

การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องอบลมร้อน ผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน Construction and Efficiency Determination of Hot Air Dryer Community Enterprise Level Production

สัญญา โพธิ์วงษ์^{1*}, ปรัชญนันท์ นิลสุข², วิรติ อัสวานูวัตร³, สุกัญญา สุขสถาน⁴, เทพรถ อนันต์สูงเนิน⁵
และสรารวุฒิ สืบแย้ม⁶

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

¹แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครนายก สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3 นครนายก 26000

^{2,6}คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

³โรงเรียนจิตรลดาวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา กรุงเทพมหานคร 10300

⁴วิทยาลัยเทคนิคนครนายก สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 3 นครนายก 26000

⁵นักวิจัยอิสระ นครนายก 26000

¹Electronics Department, Nakhonnayok Technical College, Institute of Vocational Education Central Region 3,
Nakhon Nayok 26000

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

³Chitrada Vocational School, Chitralada Technology Institute, Bangkok 10300

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

⁵Independent Researcher, Nakhon Nayok 26000

Received : July 19, 2023 Revised : December 20, 2023 Accepted : December 22, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างเครื่องอบลมร้อน สำหรับใช้อบวัสดุประเภทผลไม้และสมุนไพร ผลิตภัณฑ์ในระดับวิสาหกิจชุมชน และ 2) ศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อนโดยการทดลองอบมะม่วงกวน การออกแบบผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุประกอบโครงสร้างเป็นสแตนเลส เลือกใช้แก๊ส (LPG) สำหรับสร้างความร้อน และใช้พัดลมขนาดใบพัด 18 นิ้ว ขับกำลังด้วยมอเตอร์ 1/3 แรงม้า ใช้หลักการติดตั้งแบบไหลตามแนวแกน ซึ่งมีลักษณะแรงลมต่ำ เพื่อหมุนเวียนความร้อนและระบายความชื้นได้ดีสามารถควบคุมอุณหภูมิ 40-80°C

*สัญญา โพธิ์วงษ์

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

ด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์แสดงผลแบบดิจิทัล ใช้งานง่ายในการทดลองได้ทดลองอบมะม่วงกวนด้วยอุณหภูมิ 40 , 50 , 60 , และ 70 องศา ตามลำดับ และได้ทดลองอบแต่ละอุณหภูมิ เป็นจำนวนอุณหภูมิละ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย ผลการทดลองพบว่า 1) ผลที่ได้จากการทดลองอบมะม่วงกวนสามารถบรรจุมะม่วงกวนได้มากกว่า 100 กิโลกรัม / ครั้ง เป็นไปตามความต้องการของวิสาหกิจชุมชน และ 2) ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อนใช้ระยะเวลาอบเฉลี่ย 4 ชั่วโมง ด้วยอุณหภูมิ 60 องศา การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ต้นทุนการสร้างเครื่องอบลมร้อนเท่ากับ 200,000 บาท มีต้นทุนการแปรผันได้แก่ต้นทุนการอบมะม่วงเท่ากับ 1.8575 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการผลิต

ของเครื่องอบลมร้อนสามารถผลิตได้ 200 กิโลกรัมต่อครั้ง ๆ ละ 4 ชั่วโมง ต้นทุน 75 บาท/กิโลกรัม จำหน่ายกิโลกรัมละ 150 บาท พบว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 2,667 กิโลกรัม ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องอบลมร้อนสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 7 วัน

คำสำคัญ : เครื่องอบ , ลมร้อน , มะม่วง , ผลไม้ , วิสาหกิจชุมชน

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 เนื้อมะม่วงยังมีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดโรคนิวไนโต (Antilithalic) และการจัดอนุมูลอิสระ (Free Radical Scavenging) โดยไปลดการเข้าทำลายผนังเซลล์ (Lipid Peroxidation) และเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ ที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระ (Superoxide Dismutase และ Catalase) อีกทั้งยังต่อต้านสารที่กระตุ้นตัวรับเบต้าแอดรีเนอร์จิก (isoproterenol) จากกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (ภุชงค์ สงวนพวง , 2019) โดยวิธี DPPH และ FRAP ของมะม่วงทั้ง 13 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 121.99 - 641.75 มิลลิกรัม Gallic acid / 100 กรัม น้ำหนักสดมี 0.35 - 1.25 มิลลิโมล Trolox / 100 กรัม น้ำหนักสด และมี 0.03 - 0.17 มิลลิโมล Trolox / 100 กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับและมีค่าแตกต่างกันเพียง เล็กน้อยในแต่ละสายพันธุ์ สำหรับปริมาณ

เบต้าแคโรทีน พบว่าในมะม่วงทั้ง 13 สายพันธุ์ มีค่าระหว่าง 5.53 – 41.68 ไมโครกรัม / 100 กรัม และในด้านการส่งออกมะม่วงสดที่สำคัญของไทย ได้แก่ จีน เวียดนาม และญี่ปุ่น ส่วนตลาดส่งออกมะม่วงอบแห้ง ได้แก่ สหรัฐอเมริกา และฮ่องกง ทำให้เกษตรกรไทยจำเป็นต้องเพิ่มศักยภาพการผลิตมากขึ้น (ชญาณีศ รัตนมงคล , 2561) การเพิ่มกำลังการผลิต การพัฒนามาตรฐานสินค้า เพื่อให้สอดคล้องกับตลาดส่งออกมากยิ่งขึ้น การส่งออกมะม่วงพบว่ามี การส่งออกไปยังต่างประเทศนั้นมีเพียง 1.7 % เท่านั้น ส่วน 98% เป็นการบริโภคในประเทศ วิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลไม้ดอนยอ เป็นกลุ่มผู้ปลูกมะม่วงและกล้วย มีสมาชิก 15 ครัวเรือนได้รวมตัวกันทำเกษตรอินทรีย์ตามมาตรฐาน ปลูกมะม่วงและกล้วยบนพื้นที่ 300 ไร่ ในตำบลดอนยอ อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก มีผลผลิตมะม่วงสุกประมาณ 600 ตันต่อปี ปัญหาที่พบมะม่วงสุกราคาถูกจากการลงพื้นที่สำรวจความต้องการ พบว่ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนต้องการแปรรูปมะม่วงเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้า โดยการแปรรูปเป็นมะม่วงกวนและมะม่วงอบแห้ง โดยการกวนยังใช้หม้อในการกวน และตากแห้งด้วยธรรมชาติ ในการแปรรูปมะม่วงกวน ใช้พื้นที่มาก รวมถึงการใช้แรงงานคนจำนวนมากซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนจากความต้องการของชุมชนต้องการเครื่องอบลมร้อนที่สามารถอบมะม่วงกวนได้ 100 กิโลกรัมต่อวัน

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดแก้ปัญหาและพัฒนาชุมชนโดยใช้เทคโนโลยีเพิ่มปริมาณการผลิต ในขั้นตอนการตากแห้งมะม่วงจึงได้ศึกษาขั้นตอนการตากแห้งแบบดั้งเดิมด้วยแรงงานคน และศึกษาความต้องการของชุมชน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงออกแบบสร้างเครื่องอบลมร้อนเพื่อช่วยให้วิสาหกิจชุมชนสามารถเพิ่มปริมาณการแปรรูป และลดค่าใช้จ่ายด้านการจ้างแรงงานคน และศึกษาหาประสิทธิภาพเครื่องอบลมร้อน ผลิตรระดับวิสาหกิจชุมชน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างเครื่องอบลมร้อน ผลิตรระดับวิสาหกิจชุมชน

2.2 เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อน

3. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่มุ่งในการออกแบบสร้างเครื่องอบลมร้อน และหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อน มีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

3.1 ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตำรา วารสาร และอินเทอร์เน็ต

3.2 ออกแบบเครื่องอบลมร้อนที่มีขนาดมากกว่า 120 x 240 x 120 เซนติเมตร

3.2.1 โครงสร้างเลือกใช้วัสดุสแตนเลส เกรด SUS304

3.2.2 ชุดถาดตะแกรงสแตนเลสมีขนาดมากกว่า 53 x 101 x 2.5 เซนติเมตร

3.2.3 ชุดพัดลมหมุนเวียนความร้อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 / 3 แรงม้า ใบพัดขนาด 18 นิ้ว

3.2.4 ชุดท่อสำหรับระบายความร้อนขนาด 4 นิ้ว

3.2.5 ชุดแก๊สให้ความร้อนแบบ 2 หัวพัน

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 กฤษฎาภค ศุภระมูล , สัญลักษณ์ กิ่งทอง , จริญญา แกนจันทร์ , สถาปตย ชะนากลาง , และ มนูญญา คำวชิระพิทักษ์ (2021) โครงสร้างตู้อบทำด้วยอลูมิเนียมหนา 1.5 มิลลิเมตร ทาสีดำเพื่อดูดซับความร้อนได้ดีจากการศึกษา

การกระจายความร้อนของตู้ทั้งสองแบบพบว่าตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีการกระจายความร้อนที่ต่ำกว่าเครื่องอบแห้งแบบลมร้อน มีช่วงอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 31 - 78 องศาเซลเซียสในช่วงที่ทดลอง 09.00 - 16.00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 62.68 องศาเซลเซียส ข้อดีของการใช้การอบแห้งชนิดนี้คือสามารถป้องกันลมฝน เชื้อรา ฝุ่นละออง มูลนก จุลินทรีย์และอื่น ๆ การปนเปื้อนระหว่างการอบแห้งกลัวน้ำว่า และใช้พลังงานทดแทนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของพลาสติกแตกเดียวที่ตากด้วยตู้อบแห้ง (ณัฐพร นันทจิระพงศ์ , สุภา ศิรินาม , และรังสรรค์ โกญจนาทนิกร (2562)) การตากสามารถควบคุมปัจจัยทั้งสองชนิดนี้ได้โดยการเปิดพัดลมระบายอากาศในช่วงตั้งแต่เริ่มตาก และเปิดสลับปิดพัดลมในระหว่างการ ตากซึ่งใช้เวลาตากต่อครั้งประมาณ 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

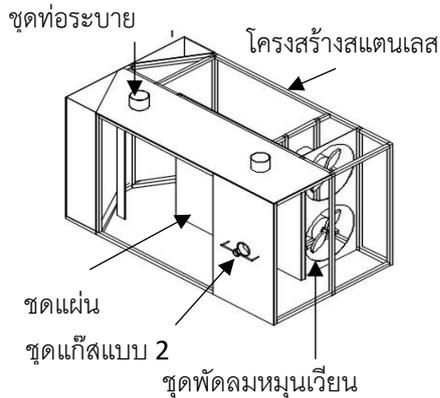
ผลของความเร็วมต่อประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อน (เอกกฤษ แก้วเจริญ และ เอกภูมิ บุญธรรม (2561)) การอบกลัวน้ำว่าแผ่นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 30 mm. ความชื้นเริ่มต้น 166.07 - 194.15% ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 10 ชั่วโมง อุณหภูมิหน้าห้องอบแห้ง 70°C ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งโดยเปรียบเทียบอัตราการดึงน้ำออกจำเพาะเฉลี่ย ที่ความเร็วมหน้าห้องอบแห้ง 0.25 0.35 และ 0.45 m / s โดยอากาศร้อนหลังผ่านห้องอบแห้งจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ทั้งหมด จากการศึกษา

พบว่า 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 รวมทั้งการอบแห้งมะม่วงน้ำดอกไม้โดยใช้การแผ่รังสีอินฟราเรดไกลร่วมกับอากาศร้อน ส่วนมากใช้หลักการถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุ เพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งเก็บรักษายาวนานมากขึ้น ด้วยเทคนิครังสีอินฟราเรดไกลร่วมกับอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 50 , 60 และ 70°C และใช้ความเร็วมอากาศร้อน 0.3 m / s การทดสอบคุณภาพด้านสีและความแข็งของมะม่วงน้ำดอกไม้สุกอบแห้ง พบว่า มะม่วงน้ำดอกไม้สุกอบแห้งมีค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่มีค่าสีแดงลดลง เมื่ออุณหภูมิอบแห้งสูงขึ้น (วีระศรีอริยะกุล , 2564)

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 การออกแบบเครื่องอบลมร้อน

5.1.1 โครงสร้างออกแบบให้มีขนาดมากกว่า 120 x 240 x 120 เซนติเมตร ใช้วัสดุสแตนเลส SUS304 ที่เหมาะสำหรับนำไปทำภาชนะหรือโครงสร้างด้านอาหาร ด้านบนติดตั้งชุดท่อสำหรับระบายความชื้นจำนวน 2 ท่อ ภายในมีแผ่นกั้นห้องตรงกลาง และติดตั้งแผ่นบังคับลมเพื่อให้ความร้อนหมุนเวียนได้ดี และจะทำให้ประหยัดแก๊สการหมุนเวียนอากาศจะเลือกใช้พัดลมที่มีขนาด ใบพัด 18 นิ้ว และมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด 1/3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว เลือกใช้ระบบแก๊สให้ความร้อนและควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้า โครงสร้างเครื่องอบลมร้อน แสดงดังภาพที่ 1



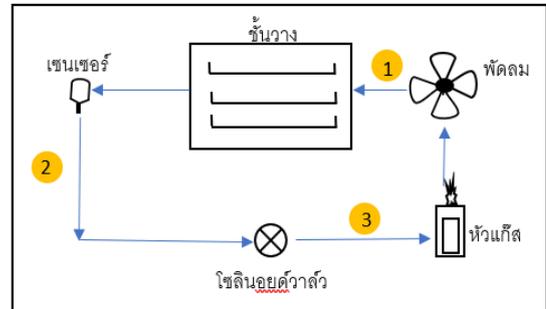
ภาพที่ 1 โครงสร้างเครื่องอบลมร้อน

5.1.2 การหมุนเวียนความร้อนของเครื่องอบลมร้อน ออกแบบโดยใช้พัดลมขนาดใบพัด 18 นิ้ว ใช้หลักการระบายความร้อนแบบไหลตามแนวแกน ซึ่งมีลักษณะแรงลมต่ำและ มีเสียงเบา (Czwielong , Floss , Kaltenbacher , & Becker , 2021) เหมาะสำหรั้นำไปใช้ใช้ประกอบเครื่องอบลมร้อน

5.1.3 ความร้อนเครื่องอบลมร้อนเลือกใช้ระบบแก๊ส (LPG) หรือแก๊สหุงต้มซึ่งหาซื้อได้ง่ายทั่วไปและเลือกใช้หัวแก๊สรูปแบบทรงกลมจำนวน 2 หัว ซึ่งออกแบบให้มีทั้งแบบขนาดเล็กใช้เป็นหัวจุดไฟและ แบบขนาดใหญ่ให้เป็นหัวไฟหลักสำหรับให้ความร้อน ระบบแก๊สจะควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้าตัดต่อแก๊สด้วยโซลินอยด์วาล์ว แสดงผลด้วยจอแบบดิจิตอลตั้งค่าใช้งานง่ายเหมาะสำหรัการนำไปใช้ในระดับชุมชน

5.1.4 การทำงานของเครื่องอบลมร้อน ความเร็วอากาศมีผลอย่างมากกับอัตราการแห้ง โดยตำแหน่งที่ 1 คือห้องอบแห้งด้วยแก๊ส (LPG) ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า และพัดลมขนาด 18 นิ้ว สำหรัหมุนเวียนความร้อน ตำแหน่งที่ 2 เป็นตำแหน่งที่ติดตั้งเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิเนื่องจากมีอุณหภูมิความร้อนที่มีค่าต่ำ จากการผ่านมะม่วงกวนสุก ทำให้มีความชื้นสัมพัทธ์สูงซึ้น ดังนั้นจึงต้องติดท่อระบายความชื้นขนาด 4 นิ้ว เป็นท่อระเหยทำให้ความชื้นลดลงและ มีอุณหภูมิความร้อนสูงซึ้น ตำแหน่งที่ 3 เป็นตำแหน่งที่ลมร้อนวนกลับเข้าห้อง

อบแห้ง โดยการควบคุมเปิด - ปิดแบบอัตโนมัติของโซลินอยด์วาล์ว เมื่ออุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งยังไม่ถึงค่าที่กำหนดโซลินอยด์วาล์วจะทำงาน ผังแสดงการทำงานของระบบอบแห้ง แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผังแสดงการทำงานของระบบอบแห้ง

การหาค่าความชื้นเริ่มต้นของวัสดุ โดยนำมะม่วงกวนสุกอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศา ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 4 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักหลังจากการอบ ซึ่งเป็นน้ำหนักแห้งจากนั้นคำนวณหาความชื้น (M_d) จากสมการที่ 1 (เอกกฤษ แก้วเจริญ และเอกภูมิ บุญธรรม , 2561)

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

เมื่อ M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%)

W คือ มวลของวัสดุ (kg)

d คือ มวลของวัสดุแห้ง (kg)

การอบแห้ง (DR) เป็นความสามารถในการระเหยน้ำออกจากวัสดุ โดยกำหนดให้การอบแห้งคือปริมาณน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุต่อเวลาการอบแห้ง ดังสมการที่ 2

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

5.2 วิธีการทดลอง

เตรียมมะม่วงกวนสุก โดยกำหนดความหนา 0.5 - 1.0 เซนติเมตร ใส่ถ้วยวางมะม่วงบนตะแกรง

สแตนเลส เป็นแถวและจัดวางตะแกรงสแตนเลส ตาม
ชั้นภายในเครื่องอบลมร้อน โดยชั้นรับถาด 1 ชั้น
สามารถใส่ถาดได้ 20 ถาด สามารถวางมะม่วงกวนสุก
ได้ปริมาณมากกว่า 100 กิโลกรัม เมื่อจัดวางมะม่วงเต็ม
ชั้น ให้ปิดประตูเครื่องอบลมร้อน และจุดแก๊ส การ
ทดลองเครื่องอบลมร้อน จะเริ่มตั้งค่าอุณหภูมิ 40 , 50 ,
60 , และ 70 องศา ตามลำดับ และการทดลองจะ
ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย จากนั้นจับเวลาด้วย
นาฬิกา ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของ
เครื่องอบลมร้อน ผลการทดลองจับเวลาการอบแห้งมะม่วง
จำนวน 100 กิโลกรัม โดยใช้อุณหภูมิ 40 , 50 , 60 ,
และ 70 องศา ด้วยเครื่องอบลมร้อน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองจับเวลาเฉลี่ยการอบแห้ง
มะม่วง 3 ครั้ง ๆ ละ 100 กิโลกรัมที่
อุณหภูมิ 40 , 50 , 60 , และ 70 องศา
ด้วยเครื่องอบลมร้อน

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

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองจับเวลาเฉลี่ยการ
อบแห้งมะม่วง 100 กิโลกรัม โดยใช้อุณหภูมิ 40 , 50 ,
60 , และ 70 องศา ด้วยเครื่องอบลมร้อน ซึ่งอุณหภูมิที่
เหมาะสม คือ 60 องศา ใช้ระยะเวลาในการอบ 4
ชั่วโมง และมะม่วงกวนตากแห้งที่ได้มีสีเหลืองใสแห่ง
เสมอกันตามที่วิสาหกิจชุมชนต้องการ และตามที่ต้องการ

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

ตารางที่ 2 ผลการทดลองความเร็วลมในการอบแห้งมะ
ม่วง 100 กิโลกรัม โดยใช้อุณหภูมิ 60 องศา

ลำดับ	จำนวน มะม่วงกวน (กิโลกรัม)	ความเร็วลม (m/s)	ระยะเวลา เฉลี่ย (ชั่วโมง)	ผลที่ได้
1	100	1.00	5	ใช้ระยะเวลา นาน
2	100	2.00	4	ใช้ได้
3	100	3.00	4	ไฟดับบางครั้ง
4	100	4.00	4	ไฟดับบ่อย
สรุปผล		2.00	4	ใช้ได้

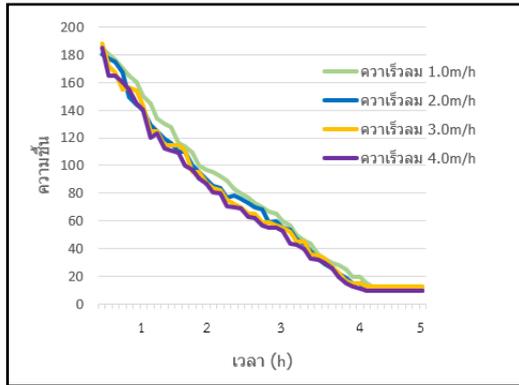
จากตารางที่ 2 ผลการทดลองความเร็วลมในการ
อบแห้งมะม่วง 100 กิโลกรัม ใช้อุณหภูมิ 60 องศา
ทดลองความเร็วลม 4 ระดับ คือ 1.00 m / s , 2.00 m
/ s , 3.00 m / s และ 4.00 m / s จะเห็นได้ว่า
ความเร็วลมที่เหมาะสมกับเครื่องอบลมร้อนคือ 2.00 m / s

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการออกแบบสร้างเครื่องอบลมร้อน ตาม
โจทย์กลุ่มวิสาหกิจชุมชนต้องการเครื่องอบสามารถอบ
มะม่วงกวนแห้งได้มากกว่า 100 กิโลกรัม และสามารถ
ทำงานได้ต่อเนื่อง ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติซึ่งตรง
กับความต้องการของชุมชน

6.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพโดยการอบมะม่วง
กวนจำนวน 100 กิโลกรัมต่อครั้ง อุณหภูมิที่ใช้ทดลอง
คือ 40 , 50 , 60 , และ 70 องศา และใช้นาฬิกา
จับเวลา จากผลการทดลองอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 60
องศา ใช้ระยะเวลาการอบ 4 ชั่วโมง

6.3 ผลการทดลองความเร็วลมในการอบแห้งมะม่วง
จากการทดลองความเร็วลม 4 ระดับ มีความขึ้นไปใน
ทิศทางเดียวกันแสดงดังภาพที่ 3 ในช่วงต้นนั้นจะมีความชื้น
ใกล้เคียงกัน และเมื่อเวลาผ่านไปจะเห็นว่าความชื้นของ
มะม่วงกวนลดลงได้อย่างรวดเร็ว จนไม่มีการเปลี่ยนแปลง
เกิดจากความชื้นระเหยไปจนหมด ในการทดลองจะเห็นได้
ว่าความเร็วลมที่เหมาะสมคือ 2.00 m / s เนื่องจาก
ความชื้นลดลงอย่างต่อเนื่องและไม่พบปัญหาไฟดับ



ภาพที่ 3 ความชื้นของมะม่วงกวน ภายในเครื่องอบลมร้อน

6.4 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ วิศวกรรม (สมศักดิ์ คำมา , 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 บาท ต่อปี ดังนั้นค่าเสื่อมราคาของเครื่องอบลมร้อนเท่ากับ $(200,000 - 50,000) / 5 = 30,000$ บาทต่อปี

6.4.2 ต้นทุนค่าไฟฟ้าเครื่องอบลมร้อนคำนวณได้จากต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว ซึ่งใช้ไฟฟ้า 0.50 kw - h โดยค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเท่ากับ 5.38 บาท ชั่วโมงการทำงานของเครื่องอบลมร้อนคือ 8 ชั่วโมงต่อวัน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเท่ากับ 21.52 บาทต่อวัน เมื่อนำมาคิดต้นทุนค่าไฟฟ้าต่อกิโลกรัม 0.0538 บาท / กิโลกรัม

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

6.4.4 ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเป็นการวิเคราะห์กระบวนการผลิตการทำงานของเครื่องอบลมร้อน โดยจากการสร้างเครื่องอบลมร้อนใช้ต้นทุนในการสร้าง

ประมาณ 200,000 บาท เครื่องอบลมร้อนจะมีอายุการใช้งาน 5 ปี ในกระบวนการผลิตจะใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน คิดเป็นค่าใช้จ่าย 350 บาทต่อวัน และมีต้นทุนการแปรผันได้แก่ต้นทุนการอบมะม่วงเท่ากับ 1.8575 บาท / กิโลกรัม ปริมาณการผลิตของเครื่องอบลมร้อนสามารถผลิตได้ 200 กิโลกรัมต่อครั้ง ๆ 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 ซึ่งมีลักษณะแรงลมต่ำและมีเสียงเบาซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัย กิตติเชษฐ์ สุวรรณวัฒน์ , พิชราภรณ์ ญาณภริต , และ ศันสนีย์ สุภาภา (2561) พบว่าใบพัดลมระบายความร้อนแบบไหลตามแนวแกนมีผลดีต่ออัตราการไหลที่เกิดขึ้นทำให้ลมหมุนเวียนภายในเครื่องอบลมร้อนดี และลมร้อนมีอุณหภูมิคงที่ และจะทำให้มีความประหยัดพลังงานความร้อนภายในเครื่องจักร เครื่องอบลมร้อนมีชั้นรับถาดจำนวน 2 ชุด โดย 1 ชั้นสามารถใส่ถาดสแตนเลสได้ 20 ถาด และปริมาณการผลิตของเครื่องอบลมร้อนสามารถอบมะม่วงได้ 200 กิโลกรัมต่อครั้ง ๆ ละ 4 ชั่วโมง

7.2 การศึกษาหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอบลมร้อน จากการทดลองอบมะม่วงอุณหภูมิที่ใช้ทดลองคือ 40 , 50 , 60 , และ 70 องศา และใช้นาฬิกาจับเวลาการทดลองจะทดลองซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยใช้มะม่วงกวนในการทดลองปริมาณ 300 กิโลกรัม จากการทดลอง พบว่าอุณหภูมิที่ใช้อบมะม่วงกวนคือ 60 องศา

วีระ ศรีอริยะกุล. (2564). การออกแบบแผงม่านน้ำดอกไม้
โดยใช้การแผ่รังสีอินฟราเรดไกลร่วมกับอากาศ
ร้อน. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ,
17 , (3) , หน้า 169 - 182.

สมศักดิ์ คำมา. (2561 , มกราคม - มิถุนายน). การ
ออกแบบและสร้างเครื่องสับย่อยเศษพืชผักใน
ครัวเรือน. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ,
11 , (1) , หน้า 82 - 95.

เอกกฤษ แก้วเจริญ และเอกภูมิ บุญธรรม. (2561 ,
พฤษภาคม - ตุลาคม). ผลของความเร็วมอเตอร์
ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความ
ร้อน. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ , 21 ,
(3 ฉบับพิเศษ) , หน้า 158 - 166.

Czwielong , F. , Floss , S. , Kaltenbacher , M. , &
Becker , S. (2021 , March). Influence
of a micro - perforated duct
absorber on sound emission and
performance of axial fans.
Journal Applied Acoustics , 174.