

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- ชุดโครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือตอนบน
Research and Development on Economic Crops for Specific Area in Upper North
- โครงการวิจัย** โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะไฟจีนที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอ
Wampee Products and Qualities Development
- ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** พัฒนาเครื่องลดความชื้นสำหรับผลิตภัณฑ์มะไฟจีนอบแห้ง
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ)
- คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง นายเกรียงศักดิ์ นักผูก ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
ผู้ร่วมงาน
นายสถิตย์พงศ์ รัตนคำ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
นางพรรณผกา รัตนโกศล นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ
นายทวีพงษ์ ฌ น่าน นักวิชาการเกษตรชำนาญการ
นายนิสิต บุญเพ็ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ
- บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสร้างและทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อมให้เป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้งซึ่งเดิมทีกลุ่มผู้แปรรูปใช้วิธีทำแห้งด้วยการตากแดดในโรงตาก โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย คือ ดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้น 2 แบบ คือ

เครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม สำหรับลดความชื้นมะไฟจีน มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โครงสร้างถังส่วนบน มีชุดพัดลมติดอยู่ภายในช่องท่อลมและด้านขวามีชุดหัวเผาติดอยู่ตรงกลางทางเข้าของลม ถัดลงไปมีปากถังส่วนบนมีแผ่นฝาปิดสี่เหลี่ยม โครงสร้างถังลดความชื้นลักษณะหน้าตัดด้านข้างครึ่งวงกลม และชุดควบคุมการทำงานของเครื่องลดความชื้น ผลการทดสอบเครื่องลดความชื้น มะไฟจีนจำนวน 10 กิโลกรัม พบว่า ใช้เวลาลดความชื้น 50 นาที หลังลดความชื้นเหลือน้ำหนักมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาล 5 กิโลกรัม ขณะที่ความชื้นลดลงมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลมีความเหนียวมาก จับตัวกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ตกลงกระแทกกับผนังห้องลดความชื้น อย่างรุนแรงส่งผลให้มะไฟจีนเชื่อมน้ำตาล บี้แบน เพราะการตกกระแทกอย่างรุนแรง การจับกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ทำให้การลดความชื้นยากขึ้นด้วย จึงต้องนำไปลดความชื้นโดยการตากแดดต่ออีก 1-2 วัน ผลผลิตที่ได้นำไปแปรรูปเป็นมะไฟจีนเม็ด เพราะไม่ต้องคำนึงถึงรูปลักษณ์ของมะไฟจีนแห้งก่อนบดแล้วนำไป ริดอัดเป็นเส้นก่อนแล้วตัดให้เป็นเม็ด

เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม มีโครงสร้างหลักสำคัญ 4 ส่วน คือ โครงเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ชุดพัดลม มีต้นกำลังมอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์ ชั้นวางและถาด จำนวน 12 ชั้น และมีตู้ควบคุมการทำงาน ผลการทดสอบ พบว่า การปิดท่อลมทิ้งไว้ขณะลดความชื้น มีปริมาณลมใหม่ที่เข้าไปในห้องอบแห้งประมาณ 46.42 เปอร์เซ็นต์ เป็นลมที่มีความร้อนหมุนเวียนกับมาใช้ 53.58 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการประหยัดแก๊สหุงต้มลงประมาณ 32.5 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วลมภายในห้องลดความชื้น มีค่าเฉลี่ยความเร็วลม 3.49 ± 0.08 เมตร/วินาที ผลสดมะไฟจีนมีน้ำหนักเฉลี่ย 26.8 ± 4.3 กรัม มีส่วนประกอบที่เป็นเนื้อผลสดเฉลี่ย 73.1 ± 5.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเมล็ดผลสดเฉลี่ย 26.9 ± 5.2 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เป็นเนื้อหลังลดความชื้นจนแห้งสนิทเฉลี่ย 12.6 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อม พบว่า ในช่วงเริ่มต้น 0-9 ชั่วโมง มีอัตราการใช้แก๊สหุงต้มสูง และในช่วงเวลา 9-15 ชั่วโมง อัตราการใช้แก๊สลดลง การใช้แก๊สหุงต้มโดยเฉลี่ยในการลดความชื้น 5,967 กรัม/ครั้ง อัตราการลดลงของความชื้นบนแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเวลาการลดความชื้น มีเส้นแนวโน้มสอดคล้องเป็นสมการเส้นตรง มีค่าความเชื่อมั่น 98.3 เปอร์เซ็นต์ มะไฟจีนเชื่อมแห้งมีความชื้นเฉลี่ย 24.2 ± 1.7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพินิจด้วยสายตาของผู้ที่มีความชำนาญในกลุ่มแปรรูป มีสีที่ดูสดกว่าการตากแดด ความนิ่มเนื้อและรสชาติไม่แตกต่างกับการตากแดด ทำให้กลุ่มผู้ผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ตำบลท่านาว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน ให้การยอมรับในการใช้เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยมว่าเหมาะสมสำหรับใช้งานในการลดความชื้นผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ(Keywords): การผลิตมะไฟจีน , การแปรรูปมะไฟจีน, มะไฟจีนแห้ง

Abstract

This research was conducted to create and test a Ma Fai China China drying. The group processed using drying in the sun overexposure. The process of doing research is conducted prototyping dehumidifier two types.

Dryer tank semicircle for Ma Fai Chinese. There are major structural assembly is a component the structure of the tank, Fan inside the duct and burners are set up in the middle of entrance the wind duct. Next to entrance on a rectangular plate cover. The Drying tank features cross-section side is semi-circular, and controls the operation of the dryer. Drying test used Ma Fai China 10 kg. Found that 50 minutes after take dried to reduce humidity, weight drops 5 kg, Ma Fai China Welding sugar is very sticky, Captured a large chunk. Insert any agreement with walls dehumidifier. The drying want more. Need to reduce moisture by the sun to the other 1-2 day yield be processed into pellets Ma Fai China. It does not take into account the characteristics of China Ma Fai crushed dried before then. Extrusion line, then cut into pellets.

Dryer cabinet squares a major restructuring of four parts: a frame dehumidifier cabinet rectangular fan with a motor 0.75 kW racks and trays of 12 floors and a controlled function test results showed that closing the duct leaving the dehumidifier. The volume of new air into the drying is about 46.42 percent, 53.58 percent of the recirculated heat air by save Gas about 32.5 percent. Wind speed drying room of 3.49 ± 0.08 m / sec, Fresh Ma Fai China average weight of 26.8 ± 4.3 g, Fresh kernel is averaged 73.1 ± 5.2 percent, the seeds average 26.9 ± 5.2 percent, and dried kernel average 12.6 ± 1.1 percent. Results tested drying Ma Fai Chinese connection shows that during the initial 0-9 hours with a high rate of gas. And during the period 9-15 hours reduced gas consumption rate. The use of gas on average in the dried 5,967 g. Ratio drops of moisture on the chart with the relationship between the percent moisture and drying time. Compatibility is a linear equation. 98.3 percent, moisture content averaging 24.2 ± 1.7 percent. As observation the people with expertise in processing group. The colors are fresh look than the sun. The soften texture and the taste is not with the sun. Manufacture group Ma Fai in Thanaw Tambon, Phuphiang district, Nan province, Acceptance using a dryer cabinet squares for use in product dried Ma Fai China as well.

Keywords : Ma Fai Chinese production, processing Ma Fai China, Dried China's Ma Fai

6. คำนำ

มะไฟจีน (Wampee) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *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 เมล็ดอ่อน สีเขียว ปลายเมล็ดสีน้ำตาล ขนาดเมล็ด กว้าง 0.3 -0.5 เซนติเมตร ยาว 0.7-1.0 เซนติเมตร หนา 0.2 -0.4 เซนติเมตร มี 0-5 เมล็ด/ผล มีถิ่นกำเนิดจากประเทศจีน ปัจจุบันมะไฟจีนได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชพื้นเมืองท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดน่าน ผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแปรรูปมีคุณสมบัติในการละลายเสมหะ แก้ไอ (พรรณผกา และคณะ , 2551) แต่สาเหตุที่ยังไม่มีผลมะไฟจีนสดแพร่หลายในท้องตลาด เนื่องจากมะไฟจีนส่วนมากเปลือกบางและเสียหายได้ง่ายในระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง จึงมีการแปรรูปมะไฟจีนสดให้เป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้งโดยการตากแดดเท่านั้น มีรสชาติอร่อย มีกลิ่นเฉพาะตัว และเป็นของฝากที่ขึ้นชื่อของจังหวัดน่าน มลิวรรณ และคณะ 2551 ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีนของกลุ่มแปรรูปมะไฟจีน ตำบลท่าวาน อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน เพื่อหาแนวทางพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีนในสภาพกาลปัจจุบันของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้ง พบว่า

ปัญหาด้านการผลิตที่สำคัญได้แก่ ปัญหาการตากแดดในฤดูฝนซึ่งเป็นฤดูกาลของมะไฟจีนทำให้มีวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เสียหาย ปัญหาด้านผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งเกิดสีคล้ำเมื่อเก็บไว้นานเกิน 5 เดือน เพื่อแก้ปัญหาการตากในฤดูฝนได้สร้างต้นแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ และพัฒนาผลิตภัณฑ์เม็ดดอมมะไฟจีนที่ใช้มะไฟจีนเชื่อมแห้งตากเกรด มีสีคล้ำ มีตำหนิเนื่องจากโดนฝนขณะตากเป็นวัตถุดิบในการผลิต และได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำเม็ดดอมมะไฟจีนให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปมะไฟจีนบ้านกอก ซึ่งสามารถรับเทคโนโลยีไปผลิตได้ทันทีและได้รับการตอบรับทางการตลาดดีมาก ช่วยแก้ปัญหาและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ไม่ได้คุณภาพได้เป็นอย่างดี การแปรรูปผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมตากแห้งเป็นที่นิยมในปัจจุบัน พบว่า มีปัญหาในระหว่างการตากแห้ง เนื่องจากผลมะไฟจีนเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูฝน สภาพอากาศมีความชื้นสูง บางวันไม่มีแสงแดด การตากแห้งโดยใช้แสงแดดจึงไม่เพียงพอ ทำให้มีผลผลิตเสียหาย อีกทั้งกลุ่มผู้แปรรูปมะไฟจีนได้ให้ข้อมูลว่า การใช้ตู้อบ ในการทำมะไฟจีนเชื่อมแห้ง โดยใช้อุณหภูมิสูง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แห้งแข็งและมีสีคล้ำ ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด จึงไม่สามารถใช้ความร้อนสูงในการทำมะไฟจีนเชื่อมแห้งได้ (พรรณผกา และคณะ , 2552) ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นมะไฟจีน จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำงานวิจัยเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการลดความชื้น โดยประมาณในช่วง 40-70 องศาเซลเซียส เพื่อให้คงคุณค่าทางอาหาร รักษากลิ่นและรสสัมผัสของผลิตภัณฑ์และเป็นการสนับสนุนการปลูกมะไฟจีนของเกษตรกรจังหวัดน่าน ตามนโยบายส่งเสริมพืชท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัด

7. วิธีดำเนินการ

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการสร้างและทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อมให้เป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ซึ่งเดิมที่กลุ่มผู้แปรรูปใช้วิธีทำแห้งด้วยการตากแดดในโรงตาก โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย คือ

1. ดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้น 2 แบบ คือ เครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม และ เครื่องลดความชื้นแบบตุ้สสี่เหลี่ยม เพื่อทดสอบลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อมให้เป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้ง
2. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม โดยได้นำเครื่องต้นแบบขนาดลดความชื้นขาเขี้ยวมาปรับปรุง คือ ปรับที่ถ่วงน้ำหนักให้มีผิวเรียบ และส่วนของเพลานวดให้มีใบที่สามารถพลิกกลับมะไฟจีนได้ (รูปที่ 3 ก) เพื่อให้ลมกระจายผ่านเข้าไปในช่องว่างระหว่างชั้นผลของมะไฟจีนทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำออกมากับลมร้อนที่เป่า

2.1. ทำการทดสอบเบื้องต้น เครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม โดยใช้มะไฟจีนเชื่อม น้ำตาล ประมาณ 4 กิโลกรัม

2.3. นำข้อบกพร่องจากปัญหาที่พบในการทดสอบเบื้องต้น มาวิเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหา โดยปรับถังลดความชื้นกับเพลของชุดใบกวาดให้ได้ศูนย์กลางเดียวกันมากกว่าครั้งแรก ทำให้สามารถตั้งระยะใบกวาดกับผนังถังลดความชื้นได้ชัดเจน และทำชุดใบกวาดใหม่ 2 แบบ คือ แบบที่หนึ่งใช้แผ่นอะคริลิกหนา 10 มิลลิเมตร ขนาด กว้าง 55 มิลลิเมตร ยาว 960 มิลลิเมตร (รูปที่ 3 ข) ทำเป็นใบกวาด และแบบที่สองใช้แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมหนา 0.5 มิลลิเมตร กว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 960 มิลลิเมตร สองแผ่นประกบกัน ตรงกลางใช้แผ่น

อะคริลิกหนา 2 มิลลิเมตร ยาวเลยแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมออกไปประมาณ 10 มิลลิเมตร (รูปที่ 3 ค) ทางด้านที่ชิดกับผนังห้องลดความชื้น เพื่อให้สามารถให้ตัวได้ ขณะที่ใบกวาดทำงาน

2.4. ทดสอบเก็บข้อมูลโดยใช้มะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลจำนวน 4 กิโลกรัม ใช้เวลาลดความชื้นประมาณ 30 นาที ตั้งอุณหภูมิหม้อน 70 เซลเซียส สภาวะอากาศแวดล้อม อุณหภูมิ 32 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63 เปอร์เซ็นต์



ก



ข



ค

รูปที่ 1 ก ชุดใบกวาด ข ใบกวาดแบบที่หนึ่ง ค ใบกวาดแบบที่สอง

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

3.1 การทดสอบเบื้องต้น เพื่อหาค่าการกระจายอุณหภูมิหม้อนในเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส วัดอุณหภูมิภายในตู้ที่ ชั้นที่ 11 ด้านซ้าย T1 ด้านขวา T2 ชั้นที่ 6 ตรงกลาง T3 ชั้นที่ 1 ด้านซ้าย T4 ด้านขวา T5 และได้เก็บข้อมูล T_d คือ อุณหภูมิภายนอกกระแสแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแวดล้อม ทดสอบ 2 กรรมวิธี คือ ทดสอบโดยเปิดปล่อยลมร้อนทิ้งพร้อมกับปิดปล่อยอากาศเวียนกลับและการทดสอบโดยปิดปล่อยลมร้อนทิ้งพร้อมกับเปิดปล่อยอากาศเวียนกลับการทดสอบทำติดต่อกันระยะเวลา 5 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลทุกๆชั่วโมง

3.2 การทดสอบหาปริมาณลมร้อน โดยวัดความเร็วลมที่ปลายทางเข้าของท่อลมร้อนเข้า ซึ่งที่ท่อลมทางเข้าพัดลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เมตร ทำการวัดความเร็วลม 5 จุด โดยวัดในสองกรณี คือ วัดความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม ปิดท่อลมเวียนกลับพร้อมกับเปิดท่อลมทิ้ง และวัดความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลมเปิดท่อลมเวียนกลับพร้อมกับปิดท่อลมทิ้ง

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

3.4 ทดสอบหาสัดส่วนองค์ประกอบโดยน้ำหนักของผลมะไฟจีน โดยสุ่ม 1 ผล/ตัวอย่าง จำนวน 20 ตัวอย่าง และทดสอบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยมเบื้องต้น โดยใช้มะไฟจีนเชื่อมน้ำตาล ใส่ในถาดเกลี่ยให้

เป็นชั้นบางๆประมาณถาดละ 4 กิโลกรัม ทำการลดความชื้นในเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม โดยทดสอบการยอมรับร่วมกับกลุ่มแปรรูปมะไฟจีน ตำบลท่าน้าว อำเภอกู่เพียง จังหวัดน่าน

3.5 การทดสอบลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อม โดยใช้มะไฟจีนเชื่อมบรรจุถาดละ 4 กิโลกรัม จำนวน 12 ถาด ตั้งอุณหภูมิเครื่องลดความชื้น 60 องศาเซลเซียส ทำการคนมะไฟจีนในถาดทุก 3 ชั่วโมง หลัง 12 ชั่วโมง ทำการคนทุก 1 ชั่วโมง ใช้เวลาในการลดความชื้นทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลทุก 3 ชั่วโมง ในส่วนของน้ำหนักมะไฟจีน น้ำหนักแก๊สหุงต้ม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพอากาศแวดล้อม ทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ พร้อมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างมะไฟจีนเชื่อมที่แห้งแล้ว 20 ตัวอย่าง/ซ้ำ เพื่อตรวจสอบความชื้นสุดท้าย

4. รวบรวมข้อมูลการดำเนินการมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อเขียนรายงานสรุปผลการดำเนินการตลอดโครงการ

เวลาและสถานที่

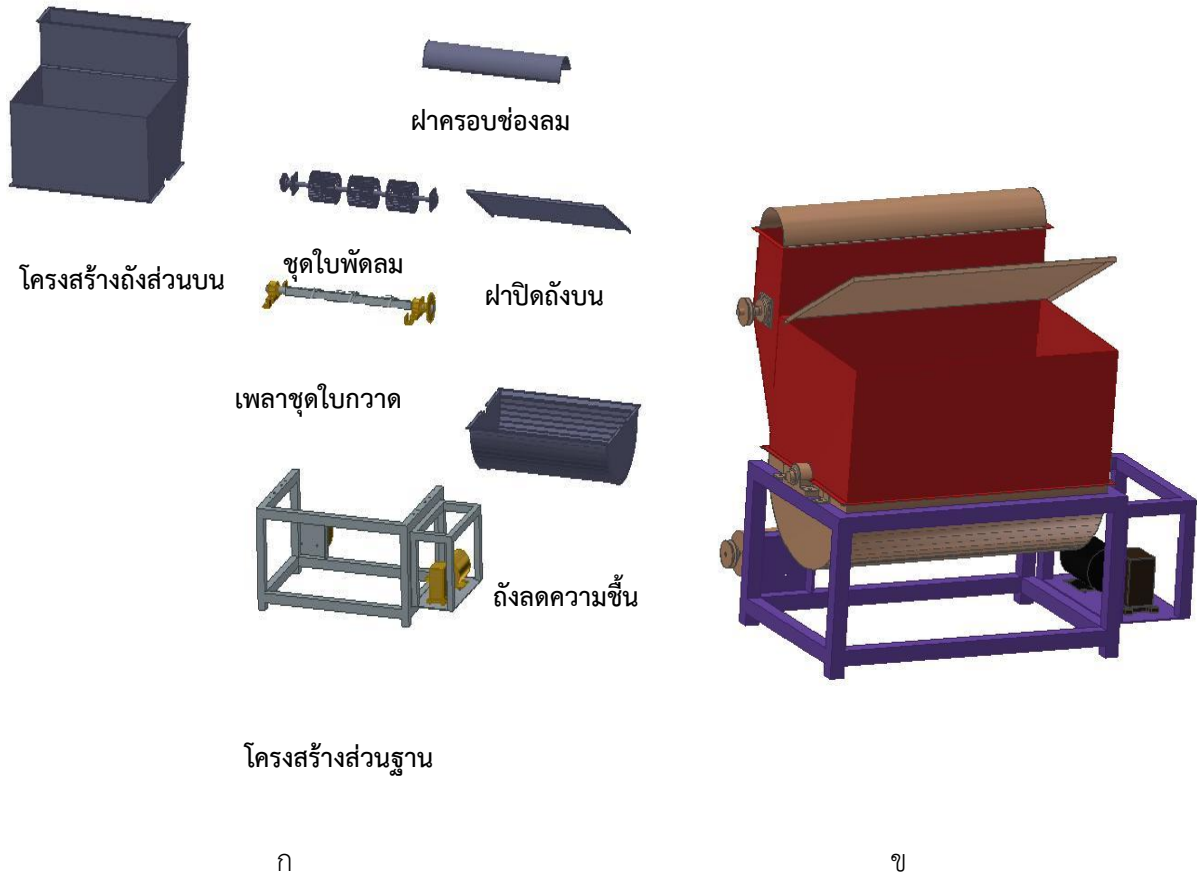
- เริ่มต้น ตุลาคม 2556 – สิ้นสุด กันยายน 2558

ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 จ. เชียงใหม่

กลุ่มผู้แปรรูปมะไฟจีนบ้านกอก เลขที่ 89 หมู่ 1 ตำบลท่าน้าว อำเภอกู่เพียง จ.น่าน

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม สำหรับลดความชื้นมะไฟจีน มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โครงสร้างถังส่วนบน มีด้านบนเป็นช่องสี่เหลี่ยม กว้าง 220 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร และสูง 140 มิลลิเมตร สำหรับที่ติดตั้งชุดพัดลมเข้าไปและด้านบนสุดมีฝาปิดรูปทรงโค้งเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร มีชุดพัดลมติดอยู่ภายในช่องท่อลมและด้านขวามีชุดหัวเผาติดอยู่ตรงกลางทางเข้าของลม ถัดลงไปมีปากถังส่วนบนมีแผ่นฝาปิดสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 550 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร ด้านที่มีจุดหมุนของฝาปิดอยู่ด้านในชิดกับผนังช่องลมด้านนอก ด้านล่างต่อเข้ากับส่วนบนของถังลดความชื้น ลักษณะหน้าตัดด้านข้างครึ่งวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 590 มิลลิเมตร ยาว 1,000 มิลลิเมตร และชุดควบคุมการทำงานของเครื่องลดความชื้นติดอยู่ด้านหลังของชุดท่อลมของโครงสร้างส่วนบน (รูปที่ 2ก) และเมื่อประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดเข้าด้วยกันก็ได้เครื่องลดความชื้นมะไฟจีนแบบถังครึ่งวงกลม (รูปที่ 2ข)



รูปที่ 2 ก ชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม ข เครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม

การทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟเงินเบื้องต้น (รูปที่ 3ก) ใช้มะเงินเชื่อมจำนวน 4 กิโลกรัม (รูปที่ 3ข) พบว่า น้ำเชื่อมไหลซึมผ่านรอยต่อที่ฝาเปิดด้านล่าง (รูปที่ 3ค) ขณะทำการลดความชื้น ในช่วงเริ่มแรกที่ทำ การทดสอบ ใบกวาดสามารถกวาดมะไฟเงินภายในห้องลดความชื้นได้เป็นอย่างดี เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที น้ำเชื่อมแห้งลง ทำให้มะไฟเงินมีความเหนียวมากขึ้น จนติดแน่นกับผนังห้องลดความชื้น และที่ปลายใบ กวาดกับผนังมีชั้นมะไฟเงินติดแน่นอยู่นี้ ชั้นมะไฟเงินนี้ถูกปลายใบกวาดกดอัดเข้ากับผนังห้องลดความชื้น ทำให้ เนื้อในของมะไฟเงินถูกบีบออก และผลของมะไฟเงินถูกบีบอัดเสียดสีกับผนังห้องลดความชื้นจนฉีกขาดหรือบี้ แบน (ภาพที่ 3ง)

จากปัญหาที่พบในการทดสอบเบื้องต้น จึงได้ทำการแก้ไข โดยการทำแผ่นโค้งจากเหล็กกล้าไร้สนิม เป็นแผ่นเดี่ยวไม่มีรอยต่อที่เป็นฝาเปิดด้านล่างถึงลดความชื้น (รูปที่ 3ข) พร้อมทั้งปรับถังลดความชื้นกับเพลาชุดใบกวาดให้ได้ศูนย์กลางเดียวกันมากกว่าครั้งแรก เพื่อให้สามารถตั้งระยะใบกวาดกับผนังถึงลด ความชื้นได้ชิดขึ้น และทำชุดใบกวาดใหม่ 2 แบบ คือ แบบที่หนึ่งใช้แผ่นอะคริลิกหนา 10 มิลลิเมตร และแบบ ที่สองใช้แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมหนา 0.5 มิลลิเมตร สองแผ่นประกบกัน ตรงกลางใช้แผ่นอะคริลิกหนา 2 มิลลิเมตร เพื่อให้ปลายใบสามารถให้ตัวได้ ขณะที่ใบกวาดทำงาน

แบบที่หนึ่ง (รูปที่ 4ก) ในการทดสอบใช้มะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลจำนวน 4 กิโลกรัม ใช้เวลาลดความชื้นประมาณ 30 นาที ตั้งอุณหภูมิลมร้อน 70 เซลเซียส อากาศในสภาวะแวดล้อม อุณหภูมิ 32 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63 เปอร์เซ็นต์ อากาศที่ออกจากห้องลดความชื้น อุณหภูมิ 32.4 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 64.6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า หลังลดความชื้นเหลือน้ำหนักมะไฟจีนเชื่อม 2.5 กิโลกรัม ใช้เวลา 20 นาที น้ำเชื่อมแห้งลง ทำให้มะไฟจีนมีความเหนียวมากขึ้น มะไฟจีนจะติดแน่นที่ปลายใบ ชื่นมะไฟจีนนี้จะถูกกดทับเข้ากับผนังห้องลดความชื้น ทำให้เนื้อในของมะไฟจีนถูกบีบออก และผลของมะไฟจีนถูกกดทับเสียดสีกับผนังห้องลดความชื้นจนฉีกขาดหรือแบน



ก



ข



ค



ง

รูปที่ 3 ก ทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟจีนแบบถังครึ่งวงกลม ข มะไฟจีนเชื่อมจำนวน 4 กิโลกรัม ค รอยต่อฝาเปิดด้านล่าง ง มะไฟจีนเชื่อมที่ถูกปลายใบกวาดกดอัดกับผนังห้องลดความชื้น

แบบที่สอง (รูปที่ 4ข) ในการทดสอบใช้มะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลจำนวน 4 กิโลกรัม ตั้งอุณหภูมิลมร้อน 70 เซลเซียส อากาศในสภาวะแวดล้อม อุณหภูมิ 32 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63 เปอร์เซ็นต์ อากาศที่ออกจากห้องลดความชื้น อุณหภูมิ 32.4 เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 64.6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ใบกวาดสามารถกวาดได้ชิดกับผนังห้องลดความชื้นได้ดี ใช้เวลาลดความชื้น 30 นาที หลังลดความชื้นเหลือน้ำหนักมะไฟจีนเชื่อม 2.5 กิโลกรัม และเมื่อทำการเพิ่มปริมาณมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลเป็น 10 กิโลกรัม พบว่า ใช้เวลาลดความชื้น 50 นาที หลังลดความชื้นเหลือน้ำหนักมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาล 5 กิโลกรัม ขณะที่ความชื้นลดลงมะไฟจีนเชื่อม

น้ำตาลมีความเหนียวมาก จับตัวกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ตกลงกระทะพร้อมกับผนังห้องลดความชื้น อย่างรุนแรง ส่งผลให้ลูกมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาล บีบแบน เพราะการตกกระทะอย่างรุนแรง เนื่องจากการจับกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ทำให้การลดความชื้นอยากขึ้นด้วย จึงต้องนำไปลดความชื้นโดยการตากแดดต่ออีก 1-2 วัน

ผลการทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟจีนแบบถังครึ่งวงกลม พบว่า การใช้เครื่องลดความชื้น แม้ว่าจะลดเวลาในการตากแดดได้ แต่มีข้อด้อย คือ คุณภาพของมะไฟจีนมีรูปลักษณะของมะไฟจีนแห้งไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับมะไฟจีนแห้งที่ได้จากการตากแดด (รูปที่ 5ก และ ข) ทำให้คุณค่าของผลิตภัณฑ์ด้อยค่าลงไป ดังนั้น การจะใช้เครื่องมือนี้ ก็ต่อเมื่อมีผลผลิตมากจนเกินกำลังในการตากแดด เพื่อป้องกันการเน่าเสียของผลผลิตมะไฟจีนที่ตากแดดได้ไม่ทัน จึงใช้เครื่องมือนี้ช่วยในการลดความชื้น ผลผลิตที่ได้ก็นำไปแปรรูปเป็นมะไฟจีนเม็ด ซึ่งไม่ต้องคำนึงถึงรูปลักษณะของมะไฟจีนแห้งก่อนบดแล้วนำไป รีดอัดเป็นเส้นก่อนแล้วตัดให้เป็นเม็ด (รูปที่ 6ก และ ข)



ก



ข

รูปที่ 4 ก การทำงานของใบกวาดแบบที่หนึ่ง ข การทำงานของใบกวาดแบบที่สอง



ก



ข

รูปที่ 5 ก มะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลตากแห้ง 4 วัน ข มะไฟจีนเชื่อมใช้เครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลมแล้วตากแดดจนแห้ง 2 วัน



ก



ข

รูปที่ 6 ก มะไฟจีนบดแล้วทำเป็นเส้นก่อนตัดเป็นเม็ด ข มะไฟจีนเม็ดแห้ง

ผลการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม มีโครงสร้างหลักสำคัญ 4 ส่วน คือ

1 โครงสร้างเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม (รูปที่ 7 ก) มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าเปิดหนึ่งด้านสวมกันอยู่ กล่องนอกมีขนาด 0.56 x 1.010 x 1.50 เมตร (กxยxส) กล่องในมีขนาด 0.50 x 0.80 x 1.35 เมตร (กxยxส) ขอบของด้านที่เปิดระหว่างกล่องนอกและกล่องในทั้งสี่ด้านปิดเป็นขอบประตูของตู้อบ ด้านตรงข้ามกับประตูกล่องนอก ที่ด้านบนชิดขอบหลังเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด 0.9 x 0.11 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 เจาะช่องสี่เหลี่ยมกล่องในทะลุออกกล่องนอกเป็นช่องลมย้อนกลับเข้าไปที่ท่อลมเข้าพัดลม 0.10 x 0.10 เมตร และผนังด้านบนกล่องในทางขวามือตรงกึ่งระหว่างด้านหลังกับด้านหน้า เจาะช่องระบายลมร้อนทิ้งออกภายนอก

ขนาด 0.08 x 0.20 เมตร (กxย) จากกล่องในทะลุผ่านกล่องด้านนอกโพล์พื้นผนังของกล่องนอกด้านบน 0.30 เมตร โครงเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยมที่สร้างเสร็จ (รูปที่ 7 ข)

2 ชุดพัดลม มีต้นกำลังมอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์ เป็นพัดลมแบบเหวี่ยง ใบพัดโค้งหลัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร กว้าง 0.150 เมตร จำนวน 32 ใบ ชุดใบพัดติดบนเพลลาของมอเตอร์และสวมอยู่ภายในชุดโบลเวอร์ หมุนด้วยความเร็ว 1440 รอบต่อนาที ดูดลมเข้าในแนวแกนมีท่อลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร เหวี่ยงลมออกที่ปลายใบในแนวตั้งฉากกับแนวดู ที่ท่อทางออกเป็นท่อสี่เหลี่ยมขนาด 0.18x0.23 เมตร เพื่อสวมต่อเข้ากับท่อส่งลมด้านหลังโครงสร้างตู้อบ ตามแบบและที่สร้างเสร็จ (รูปที่ 7 ก และ ข)

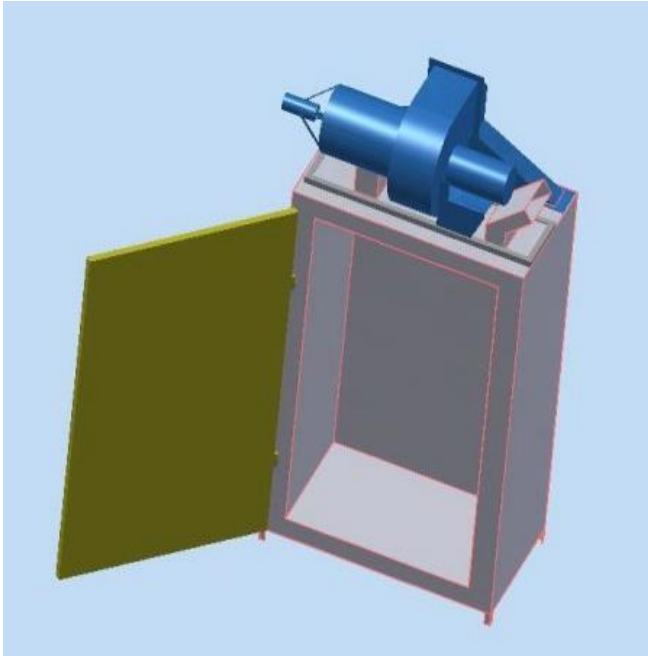
3 ชั้นวางและถาด ชั้นวางทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมฉาก 0.02 x 0.02 เมตร หนา 0.002 เมตร ทำเป็นโครงสี่เหลี่ยม จำนวน 12 ชั้น ตามแบบและที่สร้างเสร็จ (รูปที่ 7 ค และ ง) ถาดทำจากแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม หนา 0.001 เมตร ถาดลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 0.47 x 0.73 เมตร (กxย) พับขอบขึ้นทั้งสี่ด้านเป็นมุม 90 องศา สูง 0.020 เมตร

4 ตู้ควบคุม การทำงาน ประกอบด้วย สวิตช์เปิด-ปิดไฟ ปุ่มสแตมป์มาด้านซ้ายเปิดไฟเข้าชุดควบคุม ปิดกลับในแนวตั้งตรงปิดชุดควบคุม หน้าปัดปรับอุณหภูมิ 0-120 องศาเซลเซียส ด้านบนเป็นแถบแสดงสถานะอุณหภูมิ ที่ทำการตัดต่อสัญญาณให้โซลินอยด์ตัดต่อการปล่อยแก๊สหยุดไปยังหัวเผา กึ่งกลางมีสวิตช์สี่เหลี่ยมและสีแดง เป็นสวิตช์เปิด-ปิด ชุดควบคุมอุณหภูมิ และสวิตช์เปิด-ปิด พัดลมดูดอากาศ (รูปที่ 7 ข)

ผลการทดสอบเบื้องต้น เพื่อหาค่าการกระจายอุณหภูมิลมร้อนในเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม โดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 1 และ 2) การทดสอบโดยเปิดปล่อยลมร้อนทิ้ง พร้อมกับปิดปล่อยอากาศเวียนกลับ ในสภาวะอากาศภายนอกอุณหภูมิเฉลี่ย 26.4±3.4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 67±27.9 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีการกระจายความร้อนสม่ำเสมอ มีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้ 61.3±0.3 องศาเซลเซียส มีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊ส 400±0.35.4 กรัม/ชั่วโมง และการทดสอบโดยปิดปล่อยลมร้อนทิ้งพร้อมกับเปิดปล่อยอากาศหมุนเวียน ในสภาวะอากาศภายนอกอุณหภูมิเฉลี่ย 27.6±4.3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 69.4±19.3 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีการกระจายความร้อนสม่ำเสมอ มีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในตู้ 60.9±0.3 องศาเซลเซียส อัตราการสิ้นเปลืองแก๊ส 270±27.4 กรัม/ชั่วโมง

ผลการทดสอบวัดความเร็วลม ที่ท่อลมทางเข้าพัดลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เมตร ทำการวัดความเร็วลม 5 จุด ในสองกรณี (รูปที่ 2) 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 (ตารางที่ 3) จากค่าปริมาณลมทั้งสองกรณี แสดงให้เห็นว่าการปิดท่อลมทิ้งไว้ขณะลดความชื้น มีปริมาณลมใหม่ที่เข้าไปในห้องลดความชื้นประมาณ 46.42 เปอร์เซ็นต์ เป็นลมร้อนหมุนเวียนกับมาใช้ 53.58 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการประหยัดแก๊สหยุดประมาณ 32.5 เปอร์เซ็นต์ และผลการทดสอบวัดความเร็วลมที่ออกช่องลมภายในห้องลดความชื้น พบว่า ความเร็วลมภายในห้องลดความชื้น มีค่าเฉลี่ยความเร็วลม 3.49±0.08 เมตร/วินาที (ตารางที่ 4) สำหรับการทดสอบหาสัดส่วนโดยน้ำหนักของผลมะไฟจีน พบว่า มะไฟจีนมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 26.8±4.3

กรัม มีส่วนประกอบที่เป็นเนื้อผลสดเฉลี่ย 73.1 ± 5.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเมล็ดผลสดเฉลี่ย 26.9 ± 5.2 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เป็นเนื้อหลังลดความชื้นจนแห้งสนิทเฉลี่ย 12.6 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)



ก



ข

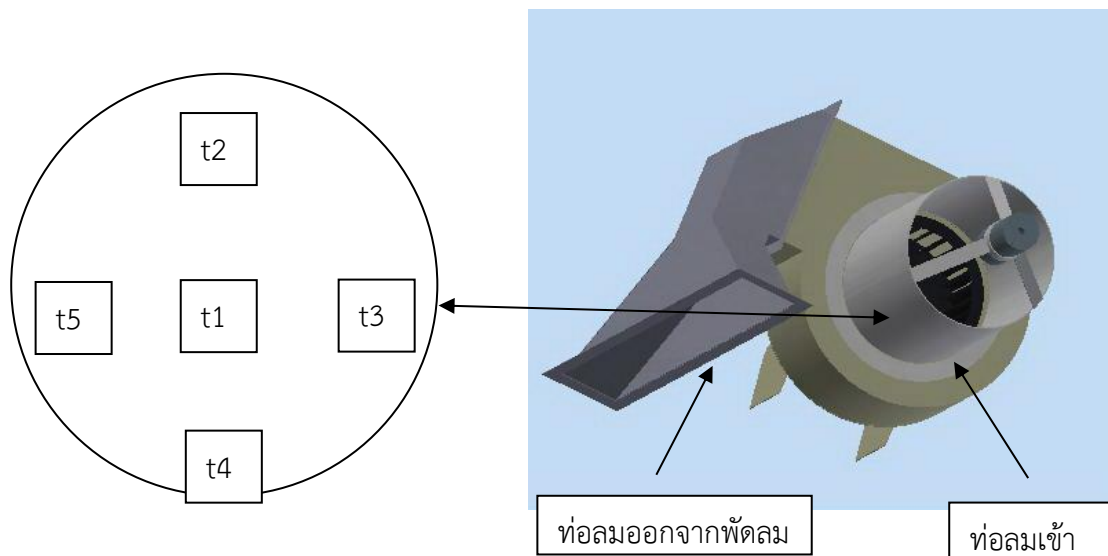


ค



ง

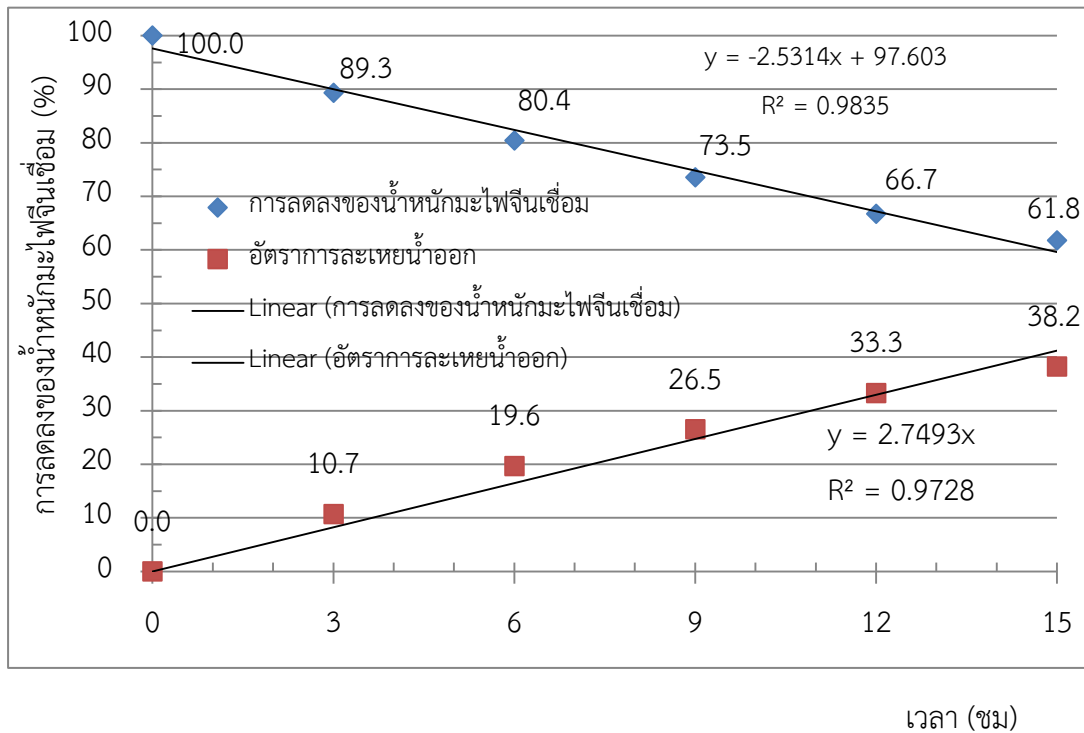
รูปที่ 7 ก เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ข ชั้นวางและถาด



รูปที่ 8 หน้าตัดท่อลมทางเข้าพัดลมและจุดที่ทำการวัดความเร็วลม t1-t5

การทดสอบลดความชื้นมะไฟเงินเชื่อม พบว่า ในช่วงเริ่มต้น 0-9 ชั่วโมง มีอัตราการใช้แก๊สสูงที่สุด และในช่วงเวลา 9-15 ชั่วโมง อัตราการใช้แก๊สลดลง ซึ่งอัตราการใช้แก๊สสูงที่สุด ในการลดความชื้นมะไฟเงินเชื่อมให้เป็นมะไฟเงินเชื่อมแห้ง โดยเฉลี่ยในการลดความชื้น 5,967 กรัม/ครั้ง หรือคิดเป็นการใช้แก๊สในการลดความชื้นเฉลี่ย 398 ± 27 กรัม/ชั่วโมง (ตารางที่ 6) ในสภาวะอุณหภูมิบรรยากาศภายนอกเฉลี่ย 33.7 ± 0.6 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 63.3 ± 6.6 เปอร์เซ็นต์ มีการกระจายอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้นค่อนข้างสม่ำเสมอ อุณหภูมิเฉลี่ย 58.2 ± 0.9 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิออกจากห้องลดความชื้นที่ปลายปล่องลมร้อนทิ้งเฉลี่ย 57.7 ± 2 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 7) ในส่วนของการลดความชื้น (รูปที่ 9ก) แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลา 0-6 ชั่วโมงแรกการลดความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว สามารถระเหยน้ำออกจากมะไฟเงินเชื่อม 19.2 เปอร์เซ็นต์ จากระยะเวลา 6-12 ชั่วโมง ค่าความชื้นที่ลดลงมีค่าค่อยลดลง จากระยะเวลา 12-15 ชั่วโมง มีอัตราการลดลงของความชื้นน้อยสุด คือ ระเหยน้ำได้ 4.9 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สสูงที่สุด คือ ในช่วงเวลาเริ่มต้นเป็นช่วงที่มีการใช้ปริมาณแก๊สสูงที่สุด เพราะต้องใช้ความร้อนในการระเหยน้ำมากที่สุด หลัง 12 ชั่วโมง อัตราการใช้แก๊สลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยมะไฟเงินเชื่อมก่อนลดความชื้นเทียบให้มีความชื้นเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ทำการลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ใช้เวลา 15 ชั่วโมง เหลือความชื้น 61.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราการลดลงของความชื้นบนแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง เปอร์เซ็นต์ความชื้นแกนนอนและแกนตั้งเป็นเวลาการลดความชื้น ที่เก็บข้อมูลในช่วงเวลาแสดงเป็นจุดบนแผนภูมิ เมื่อแสดงเป็นเส้นแนวโน้มก็มีความสอดคล้องเป็นสมการเส้นตรง มีค่าความเชื่อมั่น 98.3 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นในเส้นบน ส่วนเส้นด้านล่างแสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำที่ระเหยออกเป็นสมการเส้นตรงเช่นกัน มีค่าความเชื่อมั่น 92.2 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 9) สำหรับผลการตรวจความชื้นของมะไฟเงินเชื่อมแห้งที่ทำการสุ่มตรวจ พบว่า มีความชื้นเฉลี่ย 24.2 ± 1.7 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) เมื่อนำมะไฟเงินเชื่อมแห้งที่ได้จากการลดความชื้นโดยใช้เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม (รูปที่ 9ข) พบว่า ผลผลิตมะไฟเงินเชื่อมแห้งที่ได้โดยพินิจด้วยสายตา ของผู้ที่

มีความชำนาญในกลุ่มแปรรูป มีสีที่ดูสดกว่าการตากแดด ความนิ่มเนื้อและรสชาติไม่แตกต่างกับการตากแดด ทำให้กลุ่มผู้ผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ตำบลทำน่าว อำเภอกุเวียง จังหวัดน่าน ให้การยอมรับในการใช้เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานในการลดความชื้นสำหรับผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 9 การลดลงของความชื้นที่สัมพันธ์กับเวลา



ก



ข

รูปที่ 10 ก ทดการลดลงของความชื้นมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ข รูปบน มะไฟจีนเชื่อมแห้งตากแดด รูปล่าง มะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ได้จากเครื่องลดความชื้น

พิจารณาในส่วนของต้นทุนการผลิตจากข้อมูลที่ได้จากกลุ่มแปรรูป คือ มะไฟจีนผลสด 20 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 25 บาท ใช้น้ำตาล 5 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 25 บาท จะได้มะไฟจีนเชื่อม 19 กิโลกรัม คิดเป็นราคามะไฟจีนเชื่อม 500 บาท ราคาน้ำตาล 100 บาท ดังนั้นมะไฟจีนเชื่อมมีราคา กิโลกรัมละ 26.32 บาท ในการลดความชื้นครั้งหนึ่งใช้มะไฟจีนเชื่อม 48 กิโลกรัม คิดเป็นต้นทุนมะไฟจีนเชื่อม 1,263.36 บาท จะได้ผลผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้ง 29.7 กิโลกรัม คิดราคาเฉลี่ย กิโลกรัม 200 บาท สามารถจำหน่ายได้ผลตอบแทน 5,940 บาท ในการลดความชื้นใช้เวลา 15 ชั่วโมง ใช้แก๊สหุงต้มประมาณ 6 กิโลกรัม แก๊สหุงต้มถึง 15 กิโลกรัม ราคา 400 บาท ราคาแก๊ส กิโลกรัมละ 26.67 บาท คิดเป็นต้นทุนราคาแก๊สหุงต้มสำหรับลดความชื้นในหนึ่งครั้งเป็น 160.02 บาท และค่าไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลมขนาด 746 วัตต์ ใช้ไฟฟ้าในการลดความชื้นครั้งละ 11.19 หน่วย คิดค่าไฟหน่วยละ 3 บาท คิดเป็นต้นทุนราคาไฟฟ้าสำหรับลดความชื้นในหนึ่งครั้งเป็นเงิน 33.57 บาท และค่าแรงคนดูทำงานวันละ 300 บาท เวลาทำงานปกติวันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็นชั่วโมง 37.50 บาท คิดเป็นต้นทุนราคาแรงงานสำหรับลดความชื้นในหนึ่งครั้งเป็นเงิน 562.50 บาท เมื่อหักค่าต้นทุนทั้งหมดออก คงเหลือกำไรจากการขายผลผลิตในการลดความชื้นหนึ่งครั้งเป็นเงิน 3920.55 บาท ประเมินราคาเครื่องลดความชื้นตัวละ 85,000 บาท จะคุ้มทุนเมื่อใช้ลดความชื้นประมาณ 22 ครั้ง จำนวนมะไฟจีนเชื่อม 1,056 กิโลกรัม คือใช้งานลดความชื้น 330 ชั่วโมง คิดเวลาใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง เป็น 42 วัน 2 ชั่วโมง ในหนึ่งฤดูการผลิตจะยาวนานประมาณ 3-4 เดือน ดังนั้น การตัดสินใจซื้อเครื่องลดความชื้นจะคุ้มทุนรวมทั้งมีผลกำไรในฤดูกาลเดียวเท่านั้น

9 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ได้ดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบถังครึ่งวงกลม สำหรับลดความชื้นมะไฟจีน มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โครงสร้างถังส่วนบน มีชุดพัดลมติดอยู่ภายในช่องท่อลมและด้านขวามีชุดหัวเผาติดอยู่ตรงกลางทางเข้าของลม โครงสร้างถังลดความชื้นลักษณะหน้าตัดด้านข้างครึ่งวงกลม และชุดควบคุมการทำงานของเครื่องลดความชื้น ผลการทดสอบเครื่องลดความชื้นมะไฟจีน พบว่า มะไฟจีนเชื่อม 10 กิโลกรัม ใช้เวลาลดความชื้น 50 นาที หลังลดความชื้นเหลือน้ำหนักมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาล 5 กิโลกรัม ขณะที่ความชื้นลดลงมะไฟจีนเชื่อมน้ำตาลมีความเหนียวมาก จับตัวกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ตกลงกระแทกกับผนังห้องลดความชื้น อย่างรุนแรงส่งผลให้ลูกมะไฟจีนเชื่อม บั๊แบน เพราะการตกกระแทกอย่างรุนแรง เนื่องจากการจับกันเป็นก้อนขนาดใหญ่ ทำให้การลดความชื้นอยากขึ้นด้วย จึงต้องนำไปลดความชื้นโดยการตากแดดต่ออีก 1-2 วัน ดังนั้น การใช้เครื่องมือนี้ ก็ต่อเมื่อมีผลผลิตมากจนเกินกำลังในการตากแดด เพื่อป้องกันการเน่าเสียของผลผลิตมะไฟจีนที่ตากแดดได้ไม่ทัน จึงใช้เครื่องมือนี้ช่วยในการลดความชื้น ผลผลิตที่ได้ก็นำไปแปรรูปเป็นมะไฟจีนเม็ด ซึ่งไม่ต้องคำนึงถึงรูปลักษณะของมะไฟจีนแห้งก่อนบดแล้วนำไป ริดอัดเป็นเส้นก่อนแล้วตัดให้เป็นเม็ด

ผลการสร้างต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม มีโครงสร้างหลักสำคัญ 4 ส่วน คือ โครงเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ชุดพัดลม มีต้นกำลังมอเตอร์ 0.75 กิโลวัตต์ ชั้นวาง ถาด และตู้ควบคุมการทำงาน ผลการทดสอบ พบว่า การปิดท่อลมทิ้งไว้ขณะลดความชื้น มีปริมาณลมใหม่ที่เข้าไปในห้องอบแห้งประมาณ 46.42 เปอร์เซ็นต์ เป็นลมที่มีความร้อนหมุนเวียนกับมาใช้ 53.58 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการประหยัดแก๊สสูงต่ำลงประมาณ 32.5 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วลมภายในห้องลดความชื้น มีค่าเฉลี่ยความเร็วลม 3.49 ± 0.08 เมตร/วินาที มะไฟจีนมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 26.8 ± 4.3 กรัม มีส่วนประกอบที่เป็นเนื้อผลสดเฉลี่ย 73.1 ± 5.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเมล็ดผลสดเฉลี่ย 26.9 ± 5.2 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เป็นเนื้อหลังลดความชื้นจนแห้งสนิทเฉลี่ย 12.6 ± 1.1 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อม พบว่า ในช่วงเริ่มต้น 0-9 ชั่วโมง มีอัตราการใช้แก๊สสูงต่ำสูง และในช่วงเวลา 9-15 ชั่วโมง อัตราการใช้แก๊สลดลง มีอัตราการใช้แก๊สสูงต่ำโดยเฉลี่ยในการลดความชื้น 5,967 กรัม/ครั้ง อัตราการลดลงของความชื้นบนแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นและเวลาการลดความชื้น เป็นเส้นแนวโน้มสอดคล้องเป็นสมการเส้นตรง มีค่าความเชื่อมั่น 98.3 เปอร์เซ็นต์ สำหรับผลการตรวจความชื้นของมะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ทำการสุ่มตรวจ พบว่า มีความชื้นเฉลี่ย 24.2 ± 1.7 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ได้ เมื่อพินิจด้วยสายตา ของผู้ที่มีความชำนาญในกลุ่มแปรรูป มีสีที่ดูสดกว่าการตากแดด ความนิ่มเนื้อและรสชาติไม่แตกต่างกับการตากแดด ทำให้กลุ่มผู้ผลิตมะไฟจีนเชื่อมแห้ง ตำบลท่านาว อำเภอกุเพียง จังหวัดน่าน ให้การยอมรับในการใช้เครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยมว่าเหมาะสมสำหรับใช้งานในการลดความชื้นผลิตภัณฑ์มะไฟจีนเชื่อมแห้งได้เป็นอย่างดี พิจารณาในส่วนของต้นทุนการผลิต โดยประเมินราคาเครื่องลดความชื้นตัวละ 85,000 บาท จุดคุ้มทุนเมื่อใช้ลดความชื้นประมาณ 22 ครั้ง จำนวนมะไฟจีนเชื่อม 1,056 กิโลกรัม คือใช้งานลดความชื้น 330 ชั่วโมง คิดเวลาใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง เป็น 42 วัน 2 ชั่วโมง ในหนึ่งฤดูการผลิตจะยาวนานประมาณ 3-4 เดือน ดังนั้น การตัดสินใจซื้อเครื่องลดความชื้นจะคุ้มทุนรวมทั้งมีผลกำไรในฤดูกาลเดียวเท่านั้น

10 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

มีการนำต้นแบบเครื่องลดความชื้นแบบตู้สี่เหลี่ยม ไปใช้งานลดความชื้นมะไฟจีนเชื่อมเป็นมะไฟจีนเชื่อมแห้งที่ กลุ่มแปรรูปมะไฟจีน ตำบลท่าหน้าว อำเภอกุเวียง จังหวัดน่าน

11 คำขอบคุณ (ถ้ามี)

12 เอกสารอ้างอิง

มลิวรรณ กิจชัยเจริญ สุภาวดี ศรีแย้ม จิรรัชต์ กันทะขู้ และบุษบา มะโนแสน. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีนของกลุ่มแปรรูปมะไฟจีน ตำบลท่าหน้าว อำเภอกุเวียง จังหวัดน่าน วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต แหล่งที่มา:Journal/upload/file/behikqrtwx89.docx (19 กพ 58)

พรรณผกา รัตนโกศล สุระพงษ์ รัตนโกศล และสมศักดิ์ ศรีสมบุญ. 2551. การแปรรูปและผลิตภัณฑ์จากมะไฟจีน.ว.วิทย.กษ.39: 465 – 468.

พรรณผกา รัตนโกศล สุระพงษ์ รัตนโกศล และสมศักดิ์ ศรีสมบุญ. , 2552,มะไฟจีน...สมุนไพรที่เมืองน่าน, กิจกรรมในงาน“การนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ 2552”,สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช) , ISSN 1906-6171 , หน้า 59

13 ภาคผนวก

ตารางที่ 1 การทดสอบหาอุณหภูมิและปริมาณแก๊สหุงต้มที่ใช้ โดยเปิดปล่องลมร้อนทิ้งและปิดปล่องอากาศเวียนกลับ

ครั้งที่	อุณหภูมิภายนอก (°ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิเฉลี่ยในห้องลดความชื้น (°ซ)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ กรัม/ชม.
1	27	50	61.4±3.4	400
2	28	51	61.6±2.1	350
3	31	52	61.2±3.9	400
4	23	91	61.4±3.6	450
5	23	91	60.8±2.4	400
เฉลี่ย	26.4±3.4	67±21.9	61.3±0.3	400±35.4

ตารางที่ 2 การทดสอบหาอุณหภูมิและปริมาณแก๊สหุงต้มที่ใช้ โดยปิดปล่องลมร้อนทิ้งและเปิดปล่องอากาศเวียนกลับ

ครั้งที่	อุณหภูมิภายนอก (°ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิเฉลี่ยในห้องลดความชื้น (°ซ)	ปริมาณแก๊สที่ใช้ กรัม/ชม
1	29	54	60.4±1.1	250
2	31	54	60.8±2.4	250
3	32	58	61.4±0.9	250
4	23	90	61±1.4	300
5	23	91	61±1.6	300
เฉลี่ย	27.6±4.3	69.4±19.3	60.9±0.4	270±27.4

ตารางที่ 3 ทดสอบหาความเร็วลมที่ท่อลมทางเข้าพัดลม และเปอร์เซ็นต์ลมร้อนเวียนกลับ เมื่อเปิดท่อลมทิ้ง พร้อมทั้งปิดท่อลมเวียนกลับและปิดท่อลมทิ้งพร้อมทั้งเปิดท่อลมเวียนกลับ

จุดที่	เปิดท่อลมทิ้ง ม./วินาที	ปิดท่อลมทิ้ง ม./วินาที	ลมร้อนเวียนกลับ (%)
t1	4.87	2.21	54.57
t2	5.39	2.20	59.28
t3	5.24	2.39	54.35
t4	5.80	2.70	53.49
t5	4.54	2.57	43.50
เฉลี่ย	5.17±0.48	2.41±0.22	53.04±5.79

ตารางที่ 4 ทดสอบหาความเร็วลมเฉลี่ยในห้องลดความชื้น โดยวัดความเร็วลมที่ออกจากช่องลมผนังด้านข้าง ภายในห้องลดความชื้น

จุดที่วัด	ความเร็วลมที่ออกช่องลมภายในห้องลดความชื้น (ม/วินาที)						เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	ม/วินาที
ชั้นที่ 1	3.76	2.61	3.55	2.4	4.2	3.77	3.38
ชั้นที่ 2	3.93	3.42	3.86	4.11	2.04	3.63	3.50
ชั้นที่ 3	3.33	4.44	2.87	3.41	2.57	4.51	3.52
ชั้นที่ 4	3.06	3.82	3.5	3.99	3.55	3.69	3.60
ชั้นที่ 5	2.28	4.06	4.22	4.64	2.54	2.81	3.43
ชั้นที่ 6	3.01	3.42	4.35	4.5	2.01	3.15	3.41
ชั้นที่ 7	3.19	4.03	2.88	4.12	3.43	2.74	3.40
ชั้นที่ 8	2.76	4.07	3.45	4.39	3.09	3.25	3.50
ชั้นที่ 9	2.75	4.13	3.59	3.85	3.54	3.46	3.55
ชั้นที่ 10	2.57	3.31	4.18	4.07	3.42	3.81	3.56
ชั้นที่ 11	3.15	3.54	3.2	4.07	4.16	3.58	3.62
ชั้นที่ 12	3.33	4.06	2.6	3.73	4.03	3.02	3.46
ความเร็วลมเฉลี่ยในห้องลดความชื้น							3.49±0.08

ตารางที่ 5 ทดสอบหาสัดส่วนเนื้อ เมล็ด และเนื้อแห้ง โดยน้ำหนักของเนื้อผลมะไฟจีนสด

ตัวอย่าง	น้ำหนักมะไฟจีน (%)		
	เนื้อมะไฟจีนสด	เมล็ด	เนื้อมะไฟจีนแห้ง
1	85.0	15.0	14.6
2	72.7	27.3	13.3
3	73.6	26.4	12.6
4	74.8	25.2	12.4
5	70.0	30.0	12.1
6	73.1	26.9	12.1
7	75.8	24.2	14.0
8	72.1	27.9	14.0
9	77.1	22.9	11.8
10	77.3	22.7	11.7
11	75.9	24.1	12.7
12	77.1	22.9	14.3
13	74.6	25.4	13.1
14	67.7	32.3	12.8
15	68.0	32.0	13.4
16	60.1	39.9	10.3
17	73.5	26.5	12.7
18	74.5	25.5	11.0
19	73.9	26.1	12.3
20	65.5	34.5	11.1
เฉลี่ย	73.1±5.2	26.9±5.2	12.6±1.1

ตารางที่ 6 ทดสอบหาอัตราการใช้แก๊สหุงต้มในการลดความชื้นมะไฟเงินเชื่อมให้เป็นมะไฟเงินเชื่อมแห้ง

เวลา(ชม) / ครั้ง ที่	อัตราการใช้แก๊สหุงต้ม (กรัม)			เฉลี่ย
	1	2	3	(กรัม/3 ชม.)
0	0	0	0	0
3	1600	1500	1500	1533±58
6	1500	1300	1400	1400±100
9	1200	1100	1300	1200±100
12	1000	900	900	933±58
15	900	800	1000	900±100
ผลรวมเฉลี่ยการใช้แก๊สต่อครั้งการอบ (กรัม)				5967±398
ค่าเฉลี่ยการใช้แก๊สในการอบแห้ง(กรัม/ชั่วโมง)				398±27

ตารางที่ 7 ทดสอบหาการกระจายอุณหภูมิภายในห้องลดความชื้น

ซ้ำที่	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิภายนอก เฉลี่ย (°ซ)	อุณหภูมิเฉลี่ยในห้อง ลดความชื้น (°ซ)	อุณหภูมิเฉลี่ยที่ปลาย ปล่องลมร้อนทั้ง
1	66.5	34	57.6	57
2	67.7	34	57.9	58
3	55.7	33	59.3	58.2
เฉลี่ย	63.3±6.6	33.7±0.6	58.2±0.9	57.7±0.6

ตารางที่ 8 ทดสอบหาความชื้นมะไฟเงินเฉลี่ยแห้ง ที่เป็นผลผลิตที่ได้จากเครื่องลดความชื้นมะไฟเงิน โดยการสุ่ม 20 ตัวอย่าง/ซ้ำ

ซ้ำที่ ตัวอย่างที่	1 ความชื้น (%)	2 ความชื้น (%)	3 ความชื้น (%)	เฉลี่ย ความชื้น (%)
1	28.28	26.24	31.35	21.72
2	29.10	23.60	32.54	21.81
3	27.76	27.00	32.12	22.47
4	29.72	26.33	31.83	22.97
5	28.88	27.24	33.14	23.57
6	30.20	26.91	32.22	23.83
7	29.36	27.50	33.61	24.37
8	28.23	26.71	32.83	23.94
9	28.95	27.57	30.42	23.99
10	28.07	27.99	26.92	23.24
11	29.06	26.28	26.02	23.09
12	29.03	27.42	32.96	25.35
13	28.33	26.67	25.16	23.29
14	29.22	25.89	25.77	23.72
15	29.63	27.45	28.40	25.12
16	29.51	27.18	30.54	25.81
17	28.70	26.35	28.89	25.24
18	40.65	29.53	28.44	29.15
19	28.75	27.74	24.91	25.10
20	30.45	26.46	27.69	26.15
ความชื้นมะไฟเงินเชื่อมเฉลี่ยหลังลดความชื้น				24.2±1.7