Agricultural Sci. J. 48 : 3 (Suppl.) : 63-67 (2017) ว. วิทย. กษ. 48 : 3 (พิเศษ) : 63-67 (2560)

ทดสอบและพัฒนาเครื่องลดความชื้นสำหรับผลิตมะไฟจีนแห้ง

Test and Development Dryer for Wampee Products

เกรียงศักดิ์ นักผูก[1] สถิตย์พงศ์ รัตนคำ[1] และ นิสิต บุญเพ็ง[2]

Kiangsak Nukpook[1], Satitpong Rattanakam[1] and Nisit Bunpeng[2]

Abstract

Dryer for wampee products consists of 4 major parts : 1) dehydrated cabinet 2) electric fan with 0.75 kW motor 3) 12 stories of trays and 4) controller set. The dryer was designed by using recycling heated air that could recycle maximum heated air at 53.58%. The result found that it saved gas for 32.5%. The drying room worked at 3.49 ± 0.08 m/sec of wind speed. Average fresh weight of wampee is 26.8 ± 4.3 g/fruit : consists of flesh 73.1 ± 5.2% and seed 26.9 ± 5.2%. After drying, flesh was 12.6 ± 1.1%. For wampee preserve drying, from starting to 9 hours, the dryer used highest gas consumption rate. During 9-15 hours after starting it would reduced. The average usage gas was 5,967 g/time. There was exponential equation relation between the percent moisture of wampee and drying time at 99 % of confidence. The dried wampee preserve has 24.2 ± 1.7% of moister. When observed the opinion of wampee production group, the result showed that the dryer was not effect to color, texture and taste of wampee preserve. Furthermore, the color of wampee after drying by dryer was better than drying in the sun.

Keywords: Wampee , Dried Wampee, Wampee Processing

บทคัดย่อ

เครื่องลดความชื้นสำหรับผลิตมะไฟจีนแห้งแบบตู้สี่เหลี่ยม มีโครงสร้างหลักสำคัญ 4 ส่วน คือ โครงตู้สี่เหลี่ยมพร้อมชุดพัดลมมีต้นกำลังมอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์ ชั้นวางถาด จำนวน 12 ชั้น และมีตู้ควบคุมการทำงาน ออกแบบให้นำลมร้อนกลับมาใช้ใหม่บางส่วน การทดสอบการทำงานของเครื่องลดความชื้นและทดสอบลดความชื้นมะไฟจีน พบว่า สามารถนำลมร้อนหมุนเวียนกลับมาใช้สูงสุด 53.58 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการประหยัดแก๊สหุงต้มลงประมาณ 32.5 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วลมภายในห้องลดความชื้น มีค่าเฉลี่ยความเร็วลม 3.49±0.08 เมตร/วินาที ผลสดมะไฟจีนมีน้ำหนักเฉลี่ย 26.8±4.3 กรัม แบ่งเป็นเนื้อผลเฉลี่ย 73.1±5.2 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เป็นเมล็ดเฉลี่ย 26.9±5.2 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อมะไฟจีนหลังลดความชื้นจนแห้งสนิทเฉลี่ย 12.6±1.1 เปอร์เซ็นต์ การลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อมช่วงเริ่มต้น 0-9 ชั่วโมง มีอัตราการใช้แก๊สหุงต้มสูง จนถึงช่วงเวลา 9-15 ชั่วโมง มีอัตราการใช้แก๊สลดลง การใช้แก๊สหุงต้มโดยเฉลี่ยในการลดความชื้น 5,967 กรัม/ครั้ง อัตราการลดลงของความชื้นมีความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเวลาการลดความชื้นเป็นสมการเอกซ์โพเนนเชียล มีค่าความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ มะไฟจีนเชื่อมแห้งมีความชื้นเฉลี่ย 24.2±1.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพินิจด้วยสายตาของผู้ที่มีความชำนาญในกลุ่มผู้แปรรูป มีสีที่ดูสดกว่าการตากแดด ความนิ่มเนื้อและรสชาติไม่แตกต่างกับการตากแดด

คำสำคัญ: มะไฟจีน มะไฟจีนแห้ง การแปรรูปมะไฟจีน

คำนำ

มะไฟจีน (Wampee) มีชื่อวิทยาศสตร์ Clausena lansium อยู่ในวงศ์เดียวกับส้ม (Family Reaceae) มีผลเป็นพวงเหมือนมะไฟ มีกลิ่นเฉพาะตัว เป็นไม้ผลขนาดกลางสูงประมาณ 5-8 เมตร ใบ กว้างประมาณ 5-8 เซนติเมตร ยาว 8-10 เซนติเมตร ใบประกอบ แตกใบแบบสลับ มี 7-9 ใบ ผลใกล้เคียงกับทรงกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.25-2 เซนติเมตร ผิวเรียบมีขนเล็กๆที่ผิวนอก เปลือกบาง ผลอ่อนสีเขียว สุกสีเหลือง แก่จัดออกสีน้ำตาล เนื้อสีขาวติดเปลือก เมล็ดล่อน สีเขียว ปลายเมล็ดสีน้ำตาล ขนาดเมล็ดกว้าง 0.3 -0.5 เซนติเมตร ยาว 0.7-1 เซนติเมตร หนา 0.2 -0.4 เซนติเมตร มี 0-5 เมล็ด/ผล มีถิ่นกำเนิดจากประเทศจีน ปัจจุบันมะไฟจีนได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชพื้นเมืองท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัด

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่สถาบันเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร 235 หมู่ 3 ต.แม่เหียะ อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

1Agricultural Engineer Research Center Chiang Mai : Agricultural Engineer Research Institute: Department of Agriculture

[2]สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร 225 หมู่ 3 ต.แม่เหียะ อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

[2]Office of Agricultural Development Region 1 Chiang Mai : Department of Agriculture

น่าน ผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแปรรูปมีคุณสมบัติในการละลายเสมหะ แก้ไอ (พรรณผกา และคณะ , 2551) แต่สาเหตุที่ยังไม่มีผลมะไฟจีนสดแพร่หลายในท้องตลาด เนื่องจากมะไฟจีนส่วนมากเปลือกบางและเสียหายได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง จึงมีการแปรรูปมะไฟจีนสดให้เป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้งโดยการตากแดดเท่านั้น มีรสชาติอร่อย มีกลิ่นเฉพาะตัว และเป็นของฝากที่ขึ้นชื่อของจังหวัดน่าน (มลิวรรณ์ และคณะ 2551) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีนของกลุ่มแปรรูปมะไฟจีน ตำบลท่าน้าว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน เพื่อหาแนวทางพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีนในสภาพกาลปัจจุบันของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้ง พบว่า ปัญหาด้านการผลิตที่สำคัญได้ แก่ ปัญหาการตากแดดในฤดูฝนซึ่งเป็นฤดูกาลของมะไฟจีนทำให้มีวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เสียหาย ปัญหาด้านผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งเกิดสีคล้ำเมื่อเก็บไว้นานเกิน 5 เดือน เพื่อแก้ปัญหาการตากในฤดูฝนได้สร้างต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดอมมะไฟจีนที่ใช้มะไฟจีนเชื่อมแห้งตกเกรด มีสีคล้ำ มีตำหนิเนื่องจากโดนฝนขณะตากเป็นวัตถุดิบในการผลิต และได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำเม็ดอมมะไฟจีนให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปมะไฟจีนบ้านกอก ซึ่งสามารถรับเทคโนโลยีไปผลิตได้ทันทีและได้รับการตอบรับทางการตลาดดีมาก ช่วยแก้ปัญหาและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ไม่ได้คุณภาพได้เป็นอย่างดี การแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมตากแห้งเป็นที่นิยมในปัจจุบัน พบว่า มีปัญหาในระหว่างการตากแห้ง เนื่องจากผลมะไฟจีนเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝน สภาพอากาศมีความชื้นสูง บางวันไม่มีแสงแดด การตากแห้งโดยใช้แสงแดดจึงไม่เพียงพอ ทำให้มีผลผลิตเสียหาย อีกทั้งกลุ่มผู้แปรรูปมะไฟจีนได้ให้ข้อมูลว่าการใช้ตู้อบ ในการทำมะไฟจีนเชื่อมแห้ง โดยใช้อุณหภูมิสูง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แห้งแข็งและมีสีดำคล้ำ ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด จึงไม่สามารถใช้ความร้อนสูงในการทำมะไฟจีนเชื่อมแห้งได้ (พรรณผกา และคณะ , 2552) ดั้งนั้น การทดสอบและพัฒนาเครื่องลดความชื้นมะไฟจีน จึงมีความจำเป็นที่ต้องทดสอบหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการลดความชื้น โดยประมาณในช่วง 40-70 องศาเซลเซียส เพื่อให้คงคุณค่าทางอาหารรักษากลิ่นและรสสัมผัสของผลิตภัณฑ์และเป็นการสนับสนุนการปลูกมะไฟจีนของเกษตรกรจังหวัดน่าน ตามนโยบายส่งเสริมพืชท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัด

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสร้างและทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อมให้เป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ซึ่งเดิมทีกลุ่มผู้แปรรูปใช้วิธีทำแห้งด้วยการตากแดดในโรงตาก โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย คือ

1.ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม มีโครงสร้างหลักสำคัญ 4 ส่วน มีแนวคิดในการออกแบบเป็นการลดความชื้นแบบชั้นบาง คือ มีถาดที่ใส่มะไฟจีนเชื่อม 12 ชั้น มีช่องเป่าลมร้อนออกมาจากผนังด้านข้างของเครื่องลดความชื้น และออกแบบให้มีการนำอากาศร้อนกลับมาใช้ใหม่บางส่วน เพื่อให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น

2.1 ทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟจีน เพื่อหาค่าการกระจายอุณหภูมิลมร้อนในเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส วัดอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้นจำนวน 5 จุด คือ ชั้นที่ 11 ด้านซ้าย T1 ด้านขวา T2 ชั้นที่ 6 ตรงกลาง T3 ชั้นที่ 1 ด้านซ้าย T4 ด้านขวา T5 และได้เก็บข้อมูล T_d คือ อุณหภูมิภายนอกกระเปาะแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม ทดสอบ 2 กรรมวิธี คือ ทดสอบโดยเปิดปล่องลมร้อนทิ้งพร้อมกับปิดปล่องอากาศเวียนกลับและการทดสอบโดยปิดปล่องลมร้อนทิ้งพร้อมกับเปิดปล่องอากาศเวียนกลับการทดสอบทำติดต่อกันระยะเวลา 5 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้นทุกๆชั่วโมง

2.2 ทดสอบหาปริมาณลมร้อน โดยวัดความเร็วลมที่ปลายทางเข้าของท่อลมร้อนเข้า ซึ่งที่ท่อลมทางเข้าพัดลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เมตร ทำการวัดความเร็วลม 5 จุด โดยวัดในสองกรณี คือ วัดความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม ปิดท่อลมเวียนกลับพร้อมกับเปิดท่อลมทิ้ง และวัดความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม เปิดท่อลมเวียนกลับพร้อมกับปิดท่อลมทิ้ง

2.3 ทดสอบวัดความเร็วลมที่ออกจากช่องลมภายในห้องลดความชื้น มีขนาดช่องกว้าง 1 มิลลิเมตร ยาว 40 มิลลิเมตร โดย วัดความเร็วลมที่พุ่งออกมาที่ระยะห่างจากช่องลมบนผนังด้านข้าง 50 มิลลิเมตร ทำการวัด 12 ชั้นๆ ละ 6 จุด จุดที่ 1 ผนังด้านขวา วัดตรงช่องลมออกด้านในสุด จุดที่ 2 วัดที่ช่องลมออกตรงกึ่งกลาง และ จุดที่ 3 วัดที่ช่องลมออกนอกสุด สำหรับ จุดที่ 4-6 วัดในตำแหน่งเดียวกันของผนังอีกข้างจากในออกมานอกเช่นกัน เพื่อหาค่าเฉลี่ยความเร็วลมของลมในห้องลดความชื้น

3 หาสัดส่วนองค์ประกอบโดยน้ำหนักของผลมะไฟจีน โดยสุ่ม 1 ผล/ตัวอย่าง จำนวน 50 ตัวอย่าง โดยหาค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนที่เป็นเนื้อ เมล็ดผลสด และน้ำหนักเนื้อแห้งต่อน้ำหนักทั้งผลสด

4. การทดสอบลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อม โดยใช้มะไฟจีนเชื่อมบรรจุลงถาดละ 4 กิโลกรัม จำนวน 12 ถาด ตั้งอุณหภูมิเครื่องลดความชื้นคงที่ 60 องศาเซลเซียส ทำการคนมะไฟจีนในถาดทุก 3 ชั่วโมง หลัง 12 ชั่วโมง ทำการคนทุก 1

ชั่วโมง ใช้เวลาในการลดความชื้นทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลทุก 3 ชั่วโมง ในส่วนของน้ำหนักมะไฟจีน น้ำหนักแก๊สหุงต้ม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพอากาศแวดล้อม ทดสอบจำนวน 5 ซ้ำ พร้อมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างมะไฟจีนเชื่อมที่แห้งแล้ว 20 ตัวอย่าง/ซ้ำ เพื่อตรวจสอบความชื้นสุดท้าย

ผล

ผลการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม มีโครงสร้างหลักสำคัญ 4 ส่วน คือ

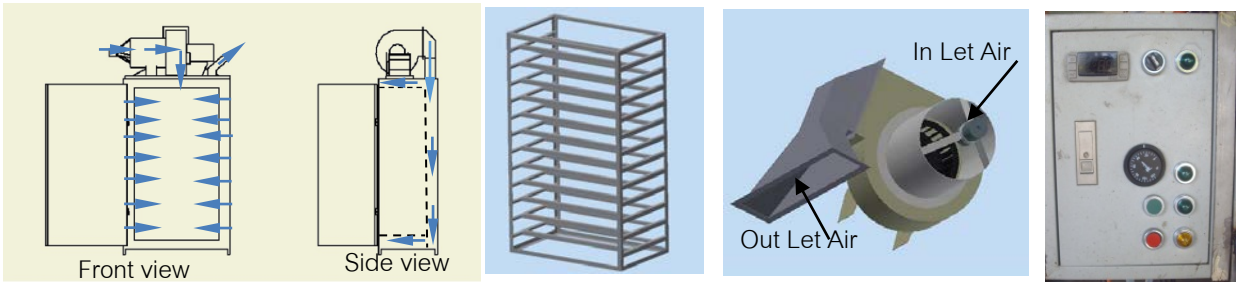
1. โครงสร้างเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าเปิดหนึ่งด้านซ้อนกันอยู่ กล่องนอกมีขนาด 0.56 x1.010x1.50 เมตร (กxยxส) กล่องในมีขนาด 0.50x0.80x1.35 เมตร (กxยxส) ขอบของด้านที่เปิดระหว่างกล่องนอกและกล่องในทั้งสี่ด้านปิดเป็นขอบประตูของห้องลดความชื้น ด้านตรงข้ามกับประตูกล่องนอก ที่ด้านบนชิดขอบหลังเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด 0.9x0.11 เมตร (กxย) เป็นช่องสำหรับต่อเข้ากับท่อลมเข้า ผนังของกล่องใน ด้านข้างทั้งสองข้างเจาะเป็นแนวยาว 0.001 x 0.040 เมตร (กxย) ระหว่างชั้นล่างกับบนแบบสลับฟันปลาสองแถวในแต่ละชั้น จากชั้นล่างสุดจนถึงชั้นบนสุด จำนวนชั้นละ 12 ช่อง เพื่อเป็นช่องให้ลมร้อนเข้า และกล่องในด้านซ้ายห่างด้านข้าง 0.20 เมตร กับด้านหน้า 0.10 เมตร เจาะช่องสี่เหลี่ยมกล่องในทะลุออกกล่องนอกเป็นช่องลมยอนกลับเข้าไปที่ท่อลมเข้าพัดลม 0.10 x 0.10 เมตร และผนังด้านบนกล่องในทางขวามือตรงกึ่งระหว่างด้านหลังกับด้านหน้า เจาะช่องระบายลมร้อนทิ้งออกภายนอกขนาด 0.08 x 0.20 เมตร (กx ย) จากกล่องในทะลุผ่านกล่องด้านนอกโผล่พ้นผนังของกล่องนอกด้านบน 0.30 เมตร ภาพลายเส้นของโครงเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยมที่สร้างเสร็จ ลูกศรแสดงทิศทางการไหลของลม (Figure 1 a)

2. ชั้นวางและถาด ชั้นวางทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมฉาก 0.02 x 0.02 เมตร หนา 0.002 เมตร ทำเป็นโครงสี่เหลี่ยมจำนวน 12 ชั้น ตามแบบและที่สร้างเสร็จ ถาดทำจากแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมหนา 0.001 เมตร ถาดลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 0.47 x 0.73 เมตร (กxย) พับขอบขึ้นทั้งสี่ด้านเป็นมุม 90 องศา สูง 0.020 เมตร (Figure 1 b)

3. ชุดพัดลม มีต้นกำลังมอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์ เป็นพัดลมแบบเหวี่ยง ใบพัดโค้งหลัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร กว้าง 0.150 เมตร จำนวน 32 ใบ ชุดใบพัดติดบนเพลาของมอเตอร์และสวมอยู่ภายในชุดโบล์เวอร์ หมุนด้วยความเร็ว 1440 รอบต่อนาที ดูดลมเข้าในแนวแกนมีท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร เหวี่ยงลมออกที่ปลายใบในแนวตั้งฉากกับแนวดูด ที่ท่อทางออกเป็นท่อสี่เหลี่ยมขนาด 0.18x0.23 เมตร เพื่อสวมต่อเข้ากับท่อส่งลมด้านหลังโครงสร้างเครื่องลดความชื้นที่สร้างเสร็จ (Figure 1 c)

4. ตู้ควบคุม ประกอบด้วย สวิทช์เปิด-ปิดไฟ ปุ่มสีดำบิดมาด้านซ้ายเปิดไฟเข้าชุดควบคุม บิดกลับในแนวตั้งตรงปิดชุดควบคุม หน้าปัดปรับอุณหภูมิ 0-120 องศาเซลเซียส ด้านบนเป็นแถบแสดงสถานะอุณหภูมิ ที่ทำการส่งสัญญาณให้โซลินอยล์ตัดต่อการปล่อยแก๊สหุงต้มไปยังหัวเผา กึ่งกลางมีสวิทช์สีเขียวและสีแดง เป็นสวิทช์เปิด-ปิด ชุดควบคุมอุณหภูมิ และสวิทช์เปิด-ปิด พัดลมดูดอากาศ (Figure 1 d)

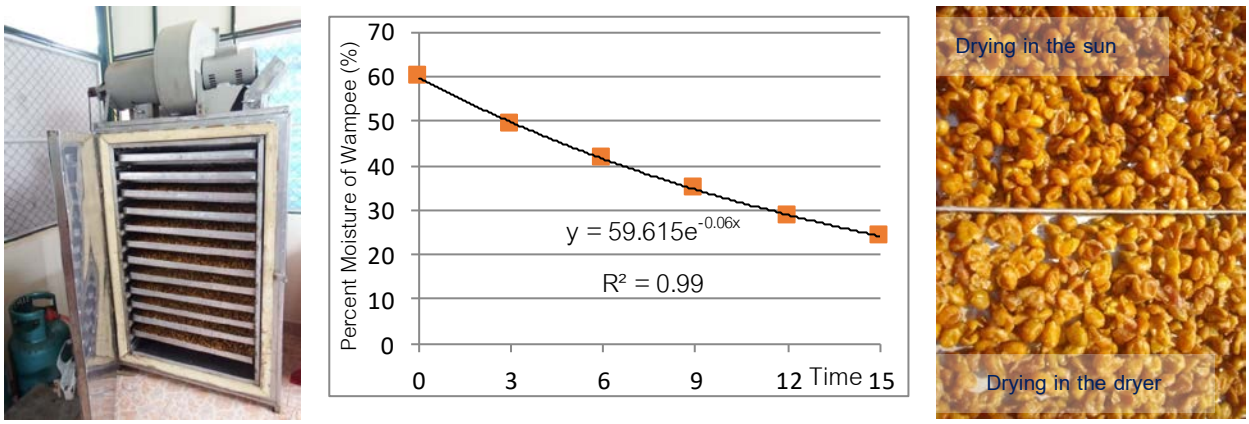
ผลการทดสอบ เพื่อหาค่าการกระจายอุณหภูมิลมร้อนในเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส โดยเปิดปล่องลมร้อนทิ้ง พร้อมกับปิดปล่องอากาศเวียนกลับ ในสภาวะอากาศภายนอกอุณหภูมิเฉลี่ย 26.4±3.4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 67±27.9 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีการกระจายความร้อนสม่ำเสมอ มีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องลดความชื้น 61.3±0.3 องศาเซลเซียส มีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้ม 400±0.35.4 กรัม/ชั่วโมง และการทดสอบโดยปิดปล่องลมร้อนทิ้งพร้อมกับเปิดปล่องอากาศหมุนเวียน ในสภาวะอากาศภายนอกอุณหภูมิเฉลี่ย 27.6±4.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 69.4±19.3 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีการกระจายความร้อนสม่ำเสมอ มีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้ 60.9±0.3 องศาเซลเซียส อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้ม 270±27.4 กรัม/ชั่วโมง และผลการทดสอบวัดความเร็วลม ที่ท่อลมทางเข้าพัดลม พบว่า การวัดความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม พร้อมกับเปิดท่อลมทิ้ง มีความเร็วลมเข้าเฉลี่ย 5.17±0.489 เมตร/วินาที คำนวณเป็นปริมาณลมที่เข้า 60.88±5.76 ลูกบาศก์เมตร/นาที และการวัดความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม พร้อมกับปิดท่อลมทิ้งมีความเร็วลมเข้าเฉลี่ย 2.4±0.22 เมตร/วินาที คำนวณเป็นปริมาณลมที่เข้า 28.26±2.59 ลูกบาศก์เมตร/นาที แสดงว่าการปิดท่อลมทิ้งไว้ขณะลดความชื้น มีปริมาณลมใหม่ที่เข้าไปในห้องอบลดความชื้นประมาณ 46.42 เปอร์เซ็นต์ เป็นลมร้อนหมุนเวียนกับมาใช้ 53.58 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการประหยัดแก๊สหุงต้มลงประมาณ 32.5 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วลมภายในห้องลดความชื้น มีค่าเฉลี่ยความเร็วลม 3.49±0.08 เมตร/วินาที



a b c d

Figure 1 **a** Dehydrated Cabinet **b** Stories of Trays **c** Electric Fan with 0.75 kW Motor **d** controller set

การทดสอบหาสัดส่วนโดยน้ำหนักของผลมะไฟจีน พบว่า มะไฟจีนสดมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 26.8±4.3 กรัม มีส่วนประกอบที่เป็นเนื้อผลสดเฉลี่ย 73.1±5.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเมล็ดผลสดเฉลี่ย 26.9±5.2 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เป็นเนื้อหลังลดความชื้นจนแห้งสนิทเฉลี่ย 12.6±1.1 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการทดสอบลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อม(Figure 2 a) พบว่า ในช่วงเริ่มต้น 0-9 ชั่วโมง มีอัตราการใช้แก๊สหุงต้มสูง และในช่วงเวลา 9-15 ชั่วโมง อัตราการใช้แก๊สลดลง ซึ่งอัตราการใช้แก๊สหุงต้มในการลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อมให้เป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้ง) โดยเฉลี่ยในการลดความชื้น 5,967 กรัม/ครั้ง หรือคิดเป็นการใช้แก๊สในการลดความชื้นเฉลี่ย 398±27 กรัม/ชั่วโมง ในสภาวะอุณหภูมิบรรยากาศภายนอกเฉลี่ย 33.7±0.6 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 63.3±6.6 เปอร์เซ็นต์ มีการกระจายอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้นค่อนข้างสม่ำเสมอ อุณหภูมิเฉลี่ย 58.2±0.9 องศาเซลเซียส ในการลดความชื้น พบว่า ระยะเวลา 0-6 ชั่วโมงแรก การลดความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว สามารถระเหยน้ำออกจากมะไฟจีนเชื่อม 19.2 เปอร์เซ็นต์ จากระยะเวลา 6-12 ชั่วโมง ค่าความชื้นที่ลดลงมีค่าค่อยลดลง จากระยะเวลา 12-15 ชั่วโมง มีอัตราการลดลงของความชื้นน้อยสุด คือ ระเหยน้ำได้ 4.9 เปอร์เซ็นต์ สอดคลองกับอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สหุงต้ม คือ ในช่วงเวลาเริ่มต้นเป็นช่วงที่มีการใช้ปริมาณแก๊สหุงต้มสูง เพราะต้องใช้ความร้อนในการระเหยน้ำมากที่สุด หลัง 12 ชั่วโมง อัตราการใช้แก๊สลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยก่อนลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อมมีความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ ทำการลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ใช้เวลา 15 ชั่วโมง อัตราการลดลงของความชื้นบนแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นแกนตั้งและแกนนอนเป็นเวลาการลดความชื้น ข้อมูลที่เก็บในช่วงเวลาแสดงเป็นจุดบนแผนภูม เมื่อแสดงเป็นเส้นแนวโน้มก็มีความสอดคล้องเป็นสมการเอกซ์โพเนนเชียล มีค่าความเชื่อมัน 99 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2 b) สำหรับผลการตรวจความชื้นของมะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ทำการสุ่มตรวจ พบว่า มีความชื้นเฉลี่ย 24.2±1.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำผลผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ได้จากการลดความชื้นโดยใช้เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยมมาพินิจด้วยสายตาของผู้ที่มีความชำนาญในกลุ่มแปรรูป พบว่า มีสีที่ดูสดกว่าการตากแดด ความนิ่มเนื้อ และรสชาติไม่แตกต่างกับการตากแดด ทำให้กลุ่มผู้ผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ตำบลท่าน้าว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน ให้การยอมรับในการใช้เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยมว่าเหมาะสมและนำไปใช้งานในการลดความชื้นสำหรับผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้ง



a b c

Figure 2 **a** Dryer test **b** Relation between the percent moisture of wampee and drying time **c** Wampee products

สรุป

เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม มีโครงสร้างหลักสำคัญ 4 ส่วน คือ โครงเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ชุดพัดลม มีต้นกำลังมอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์ ชั้นวาง ถาด และตู้ควบคุมการทำงาน ผลการทดสอบ พบว่า การปิดท่อลมทิ้งไว้ขณะลดความชื้น มีปริมาณลมใหม่ที่เข้าไปในห้องอบแห้งประมาณ 46.42 เปอร์เซ็นต์ ลมที่มีความร้อนหมุนเวียนกับมาใช้ 53.58 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการประหยัดแก๊สหุงต้มลงประมาณ 32.5 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อม พบว่า ใช้เวลา 15 ชั่วโมง สิ้นเปลืองแก๊สหุงต้มโดยเฉลี่ย 5,967 กรัม/ครั้ง อัตราการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความชื้นกับเวลามีเส้นแนวโน้มสอดคล้องเป็นสมการเอกซ์โพเนนเชียล มีค่าความเชื่อมัน 99 เปอร์เซ็นต์ มะไฟจีนเชื่อมแห้งมีความชื้นเฉลี่ย 24.2±1.7 เปอร์เซ็นต์ มีสีที่ดูสดกว่าการตากแดด ความนิ่มเนื้อและรสชาติไม่แตกต่างกับการตากแดด กลุ่มผู้ผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ตำบลท่าน้าว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน ให้การยอมรับในการใช้เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยมสำหรับใช้งานในการลดความชื้นผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้ง

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายอุทัย นพคุณวงศ์ นายนิพัฒน์ สุขวิบูลย์ นายคนึงศักดิ์ เจรียรนัยกุล ทีมงานทุกคนของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเกษตรน่าน ที่มีส่วนช่วยในการดำเนินงานสร้างต้นแบบพร้อมทดสอบ และกลุ่มแปรรูปมะไฟจีน ตำบลท่าน้าว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน สำหรับความช่วยเหลือในการประสานงานการปฏิบัติงานในการทดสอบเครื่องต้นแบบในพื้นที่ และให้คำแนะนำเป็นอย่างดีจนงานนี้แล้วเสร็จ

เอกสารอ้างอิง

มลิวรรณ์ กิจชัยเจริญ, สุภาวดี ศรีแย้ม, จิรวัชต์ กันทะขู้ และบุษบา มะโนแสน. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีนของกลุ่มแปรรูปมะไฟจีน ตำบนท่าหนาว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต. [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา: Journal/upload/file/behikqrtwx89.docx. (19 กพ 58).

พรรณผกา รัตนโกศล, สุระพงษ์ รัตนโกศล และสมศักดิ์ ศรีสมบุญ. 2551. การแปรรูปและผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39: 465 – 468.

พรรณผกา รัตนโกศล, สุระพงษ์ รัตนโกศล และสมศักดิ์ ศรีสมบุญ. 2552. มะไฟจีน สมุนไพรดีที่เมืองน่าน. การนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ 2552, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช). หน้า 59.