียวมรกตอบแห้ง เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตและสร้างรายได้ให้แก่กลุ่มเกษตรกร



รูปที่ 6. การถ่ายทอดเทคโนโลยีพัฒนาสูตรและกระบวนการแปรรูปมะม่วงแช่อิ่มอบแห้ง ให้กับกลุ่มองค์การบริหารส่วนตำบลเหล่ายาว อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดลำพูน

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกตอำเภอบ้านไผ่. 2547. ประวัติที่มาของมะม่วงเขียวมรกต. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การผลิตมะม่วงเขียวมรกตแบบ GAP 16 กุมภาพันธ์ 2549. ลำพูน: กลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกตอำเภอบ้านไผ่, 3 หน้า.

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

เสริม จันทน์ฉาย. 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.