

การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องอบลมร้อน ผลิตรระดับวิสาหกิจชุมชน
Construction and Efficiency Determination of Hot Air Dryer Community
enterprise level production

สัญญา โพธิ์วังษ์^{1*}, ปรชญนันท์ นิลสุข², วิรติ อัสวานวัต³, สุกัญญา สุขสถาน⁴, เทพรธ อนันต์สูงเนิน⁵
และ สราวุธ สืบแย้ม⁶

Sanya Phowong^{1*}, Prachyanun Nilsook², Wirat Asawanuwat³, Sugunya Suksatan⁴,
Theppharot Anansungnoen⁵ and Sarawut Suebyaem⁶

^{*1} แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3 จังหวัดนครนายก 26000

^{2,6} คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

³ โรงเรียนจิตรลดาวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา กรุงเทพมหานคร 10300

⁴ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3 จังหวัดนครนายก 26000

⁵ นักวิจัยอิสระ จังหวัดนครนายก 26000

^{*1} Electronics Department NakhonNayok Technical College Institute of Vocational Education Central
Region 3, Nakhon Nayok Province 26000

^{2,6} Faculty of Technical Education King Mongkut's University of Technology North Bangkok 10800

³ Chitrada Vocational School Chitralada Technology Institute, Bangkok 10300

⁴ NakhonNayok Technical College Institute of Vocational Education Central Region 3, Nakhon Nayok
Province 26000

⁵ Independent Researcher, Nakhon Nayok Province 26000

Received : Revised : Accepted :

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) สร้างเครื่องอบลมร้อน สำหรับใช้อบวัสดุประเภทผลไม้และสมุนไพร ผลิตรในระดับ วิสาหกิจชุมชน และ 2) ศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องอบลมร้อนโดยการทดลองอบมะม่วงกวน การ ออกแบบผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุประกอบโครงสร้างเป็นสแตน เลส เลือกใช้แก๊ส (LPG) สำหรับสร้างความร้อน และใช้พัด ลมขนาดใบพัด 18 นิ้ว ขับกำลังด้วยมอเตอร์ 1/3 แรงม้า ใช้หลักการติดตั้งแบบไหลตามแนวแกน ซึ่งมีลักษณะ แรงลมต่ำ เพื่อหมุนเวียนความร้อนและระบายความชื้นได้ ดี สามารถควบคุมอุณหภูมิ 40-80°C ด้วยระบบ อิเล็กทรอนิกส์แสดงผลแบบดิจิตอล ใช้งานง่าย ในการ ทดลองได้ทดลองอบมะม่วงกวนด้วยอุณหภูมิ 40, 50, 60, และ 70 องศา ตามลำดับ และได้ทดลองอบแต่ละอุณหภูมิ

เป็นจำนวนอุณหภูมิละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย ผลการ ทดลองพบว่า 1) ผลที่ได้จากการทดลองอบมะม่วงกวน สามารถบรรจุมะม่วงกวนได้มากกว่า 100 กิโลกรัม/ครั้ง เป็นไปตามความต้องการของวิสาหกิจชุมชน และ 2) ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อนใช้ ระยะเวลาอบเฉลี่ย 4 ชั่วโมง ด้วยอุณหภูมิ 60 องศา การ วิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ต้นทุน การสร้างเครื่องอบลมร้อนเท่ากับ 200,000 บาท มีต้นทุน การแปรผันได้แก่ต้นทุนการอบมะม่วงเท่ากับ 1.8575 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการผลิตของเครื่องอบลมร้อน สามารถผลิตได้ 200 กิโลกรัมต่อครั้งๆละ 4 ชั่วโมง ต้นทุน 75 บาท/กิโลกรัม จำหน่ายกิโลกรัมละ 150 บาท พบว่า จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 2,667 กิโลกรัม ระยะเวลาการคืนทุนของ

เครื่องอบลมร้อน สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 7 วัน

คำสำคัญ : เครื่องอบ, ลมร้อน, มะม่วง, ผลไม้, วิสาหกิจชุมชน

* สัญญา โพธิ์วงษ์

E-mail : sanya.phow@ovec.moe.go.th

Abstract

The objectives of this research were 1) to construct a hot air dryer. for drying materials such as fruits and herbs produced at the community enterprise level, and 2) studying the performance of a hot air dryer by drying mango pulp the design of the researcher used A stainless steel construction material and selected gas (LPG) for heat generation. and uses A 18-inch impeller fan driven by a 1/3-horsepower motor, using an axial-flow installation principle which is characterized by low wind power to circulate heat and vent moisture well the temperature can be controlled at 40-80 °C with a digital display electronic system that is easy to use. In the experiment, the mango stir-fry was baked at 40, 50, 60, and 70 °C, respectively. The experiment was repeated 3 times to find the mean. The research results showed that 1) The result from the mango preserve drying experiment was able to pack more than 100 kilograms of mango preserves/time. It meets the needs of community enterprises and 2) the performance of the hot air dryer takes an average drying time of 4 hours with a temperature of 60 degrees. Analysis of the break-even point in engineering economics. The cost of building a hot air dryer is 200,000 baht, with variable costs such as the cost of drying mangoes equal to 1.8575 baht/kg. The production capacity of the hot air dryer can produce 200 kg per time, 4 hours at a

cost of 75 baht/kg. 150 baht per unit, it was found that the break-even point was 2,667 kilograms. The payback period of the hot air dryer Able to pay back the investment within 7 days.

Keywords : Drying Machine, Hot Wind, Mango, Fruit, Community Enterprise.

1. บทนำ

มะม่วง เป็นไม้ผลเขตร้อนที่นิยมบริโภคกันทั่วโลก ซึ่งในประเทศไทยมีมะม่วงหลายสายพันธุ์ ซึ่งบางสายพันธุ์สามารถกินผลได้ตลอดทั้งปี และมะม่วงเป็นผลไม้เศรษฐกิจอีกประเภทหนึ่งของไทย สามารถรับประทานผลดิบและรับประทานผลสุกได้ เนื้อมะม่วงยังมีสมบัติในการป้องกันการเกิดโรคนิวในไต (Antilithialic) และการจัดอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging) โดยไปลดการเข้าทำลายผนังเซลล์ (lipid peroxidation) และเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระ (Superoxide dismutase และ catalase) อีกทั้งยังต่อต้านสารที่กระตุ้นตัวรับเบต้าแอดรีเนอร์จิก (isoproterenol) จากกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (กฤษณ์: 2019) โดยวิธี DPPH และ FRAP ของมะม่วงทั้ง 13 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 121.99 – 641.75 มิลลิกรัม Gallic acid/ 100 กรัม น้ำหนักสด มี 0.35 – 1.25 มิลลิโมล Trolox/100 กรัม น้ำหนักสด และมี 0.03 – 0.17 มิลลิโมล Trolox/100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ และมีค่าแตกต่างกันเพียง เล็กน้อยในแต่ละสายพันธุ์ สำหรับปริมาณเบต้าแคโรทีน พบว่าในมะม่วงทั้ง 13 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 5.53 – 41.68 ไมโครกรัม/100 กรัม และในด้านการส่งออกมะม่วงสดที่สำคัญของไทย ได้แก่ จีน เวียดนาม และญี่ปุ่น ส่วนตลาดส่งออกมะม่วงอบแห้ง ได้แก่ สหรัฐอเมริกา และฮ่องกง ทำให้เกษตรกรไทย จำเป็นต้องเพิ่มศักยภาพการผลิตมากขึ้น (ชญาธิศ: 2561) การเพิ่มกำลังการผลิต การพัฒนามาตรฐานสินค้า เพื่อให้สอดคล้องกับตลาดส่งออกมากยิ่งขึ้น การส่งออกมะม่วงพบว่าการส่งออกไปยังต่างประเทศนั้นมีเพียง 1.7% เท่านั้น ส่วน 98% เป็นการบริโภคในประเทศ

วิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลไม้ดอนยอ เป็นกลุ่มผู้ปลูกมะม่วง และกล้วยมีสมาชิก 15 ครัวเรือน ได้รวมตัวกันทำเกษตรอินทรีย์ตามมาตรฐาน ปลูกมะม่วง และกล้วยบนพื้นที่

300 ไร่ ในตำบลดอนยอ อำเภอเมืองจังหวัดนครนายก มีผลผลิตมะม่วงสุกประมาณ 600 ตันต่อปี ปัญหาที่พบ มะม่วงสุกราคาถูก จากการลงพื้นที่สำรวจความต้องการ พบว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนต้องการแปรรูปมะม่วงเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้า โดยการแปรรูปเป็นมะม่วงกวนและมะม่วงอบแห้ง โดยการกวนยังใช้หม้อในการกวนและ ตากแห้งด้วยธรรมชาติ ในการแปรรูปมะม่วงกวน ใช้พื้นที่มาก รวมถึงการใช้แรงงานคนจำนวนมากซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุน จากความต้องการของชุมชนต้องการเครื่องอบลมร้อนที่สามารถอบมะม่วงกวนได้ 100 กิโลกรัมต่อวัน

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดแก้ปัญหาและพัฒนาชุมชนโดยใช้เทคโนโลยีเพิ่มปริมาณการผลิต ในขั้นตอนการตากแห้ง มะม่วงจึงได้ศึกษาขั้นตอนการตากแห้งแบบดั้งเดิมด้วยแรงงานคน และศึกษาความต้องการของชุมชน ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงออกแบบสร้างเครื่องอบลมร้อนเพื่อช่วยให้วิสาหกิจชุมชนสามารถเพิ่มปริมาณการแปรรูปและ ลดค่าใช้จ่ายด้านการจ้างแรงงานคน และศึกษาหาประสิทธิภาพเครื่องอบลมร้อน ผลิตรระดับวิสาหกิจชุมชน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างเครื่องอบลมร้อน ผลิตรระดับวิสาหกิจชุมชน

2.2 เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อน

2.3 เพื่อวิเคราะห์กระบวนการผลิตการทำงานของเครื่องอบลมร้อน

3. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่มุ่งในการออกแบบสร้างเครื่องอบลมร้อน และหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อน มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

3.1 ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตำรา วารสาร และอินเทอร์เน็ต

3.2 ออกแบบเครื่องอบลมร้อนที่มีขนาดมากกว่า 120x240x120 เซนติเมตร

3.2.1 โครงสร้างเลือกใช้วัสดุสแตนเลส เกรด SUS304

3.2.2 ชุดภาคตะแกรงสแตนเลสมีขนาดมากกว่า 53x101x2.5 เซนติเมตร

3.2.3 ชุดพัดลมหมุนเวียนความร้อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า ใบพัดขนาด 18 นิ้ว

3.2.4 ชุดท่อสำหรับระบายความชื้นขนาด 4 นิ้ว

3.2.5 ชุดแก๊สให้ความร้อนแบบ 2 หัวพน

3.2.6 ชุดควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้า

3.2.7 ควบคุมอุณหภูมิ 40-80°C ด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

3.3 ทดลองอบมะม่วงกวนด้วยเครื่องอบลมร้อนที่ได้สร้างขึ้นจำนวนมากกว่า 300 กิโลกรัม ใช้สำหรับการทดลอง

3.4 ศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อน

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบตากแห้งโดยตรง สำหรับอบแห้งกล้วยน้ำว้าใช้ในระดับชุมชน (กฤษฎาภักดิ์ และ คณะ: 2021) โครงสร้างตู้อบทำด้วยอลูมิเนียมหนา 1.5 มิลลิเมตร ทาสีดำเพื่อดูดซับความร้อน ได้ดีจากการศึกษาการกระจายความร้อนของตู้ทั้งสองแบบ พบว่าตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีการกระจายความร้อนที่ต่ำกว่าเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน มีช่วงอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 31-78 องศาเซลเซียสในช่วงที่ทดลอง 09.00-16.00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 62.68 องศาเซลเซียส ข้อดีของการใช้การอบแห้งชนิดนี้คือสามารถป้องกันลมฝน เชื้อรา ฝุ่นละออง มุลนก จุลินทรีย์และอื่น ๆ การปนเปื้อนระหว่างการอบแห้งกล้วยน้ำว้า และใช้พลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของพลาสติกแฉดเดี่ยวที่ตากด้วยตู้อบแห้ง (ณัฐพร และ คณะ: 2562) การตากสามารถควบคุมปัจจัยทั้งสองชนิดนี้ได้โดยการเปิดพัดลมระบายอากาศในช่วงตั้งแต่เริ่มตาก และเปิดสลับปิดพัดลมในระหว่างการตากซึ่งใช้เวลาตากต่อครั้งประมาณ 2-3 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา เชื้อStaphylococcus aureus และปริมาณโคลิฟอร์ม ยังไม่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดคือน้อยกว่า 0.85 โดยจากผลการทดลองที่ได้คือ

0.99 ทั้งนี้พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของพลาสติกแตกเดียวคือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้ ซึ่งจะต้องมีการควบคุมให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์และค่าอุณหภูมิภายในตู้คงที่ตลอดการตาก โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่เหมาะสมคือ ประมาณร้อยละ 60 ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมคือ ประมาณ 35 องศาเซลเซียส

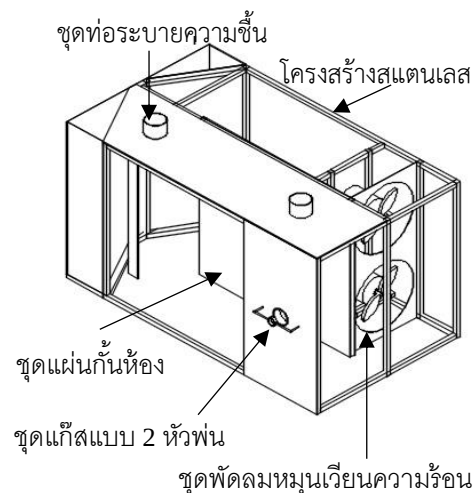
ผลของความเร็วมต่อประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน (เอกภพ และ เอกภูมิ: 2561) การอบกล้วยน้ำว้าแผ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 30mm. ความชื้นเริ่มต้น 166.07–194.15% ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 10 ชั่วโมง อุณหภูมิในห้องอบแห้ง 70°C ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งโดยเปรียบเทียบอัตราการดึงน้ำออกจำเพาะเฉลี่ยที่ความเร็วมหน้าห้องอบแห้ง 0.25 0.35 และ 0.45 m/s โดยอากาศร้อนหลังผ่านห้องอบแห้งจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ทั้งหมด จากการศึกษาพบว่า ที่ความเร็วมหน้าห้องอบแห้ง 0.25 0.35 และ 0.45 m/s ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบมีค่าเท่ากับ 2.62 2.44 และ 2.38 ตามลำดับ อัตราการดึงน้ำออกจำเพาะเฉลี่ยที่ความเร็วมหน้าห้องอบแห้ง 0.45 m/s และมีค่าลดลงเมื่อความเร็วมลดลง เนื่องจากความเร็วมหน้าห้องอบแห้งที่ 0.45 m/s มีค่าอัตราการดึงน้ำออกจำเพาะเฉลี่ยสูงสุด จึงเป็นเงื่อนไขที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

การอบแห้งมะม่วงน้ำดอกไม้โดยใช้การแผ่รังสีอินฟราเรดไกลร่วมกับอากาศร้อน (วีระ: 2564) ส่วนมากใช้หลักการถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุ เพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งเก็บรักษายาวนานมากขึ้น ด้วยเทคนิครังสีอินฟราเรดไกลร่วมกับอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C และใช้ความเร็วมอากาศร้อน 0.3 m/s การทดสอบคุณภาพด้านสีและความแข็งของมะม่วงน้ำดอกไม้สุกอบแห้ง พบว่ามะม่วงน้ำดอกไม้สุกอบแห้งมีค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่มีค่าสีแดงลดลง เมื่ออุณหภูมิอบแห้งสูงขึ้น

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 การออกแบบเครื่องอบลมร้อน

5.1.1 โครงสร้างออกแบบให้มีขนาดมากกว่า 120x240x120 เซนติเมตร ใช้วัสดุสแตนเลส SUS304 ที่เหมาะสำหรับนำไปทำภาชนะหรือโครงสร้าง ด้านอาหาร ด้านบนติดตั้งชุดท่อสำหรับระบายความชื้นจำนวน 2 ท่อ ภายในมีแผ่นกั้นห้องตรงกลาง และติดตั้งแผ่นบังคับลม เพื่อให้ความร้อนหมุนเวียนได้ดี และจะทำให้ประหยัดแก๊ส การหมุนเวียนอากาศจะเลือกใช้พัดลมที่มีขนาด ใบพัด 18 นิ้ว และมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด 1/3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว เลือกใช้ระบบแก๊สให้ความร้อนและควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้า โครงสร้างเครื่องอบลมร้อนแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องอบลมร้อน

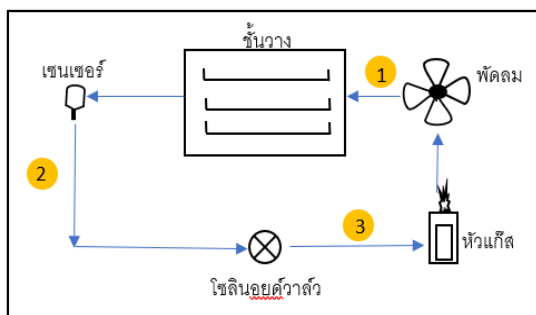
ที่มา : สัญญา โพธิ์วงษ์ (2565)

5.1.2 การหมุนเวียนความร้อนของเครื่องอบลมร้อน ออกแบบโดยใช้พัดลมขนาดใบพัด 18 นิ้ว ใช้หลักการระบายความร้อนแบบไหลตามแนวแกน ซึ่งมีลักษณะแรงลมต่ำและ มีเสียงเบา (Czzielong: 2021) เหมาะสำหรับนำไปใช้ประกอบเครื่องอบลมร้อน

5.1.3 ความร้อนเครื่องอบลมร้อนเลือกใช้ระบบแก๊ส (LPG) หรือแก๊สหุงต้มซึ่งหาซื้อได้ง่ายทั่วไปและเลือกใช้หัวแก๊สรูปแบบทรงกลมจำนวน 2 หัว ซึ่งออกแบบให้มีทั้งแบบขนาดเล็กใช้เป็นหัวจุดไฟและ แบบขนาดใหญ่ให้เป็นหัวไฟหลักสำหรับให้ความร้อน ระบบแก๊สจะควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้าตัดต่อแก๊สด้วยโซลิ

นอยต์วาล์ว แสดงผลด้วยจอแบบดิจิทัลตั้งค่าใช้งานง่าย
เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในระดับชุมชน

5.1.4 การทำงานของเครื่องอบลมร้อน ความเร็ว
อากาศมีผลอย่างมากกับอัตราการแห้ง โดยตำแหน่งที่
1 คือห้องอบแห้งด้วยแก๊ส (LPG) ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด
1/3 แรงม้า และพัดลมขนาด 18 นิ้ว สำหรับหมุนเวียน
ความร้อน ตำแหน่งที่ 2 เป็นตำแหน่งที่ติดตั้งเซนเซอร์วัด
ค่าอุณหภูมิเนื่องจากมีอุณหภูมิลมร้อนที่มีค่าต่ำ จากการ
ผ่านมะม่วงกวนสุก ทำให้มีความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ดังนั้น
จึงต้องติดตั้งระบายความชื้นขนาด 4 นิ้ว เป็นท่อระบาย
ทำให้ความชื้นลดลงและ มีอุณหภูมิลมร้อนสูงขึ้น ตำแหน่ง
ที่ 3 เป็นตำแหน่งที่ลมร้อนวนกลับเข้าห้องอบแห้ง โดย
การควบคุมเปิด-ปิดแบบอัตโนมัติของโซลินอยด์วาล์ว เมื่อ
อุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งยังไม่ถึงค่าที่กำหนดโซลิ
นอยด์วาล์วจะทำงาน ผังแสดงการทำงานของระบบ
อบแห้ง แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผังแสดงการทำงานของระบบอบแห้ง

ที่มา : สัญญา โพธิ์วังษ์ (2565)

การหาค่าความชื้นเริ่มต้นของวัสดุ โดยนำมะม่วงกวน
สุกอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศา
ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 4 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนัก
หลังจากการอบ ซึ่งเป็นน้ำหนักแห้งจากนั้นคำนวณหา
ความชื้น (M_d) จากสมการที่ 1 (เอกกฤษ และ เอกภูมิ:
2561)

$$M_d = \frac{(w-d)}{d} \quad (1)$$

เมื่อ M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%)

W คือ มวลของวัสดุ (kg)

d คือ มวลของวัสดุแห้ง (kg)

การอบแห้ง (DR) เป็นความสามารถในการระเหยน้ำ
ออกจากวัสดุ โดยกำหนดให้การอบแห้งคือ ปริมาณน้ำที่
ระเหยออกจากวัสดุต่อเวลาการอบแห้ง ดังสมการที่ 2

$$DR = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุ}}{\text{เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง}} \quad (2)$$

5.2 วิธีการทดลอง

เตรียมมะม่วงกวนสุก โดยกำหนดความหนา
0.5-1.0 เซนติเมตร ใส่ถ้วยวางมะม่วงบนตะแกรงสแตน
เลส เป็นแถวและจัดวางตะแกรงสแตนเลส ตามชั้นภายใน
เครื่องอบลมร้อน โดยชั้นรับถาด 1 ชั้น สามารถใส่ถาดได้
20 ถาด สามารถวางมะม่วงกวนสุกได้ปริมาณมากกว่า
100 กิโลกรัม เมื่อจัดวางมะม่วงเต็มชั้น ให้ปิดประตู
เครื่องอบลมร้อน และจุดแก๊ส การทดลองเครื่องอบลม
ร้อน จะเริ่มตั้งค่าอุณหภูมิ 40, 50, 60, และ 70 องศา
ตามลำดับ และการทดลองจะทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหา
ค่าเฉลี่ย จากนั้นจับเวลาด้วยนาฬิกา ในการทดลองเพื่อหา
ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อน ผลการ
ทดลองจับเวลาการอบแห้งมะม่วงจำนวน 100 กิโลกรัม
โดยใช้อุณหภูมิ 40, 50, 60, และ 70 องศา ด้วยเครื่องอบ
ลมร้อน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองจับเวลาเฉลี่ยการอบแห้ง
มะม่วง 3 ครั้งๆละ 100 กิโลกรัมที่อุณหภูมิ 40,
50, 60, และ 70 องศาด้วยเครื่องอบลมร้อน

ลำดับ	จำนวน มะม่วงกวน (กิโลกรัม)	อุณหภูมิ (องศา)	ระยะเวลา เฉลี่ย (ชั่วโมง)	ผลที่ได้
1	100	40	9	ใช้ระยะเว นาน
2	100	50	5	มีสีเหลืองใส
3	100	60	4	มีสีเหลืองขุ่น
4	100	70	4	มีสีเหลืองปนดำ
สรุปผล		60	4	ใช้ได้

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองจับเวลาเฉลี่ยการอบแห้งมะม่วง 100 กิโลกรัม โดยใช้อุณหภูมิ 40, 50, 60, และ 70 องศา ด้วยเครื่องอบลมร้อน ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 60 องศา ใช้ระยะเวลาในการอบ 4 ชั่วโมง และมะม่วงกวนตากแห้งที่ได้มีสีเหลืองใสแห้งเสมอกัน ตามที่วิสาหกิจชุมชนต้องการ และตามที่ตลาดต้องการ

การทดลองความเร็วลมภายในเครื่องอบลมร้อน โดยกำหนดค่าความเร็วลม 4 ระดับ คือ 1.00 m/s, 2.00 m/s, 3.00 m/s และ 4.00 m/s

ตารางที่ 2 ผลการทดลองความเร็วลมในการอบแห้งมะม่วง 100 กิโลกรัม โดยใช้อุณหภูมิ 60 องศา

ลำดับ	จำนวนมะม่วงกวน (กิโลกรัม)	ความเร็วลม (m/s)	ระยะเวลาเฉลี่ย (ชั่วโมง)	ผลที่ได้
1	100	1.00	5	ใช้ระยะเวลานาน
2	100	2.00	4	ใช้ได้
3	100	3.00	4	ไฟดับบางครั้ง
4	100	4.00	4	ไฟดับบ่อย
สรุปผล		2.00	4	ใช้ได้

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองความเร็วลมในการอบแห้งมะม่วง 100 กิโลกรัม ใช้อุณหภูมิ 60 องศา ทดลองความเร็วลม 4 ระดับ คือ 1.00 m/s, 2.00 m/s, 3.00 m/s และ 4.00 m/s จะเห็นได้ว่าความเร็วลมที่เหมาะสมกับเครื่องอบลมร้อนคือ 2.00 m/s

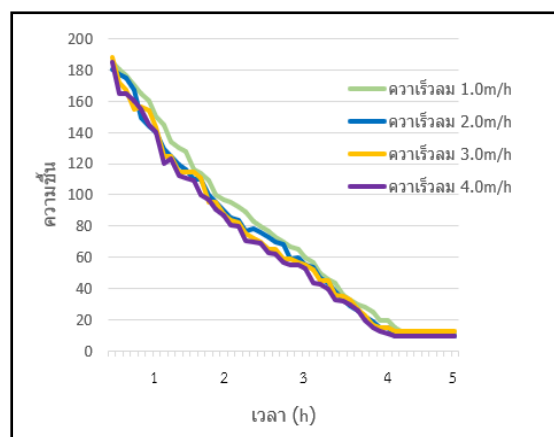
6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการออกแบบสร้างเครื่องอบลมร้อน ตามโจทย์กลุ่มวิสาหกิจชุมชนต้องการเครื่องอบสามารถอบมะม่วงกวนแห้งได้มากกว่า 100 กิโลกรัม และสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งตรงกับความต้องการของชุมชน

6.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพโดยการอบมะม่วงกวนจำนวน 100 กิโลกรัมต่อครั้ง อุณหภูมิที่ใช้ทดลองคือ 40, 50, 60, และ 70 องศา และใช้นาฬิกาจับเวลา จากผลการทดลองอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 60 องศา ใช้ระยะเวลาการอบ 4 ชั่วโมง

6.3 ผลการทดลองความเร็วลมในการอบแห้งมะม่วง จากการทดลองความเร็วลม 4 ระดับ มีความขึ้นไปในทิศทางเดียวกันแสดงดังภาพที่ 3 ในช่วงต้นนั้นจะมี

ความชื้นใกล้เคียงกัน และเมื่อเวลาผ่านไปจะเห็นได้ว่าความชื้นของมะม่วงกวนลดลงได้อย่างรวดเร็ว จนไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดจากความชื้นระเหยไปจนหมด ในการทดลองจะเห็นได้ว่าความเร็วลมที่เหมาะสมคือ 2.00 m/s เนื่องจากความชื้นลดลงอย่างต่อเนื่องและไม่พบปัญหาไฟดับ



ภาพที่ 3 ความชื้นของมะม่วงกวน ภายในเครื่องอบลมร้อน

ที่มา : สัญญา โพธิ์วังษ์ (2565)

6.4 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม (สมศักดิ์: 2018)

ต้นทุนเครื่องอบลมร้อน คำนวณได้ดังสมการที่ 3

$$\text{ค่าเสื่อมราคา } DP = (P - S)/L \quad (3)$$

6.4.1 ต้นทุนเครื่องอบลมร้อน (P) = 200,000 บาท มีอายุการใช้งานเครื่อง 5 ปี และราคาซาก (S) เมื่อใช้งานครบระยะเวลา 5 ปี เท่ากับ 50,000 บาทต่อปี ดังนั้นค่าเสื่อมราคาของเครื่องอบลมร้อนเท่ากับ $(200,000 - 50,000)/5 = 30,000$ บาทต่อปี

6.4.2 ต้นทุนค่าไฟฟ้าเครื่องอบลมร้อนคำนวณได้จากต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว ซึ่งใช้ไฟฟ้า 0.50kw-h โดยค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเท่ากับ 5.38 บาท ชั่วโมงการทำงานของเครื่องอบลมร้อนคือ 8 ชั่วโมงต่อวัน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 21.52 บาทต่อ

วัน เมื่อนำมาคิดต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อกิโลกรัม 0.0538 บาท/กิโลกรัม

6.4.3 ต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านแรงงานควบคุมเครื่องอบลมร้อน ใช้จำนวนแรงงาน 1 คน มีค่าใช้จ่าย 350 บาทต่อวัน เครื่องอบลมร้อนมีกำลังการผลิตมะม่วงสูงสุด 200 กิโลกรัมต่อครั้งๆ ละ 4 ชั่วโมง ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านแรงงานคนเท่ากับ 0.875 บาทต่อกิโลกรัม

6.4.4 ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเป็นการวิเคราะห์กระบวนการผลิตการทำงานของเครื่องอบลมร้อน โดยจากการสร้างเครื่องอบลมร้อนใช้ต้นทุนในการสร้างประมาณ 200,000 บาท เครื่องอบลมร้อนจะมีอายุการใช้งาน 5 ปี ในกระบวนการผลิตจะใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน คิดเป็นค่าใช้จ่าย 350 บาทต่อวัน และมีต้นทุนการแปรผันได้แก่ต้นทุนการอบมะม่วงเท่ากับ 1.8575 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการผลิตของเครื่องอบลมร้อนสามารถผลิตได้ 200 กิโลกรัมต่อครั้งๆ ละ 4 ชั่วโมง ต้นทุน 75 บาท/กิโลกรัม จำหน่ายกิโลกรัมละ 150 บาท พบว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 2,667 กิโลกรัม ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องอบลมร้อน สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 7 วัน

7. สรุปและอภิปรายผล

7.1 การออกแบบสร้างเครื่องอบลมร้อน คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้วัสดุสแตนเลส สำหรับใช้ประกอบโครงสร้างที่มีขนาดมากกว่า 120 x 240 x 120 เซนติเมตร และเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า ใบพัดขนาด 18 นิ้ว จำนวน 2 ตัว ในการออกแบบการระบายความร้อนจะใช้หลักการแบบไหลตามแนวแกน ซึ่งมีลักษณะแรงลมต่ำ และมีเสียงเบาซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัย (กิตติเชษฐ์: 2561) พบว่าใบพัดลมระบายความร้อนแบบไหลตามแนวแกนมีผลต่ออัตราการไหลที่เกิดขึ้นทำให้ลมหมุนเวียนภายในเครื่องอบลมร้อนดี และลมร้อนมีอุณหภูมิคงที่ และจะทำให้มีความประหยัดพลังงานความร้อนภายในเครื่องจักร เครื่องอบลมร้อนมีชั้นรับถาดจำนวน 2 ชุด โดย 1 ชั้นสามารถใส่ถาดสแตนเลสได้ 20 ถาด และปริมาณการผลิตของเครื่องอบลมร้อนสามารถอบมะม่วงได้ 200 กิโลกรัมต่อครั้งๆ ละ 4 ชั่วโมง

7.2 การศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อน จากการทดลองอบมะม่วงอุณหภูมิที่ใช้ทดลองคือ 40, 50, 60, และ 70 องศา และใช้หน้าผากจับเวลาการทดลองจะทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยใช้มะม่วงกวนในการทดลองปริมาณ 300 กิโลกรัม จากการทดลอง พบว่าอุณหภูมิที่ใช้อบมะม่วงกวนคือ 60 องศา ใช้ระยะเวลาในการอบเฉลี่ย 4 ชั่วโมง และจากการทดลองความเร็วลมภายในเครื่องอบลมร้อน เห็นได้ว่าความเร็วลมที่เหมาะสม คือ 2.00m/s เนื้อมะม่วงแห้งพอดีเท่ากันและ สีของมะม่วงมีความใสรับประทานตรงกับความต้องการของชุมชน ซึ่งการวิจัยมีความสอดคล้องกับการวิจัย (รุ่งโรจน์: 2564)อุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อการทำแห้งทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้าน สี กลิ่นรสชาติ ได้ผลดีตามต้องการ

7.3 การวิเคราะห์กระบวนการผลิตการทำงานของเครื่องอบลมร้อน โดยจากการสร้างเครื่องอบลมร้อนใช้ต้นทุนในการสร้างประมาณ 200,000 บาท ในกระบวนการผลิตจะใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน คิดเป็นค่าใช้จ่าย 350 บาทต่อวัน และมีต้นทุนการแปรผันได้แก่ต้นทุนการอบมะม่วงเท่ากับ 1.8575 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการผลิตของเครื่องอบลมร้อนสามารถผลิตได้ 200 กิโลกรัมต่อครั้งๆ ละ 4 ชั่วโมง ต้นทุน 75 บาท/กิโลกรัม จำหน่ายกิโลกรัมละ 150 บาท พบว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 2,667 กิโลกรัม ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องอบลมร้อน สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 7 วัน ซึ่งมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานในระดับวิสาหกิจชุมชน

8. ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองควรนำไปทดลองกับผลไม้ที่หลากหลาย ควรเลือกใช้วัสดุประกอบที่เหมาะสมกับข้อกำหนดมาตรฐานด้านอาหาร การออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และง่ายต่อการบำรุงรักษาเครื่องจักร

9. เอกสารอ้างอิง

กฤษฎี สงวน(2019). กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณเบต้าแคโรทีนไลโคพีนและฟลาโวนอยด์ของ มะม่วง รับประทานดิบสายพันธุ์พื้นบ้าน

- ในประเทศไทยหลังการเก็บเกี่ยว. วารสารวิจัย มทร. กรุงเทพฯ, 13, (1), หน้า 68-81.
- ชยานิส รัตนมงคล (2561). จลนพลศาสตร์การอบแห้งมะม่วงด้วยสุญญากาศร่วมกับอินฟราเรดไกล. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ หน้า 1-101.
- กฤษฎางค์ศุ กระมูล, สัญลักษณ์ กิ่งทอง, จริญญา แก่นจันทร์,สถาปัตย์ ชะนากลาง,&มนัญญา คำวชิระพิทักษ์ (2021). การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบตากแห้งโดยตรงสำหรับอบแห้งกล้วยน้ำว้าใช้ในระดับชุมชน. วารสารวิชาการเทคโนโลยี อุตสาหกรรม: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 9, (1), หน้า 38-48.
- ณัฐพรนนท จิระพงศ์, สุภา ศิรินาม, & รังสรรค์ โกญจนาทนิกร. (2019). ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของปลาสดิตแดดเดียวที่ตากด้วยตู้อบแห้ง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 5, (2), หน้า 72-83.
- เอกกฤษ แก้วเจริญและ เอกภูมิ บุญธรรม. (2561) ผลของความเร็วลมต่อประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ ปีที่ 21 ฉบับที่ 3 (ฉบับพิเศษ) สืบเนื่องจากงานประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 28 ประจำปี 2561
- วีระ ศรีอริยะกุล (2564). การอบแห้งมะม่วงน้ำดอกไม้โดยใช้การแผ่รังสีอินฟราเรดไกลร่วมกับอากาศร้อน. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 17, (3), หน้า 169-182.
- Czwielong, F., Floss, S., Kaltenbacher, M., & Becker, S. (2021). Influence of a micro-perforated duct absorber on sound emission and performance of axial fans. Applied Acoustics, 174, 107746.
- สมศักดิ์ คามา (2561). การออกแบบและสร้างเครื่องสับย่อยเศษพืชผักในครัวเรือน. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีที่ 11 ฉบับที่ 1
- กิตติเชษฐ์ สุวรรณวัฒน์, พัทธกรณ ญาณภีร์, และ ศันสนีย์ สุภาภา (2561). การออกแบบใบพัดลมระบายความร้อนแบบไหลตามแนวก้นแบบสามใบพัดสำหรับเครื่องปรับอากาศโดยวิธีการออกแบบการทดลอง การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56 หน้า 171-180
- รุ่งโรจน์ ตับกลาง, บุญทริกา สุมะนา และ วรณศิริ หิรัญเกิด (2564). ผลของอุณหภูมิและเวลาทำแห้งต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระท้อนแช่อิ่มอบแห้ง. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ปีที่ 14 ฉบับที่ 1
- ตีพิมพ์ วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (2023)