

ที่ อว ๐๖๕๒.๐๖/๙๖๙๔



คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๓๘๑ ถนนประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ๑๐๘๐๐

๓๑ กรกฎาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ตอบรับการเข้าร่วมนำเสนอบทความวิจัย

เรียน TH2016 หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย กำหนดการนำเสนอบทความวิจัย

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัยเรื่อง “ตูบแห่งพริกแบบพับเก็บได้” เพื่อนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ ๘ “นวัตกรรมและปัญญาประดิษฐ์ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงบริบททางสังคม” (The 8th National Conference on Science, Technology and Innovation: “Innovation and Artificial Intelligence to Support Changing Social Context”) ในวันศุกร์ที่ ๑๕ สิงหาคม ๒๕๖๘ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นั้น

บัดนี้ บทความวิจัยของท่านได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว และมีความยินดีที่จะแจ้งให้ท่านทราบว่า บทความวิจัยดังกล่าวได้รับการพิจารณาให้นำเสนอในการประชุมครั้งนี้ ทั้งนี้ ขอให้ท่านเตรียมนำเสนอบทความวิจัยตามกำหนดการ ดังเอกสารแนบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญภา สุวรรณบำรุง)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และบรรณาธิการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ครั้งที่ ๘

งานวิชาการ วิจัยและบริการวิชาการ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โทร. ๐ ๒๘๓๖ ๓๐๐๐ ต่อ ๔๑๕๖, ๔๑๕๗

ตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ Chili Foldable Cabinet Dryer

หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ^{1,*} นรุตว์ รัตนวัย¹ ชินวัตร แท่งแก้ว¹ และ จิรนนท์ ทุมจินดา¹

¹ หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

*E-mail: hathainuch.jan@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ เพื่อใช้งานในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ โดยใช้ระบบอบแห้งแบบไฮบริดร่วมกันระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานแสงอาทิตย์ ตู้อบแห้งมีโครงสร้างที่สามารถพับเก็บได้ ภายในประกอบด้วยระบบทำความร้อนด้วยฮีตเตอร์ขนาด 1,000 วัตต์ และระบบระบายอากาศด้วยโซลาร์เซลล์ จากนั้นทำการทดสอบสมรรถนะของตู้อบแห้งโดยทดลองใช้อบแห้งพริกจินดาเพื่อเปรียบเทียบกับ การตากแดด ในช่วงเวลาเดียวกัน 10.00–15.00 น. และระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งโดยเริ่มเวลา 10.00 น. บริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง อีกทั้งยังทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน จากผลการวิจัยพบว่าตู้อบแห้งที่สร้างขึ้นสามารถลดปริมาณการ จัดเก็บได้ถึง 2.53 เท่า ผลจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งพริกจินดาระหว่างตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้กับ การตากแดดในช่วงเวลาเดียวกัน พบว่า พริกที่อบด้วยตู้อบแบบพับเก็บได้มีมวลลดลงเฉลี่ย 35.62% ขณะที่การตากแดดลดลง เพียง 23.09% แสดงถึงประสิทธิภาพในการลดความชื้นที่สูงกว่า นอกจากนี้การศึกษาระยะเวลาในการอบพบว่าพริกสามารถ ลดความชื้นจาก 40.99% เหลือ 12.34% ภายในเวลา 11 ชั่วโมง ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน มกษ. 3001-2553 สำหรับผลการประเมิน ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อตู้อบแห้ง มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจ มาก จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้มีศักยภาพในการใช้งานจริงในระดับชุมชน ช่วยลดของเสีย จากพริกตกเกรด และส่งเสริมการแปรรูปผลิตภัณฑ์ในระดับชุมชนได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ตู้อบแห้ง อบแห้ง พริก

Abstract

This research aimed to design and construct a chili foldable cabinet dryer for use in community enterprises with limited space. The dryer utilizes a hybrid drying system combining electric power and solar energy. The structure of the dryer is foldable for convenient use and storage. Internally, it consists of a heating system using a 1,000 watt heater and a ventilation system powered by a solar cell. The drying cabinet performance was then tested by drying the Jinda chili peppers to compare them with the sunlight during the same period 10:00 a.m. - 3:00 p.m. and the drying time starts at 10:00 a.m. in open areas. It also assesses user satisfaction. The research results showed that the created drying cabinet can reduce

the storage volume by 2.53 times. The results of comparison of drying performance between the chili foldable cabinet dryer and sun-drying during the same time period, it was found that the mass of chilies dried with the chili foldable cabinet dryer was reduced by an average of 35.62%, while sun-dried chilies showed only a 23.09% reduction. This indicates higher moisture reduction efficiency. In addition, a study on drying time revealed that the moisture content of chilies decreased from 40.99% to 12.34% within 11 hours, which meets the standard of TAS 3001-2553. Regarding user satisfaction with the dryer, the overall satisfaction score was 4.41 with a standard deviation of 0.70, which is considered a high level of satisfaction. Based on the results, it can be concluded that the chili foldable cabinet dryer has practical potential for use at the community level. It helps reduce waste from downgraded chili and promotes sustainable product processing within the community.

Keywords: Cabinet Dryer, Drying, Chili

1. บทนำ

วิสาหกิจชุมชนถือเป็นหนึ่งในกลไกเชิงนโยบายที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจระดับฐานรากของประเทศไทย โดยเฉพาะในมิติของการสร้างรายได้ การเพิ่มโอกาสการจ้างงาน และการเสริมสร้างศักยภาพของชุมชนให้สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน แนวคิดของวิสาหกิจชุมชนสอดคล้องกับหลักการของเศรษฐกิจพอเพียง ที่เน้นการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรในพื้นที่และลดการพึ่งพาจากภายนอก จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีศักยภาพสูงด้านการเกษตรกรรม โดยเฉพาะพืชผักปลอดภัยจากสารเคมี ซึ่งได้รับการส่งเสริมอย่างต่อเนื่องจากภาครัฐและเอกชน โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทอง ตำบลปากช่อง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นตัวอย่างที่สะท้อนความสำเร็จของการรวมกลุ่มของเกษตรกรเพื่อผลิตและจำหน่ายพริกจินดาสดภายใต้แบรนด์ผักปลอดภัยบ้านศรีทอง โดยมีการส่งออกสินค้าสู่ตลาดห้างสรรพสินค้าชั้นนำทั่วประเทศ อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิต คือ มีผลผลิตพริกจินดาสดจำนวนหนึ่งที่ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพของลูกค้า เช่น รูปร่างไม่สมบูรณ์หรือมีขนาดไม่ตรงตามกำหนด ส่งผลให้พริกเหล่านั้นถูกจัดเป็นสินค้าตกเกรดและต้องกำจัดทิ้งด้วยวิธีการเททิ้งตามข้างทาง ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรและรายได้ของชุมชนเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว แนวทางหนึ่งที่มีศักยภาพในการลดของเสียและเพิ่มมูลค่าให้กับพริกตกเกรด คือ การแปรรูปเป็นพริกแห้งเนื่องจากพริกแห้งสามารถยืดอายุการเก็บรักษา เพิ่มทางเลือกในการจำหน่าย และขยายตลาดสู่ผลิตภัณฑ์แปรรูป

อย่างไรก็ตามกลุ่มวิสาหกิจชุมชนประสบข้อจำกัดด้านพื้นที่ ซึ่งไม่เพียงพอสำหรับการตากแห้งพริกด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม ทำให้การดำเนินการแปรรูปมีประสิทธิภาพต่ำและไม่สอดคล้องกับข้อจำกัดของพื้นที่และทรัพยากรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน การพัฒนาตู้อบแห้งแบบพื้เก็บได้จึงเป็นแนวทางที่ตอบโจทย์ข้อจำกัดดังกล่าว โดยมีข้อดีด้านการใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดพลังงาน และสะดวกในการจัดเก็บ ได้มีงานวิจัยเพื่อศึกษาการออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งหลากหลายรูปแบบ เช่น การออกแบบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดอากาศร้อนไหลลงแบบกะทัดรัดที่สามารถเพิ่มอุณหภูมิได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1] การศึกษาการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานแก๊สซึ่งช่วยลดเวลาการอบแห้ง [2] การพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยเจลเก็บความร้อน [3] การศึกษาผลของขนาดช่องระบายอากาศที่มีผลต่อความชื้นในพริกและอัตราการอบแห้ง [4] การใช้ฮีตเตอร์อินฟราเรดในการอบแห้งพริกจินดา [5] การพัฒนาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน [6] นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ควบคุมอุณหภูมิด้วยโทรศัพท์มือถือ [7] แม้ว่าจะงานวิจัยดังกล่าวจะมีการพัฒนาเครื่องอบแห้งในหลายรูปแบบ แต่ยังไม่มียานวิจัยใดที่มุ่งเน้นการออกแบบตู้อบแห้งแบบพื้เก็บได้สำหรับใช้ในพื้นที่จำกัด โดยเฉพาะในบริบทของวิสาหกิจชุมชนที่มีทรัพยากรจำกัด การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนา

ตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ที่เหมาะสมกับบริบทของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยกระบวนการดำเนินงานวิจัยจะประกอบด้วย การออกแบบและสร้างต้นแบบตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้สำหรับการอบแห้งพริก การทดสอบสมรรถนะตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้ และการประเมินความพึงพอใจของวิสาหกิจชุมชนที่มีต่อตู้อบแห้งที่พัฒนาขึ้นมา ซึ่งผลการวิจัยจะช่วยสนับสนุนการตลาดของเสีย เพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชน และต่อยอดไปสู่กระบวนการผลิตที่มีความยั่งยืนในอนาคต

2. วิธีการทดลอง/วิธีการวิจัย

2.1 การศึกษาทฤษฎีการอบแห้ง

การอบแห้ง คือ การทำให้แห้งเป็นวิธีหนึ่งของการถนอมอาหารซึ่งนิยมทำกันทั้งในระดับชาวบ้านและอุตสาหกรรมมาช้านานแล้ว การทำให้แห้งมีหลายวิธีเช่น การตากด้วยแสงอาทิตย์การอบแห้งด้วยลมร้อนและการอบแห้งแบบเย็นเยือกแข็งเป็นต้น วิธีตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์จะมีความสะดวกและเสียค่าใช้จ่ายน้อยโดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย การตากแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบดั้งเดิม เช่น การตากเนื้อปลา พืชผักและผลไม้ จะมีปัญหาเรื่องฝุ่นละอองมีเชื้อจุลินทรีย์ แมลงวันตอมเป็นพาหะนำเชื้อโรคและยังทำให้เกิดหนอนขึ้นได้ เมื่อฝนตกหรืออากาศเย็น การตากอาจมีปัญหาเรื่องเชื้อราเป็นเหตุให้เก็บไว้ได้ไม่นาน ทำให้ผู้บริโภคอาจเจ็บป่วยได้ มีการพัฒนาการอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งจากแหล่งพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นกระบวนการที่นำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อระเหยความชื้นออกจากวัตถุดิบ ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทหลักตามลักษณะการใช้งานและระบบที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อน ได้แก่ ระบบพาสซีฟ (Passive), ระบบแอคทีฟ (Active) และระบบไฮบริด (Hybrid) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ระบบพาสซีฟ (Passive Solar Dryer) เป็นการอบแห้งที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และการไหลของลมธรรมชาติโดยไม่ใช้พลังงานเสริมจากภายนอก โดยทั่วไปจะวางวัตถุดิบไว้ในพื้นที่เปิดหรือภายในโครงสร้างโปร่งเพื่อให้แสงแดดและกระแสลมระเหยความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ ข้อดีของระบบนี้คือ มีต้นทุนต่ำและใช้งานง่าย แต่มีข้อจำกัดด้านการควบคุมสภาวะการอบแห้ง และขึ้นอยู่กับสภาพอากาศเป็นหลัก

2) ระบบแอคทีฟ (Active Solar Dryer) เป็นระบบที่มีการเสริมการไหลเวียนของอากาศโดยใช้อุปกรณ์ เช่น พัดลมหรือโบลเวอร์ โดยอากาศจะถูกพัดผ่านแผงรับแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิก่อนเข้าสู่ห้องอบแห้ง ซึ่งช่วยให้กระบวนการอบแห้งมีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น ระบบนี้สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ดีกว่าระบบพาสซีฟ แต่อาจมีต้นทุนสูงขึ้นจากการใช้พลังงานเสริม

3) ระบบไฮบริด (Hybrid Solar Dryer) เป็นการผสมผสานระหว่างการใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานรูปแบบอื่น เช่น ไฟฟ้าหรือแก๊ส เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความต่อเนื่องในการอบแห้ง โดยเฉพาะในกรณีที่แสงแดดไม่เพียงพอ ระบบนี้ช่วยให้สามารถควบคุมสภาวะการอบแห้งได้แม่นยำ และเหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการคุณภาพและความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ แม้จะมีต้นทุนเริ่มต้นสูงกว่าระบบอื่นแต่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่า

การหาปริมาณความชื้นในวัสดุ กระบวนการอบแห้งวัสดุขึ้นใดๆ ที่ผ่านการอบแห้ง จะต้องหาความชื้นที่เหลืออยู่ในวัสดุ ซึ่งเป็นการวัดปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ในวัสดุ ซึ่งจะบอกค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของความชื้น โดยงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการคำนวณความชื้นแบบมาตรฐานแห้ง เนื่องจากวัสดุขึ้นจะมีการเปลี่ยนค่าตลอดเวลา ดังนั้นการใช้มวลของวัสดุแห้งเป็นมาตรฐานในการคำนวณความชื้นจึงมีความเหมาะสมมากกว่า การคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง[4] ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$M_d = \frac{(w - d)}{d} \times 100 \quad (1)$$

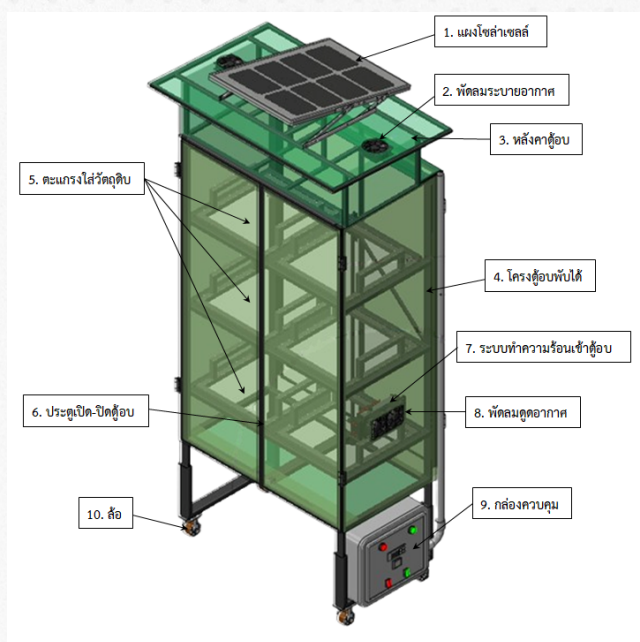
เมื่อ M_d คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานแห้ง (%)
 w คือ มวลของวัสดุขึ้น (kg)
 d คือ มวลของวัสดุแห้ง (kg)

2.2 การออกแบบและสร้างตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้โดยอาศัยหลักการใช้พลังงานแบบระบบไฮบริด ซึ่งจะใช้พลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์ และในการออกแบบจะทำให้โครงสร้างของตู้อบแห้งสามารถพับเก็บได้ เพื่อให้สามารถใช้พื้นที่น้อยในการอบแห้งและประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บตู้อบแห้ง ซึ่งโครงสร้างของตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ทำจากเหล็ก มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ $39.7 \times 71.5 \times 174.5$ เซนติเมตร โดยวัสดุที่ใช้ในการทำกรอบตู้อบแห้ง คือ แผ่นโพลีคาร์บอเนต ซึ่งภายในตู้อบแห้งจะมีตะแกรงสำหรับใส่วัตถุดิบที่จะอบแห้งผลิตจากสแตนเลสเกรด 304 จำนวน 3 ชั้น 6 ตะแกรง สามารถบรรจุพริกได้สูงสุด 2 กิโลกรัม โดยมีระยะห่างระหว่างชั้นตะแกรงแต่ละชั้นเท่ากับ 15 เซนติเมตร สำหรับระบบการทำความร้อนเข้าตู้อบจะทำงานด้วยระบบไฟฟ้าจากฮีตเตอร์ขนาด 1,000 วัตต์ สามารถตั้งอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 – 100 องศาเซลเซียส มีพัดลมดูดอากาศเข้าและพัดลมระบายอากาศออกจากตู้อบแห้งที่ทำงานด้วยระบบพลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์ที่มีขนาดความจุ 30 วัตต์ โดยมีกล่องควบคุมการทำงานของตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้ที่สามารถทำการปรับระดับอุณหภูมิและความเร็วลมของพัดลมได้ เมื่อทำการพับเก็บตู้อบแห้งจะทำให้มีขนาดลดลง ซึ่งสามารถแบ่งโครงสร้างออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนโครงตู้อบ มีขนาด $39.7 \times 23.5 \times 140.3$ เซนติเมตร และ 2) ส่วนโครงหลักคาตู้อบ มีขนาด $39.7 \times 71.5 \times 22.9$ เซนติเมตร เมื่อผู้วิจัยทำการออกแบบงานเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงสร้างตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ตามแบบงาน ดังแสดงในภาพที่ 1 – 2



ภาพที่ 1 ตู้อบพริกแห้งพริกแบบพับเก็บได้ขณะทำการพับเก็บ



(ก) แบบงานตูบแห้งแบบพับเก็บได้

(ข) ตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้ที่สร้างขึ้นมา

ภาพที่ 2 ตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้ (ก) แบบงานตูบแห้งแบบพับเก็บได้ และ (ข) ตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้ที่สร้างขึ้นมา

2.3 การทดสอบสมรรถนะตูบแห้งพริกแบบพับเก็บได้

การทดสอบสมรรถนะตูบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ ได้แก่ 1) การเปรียบเทียบการอบแห้งพริกด้วยตูบแห้งพริกแบบพับเก็บได้กับการตากแดด และ 2) การศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบพริกด้วยตูบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ โดยการทดสอบสมรรถนะของตูบแห้งพริกแบบพับเก็บได้มีรายละเอียดของการทดสอบแต่ละหัวข้อดังนี้

2.3.1 การเปรียบเทียบการอบแห้งพริกด้วยตูบแห้งพริกแบบพับเก็บได้กับการตากแดด

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งพริกจินดาด้วยตูบแห้งพริกแบบพับเก็บได้กับการตากแดด โดยใช้พริกจินดาสดที่เด็ดขั้วก้านออกปริมาณ 2 กิโลกรัม/ วิธีการ ทดสอบในช่วงเวลาเดียวกัน 10.00–15.00 น. บริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง ดังแสดงในภาพที่ 3 ในกรณีการอบแห้งด้วยตูบแห้งพริกแบบพับเก็บได้จะตั้งอุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วลมเข้า 1 m/s และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 60% RH ภายในตูบไม่เกิน 60% RH โดยใช้เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ EXTECH รุ่น RH390 ส่วนการตากแดดจะใช้วิธีวางพริกบนตะแกรงโปร่งกลางแจ้ง ทำการเก็บข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง ได้แก่ อุณหภูมิภายใน-ภายนอกตูบ โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ EXTECH รุ่น SDL200, มวลพริกก่อน-หลัง และมวลที่ลดลง โดยใช้เครื่องชั่งมวลดิจิทัล ยี่ห้อ WANT รุ่น WT30002CF ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำผลลัพธ์มาเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้ง 2 วิธี



ภาพที่ 3 แสดงการทดสอบการอบแห้งพริกด้วยตูบแห้งพริกแบบพับเก็บได้กับการตากแดด ณ ช่วงเวลาเดียวกัน

2.3.2 การศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบพริกด้วยตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้

ผู้วิจัยทำการทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการอบพริกจินดาให้มีความชื้นไม่เกิน 13.5% ตามมาตรฐาน มกษ. 3001-2553 [8] โดยใช้พริกจินดาสดที่เด็ดขั้วแล้วปริมาณ 2 กิโลกรัมต่อการทดลอง บรรจุในตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้ ตั้งอุณหภูมิภายในตู้อบที่ 70°C ความเร็วลมเข้า 1 m/s ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้อบไม่เกิน 60% RH เริ่มทำการทดสอบ เวลา 10.00น. ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งจะทำให้การเก็บข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง ได้แก่ เวลาอบ อุณหภูมิภายใน-ภายนอกตู้อบ, มวลพริก และเปอร์เซ็นต์ความชื้น โดยใช้เครื่อง Moisture Analyzer ยี่ห้อ JEDTO รุ่น MB65 ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และนำค่ามาเฉลี่ยเพื่อวิเคราะห์ผล



ภาพที่ 4 การทดสอบเพื่อการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบพริกด้วยตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้

2.4 การประเมินความพึงพอใจตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ด้วยการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านออกแบบและสร้างตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้ 2) ด้านประสิทธิภาพการใช้งานและการใช้พื้นที่จัดเก็บ และ 3) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน โดยใช้แบบประเมินเป็นคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) ที่สำหรับวิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้แบบเฉพาะเจาะจง คือ สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทอง ตำบลปากช่อง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 30 ราย การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยทำการอธิบายรายละเอียดของตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้และวิธีการใช้อย่างละเอียด ก่อนที่จะให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานจริง จากนั้นจึงนำแบบประเมินความพึงพอใจให้แก่กลุ่มตัวอย่างในการให้ข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลผลการประเมินความพึงพอใจเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

3.1 ผลการเปรียบเทียบการอบแห้งพริกด้วยตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้กับการตากแดด

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งพริกจินดาระหว่างตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้กับการตากแดด โดยทดสอบในช่วงเวลาเดียวกันระหว่างเวลา 10.00-15.00 น. บริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง และเก็บข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง โดยข้อมูลที่นำเสนอเป็นข้อมูลจากการศึกษาในวันที่ 28 - 30 เมษายน 2567 ซึ่งค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบที่ได้เป็นดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งพริกจินดาด้วยตู้อบแห้งกับการตากแดด

เวลา	พริกนอก ตู้อบ (g)	พริกใน ตู้อบ (g)	อุณหภูมิ ภายนอก ตู้อบ (°C)	อุณหภูมิภายในตู้อบแต่ละ ตำแหน่ง (°C)			อุณหภูมิ ภายในตู้อบ (°C)	มวลพริก นอกตู้อบ หายไป (%)	มวลพริกใน ตู้อบหายไป (%)
				ตำแหน่ง (°C)					
				ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3			
10.00 น.	2,000.00	2,000.00	35.1	68.0	69.4	70.4	69.3	-	-
11.00 น.	1,995.70	1,993.60	38.3	68.6	69.0	70.6	69.4	0.21%	0.32%
12.00 น.	1,838.70	1,817.83	40.4	68.5	69.6	71.1	69.7	8.07%	9.11%
13.00 น.	1,757.30	1,700.53	43.9	69.2	70.0	70.9	70.0	12.14%	14.97%
14.00 น.	1,634.07	1,436.30	44.4	69.3	70.4	71.0	70.2	18.30%	28.19%
15.00 น.	1,538.30	1,287.60	44.6	69.5	70.7	71.0	70.4	23.09%	35.62%



(ก) พริกที่ผ่านตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้



(ข) พริกที่ผ่านการตากแดด

ภาพที่ 5 ลักษณะของพริกจินดาที่ผ่านการทำให้แห้งด้วย (ก) ตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้ และ (ข) การตากแดด

จากตารางที่ 1 จากผลการเปรียบเทียบการอบแห้งพริกจินดาด้วยตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้และการตากแดด ในช่วงเวลาเดียวกัน พบว่าพริกที่อบด้วยตู้อบแบบพับเก็บได้มีมวลลดลงมากกว่าการตากแดดในทุกช่วงเวลา โดยหลังจากผ่านไป 6 ชั่วโมง พริกที่อบด้วยตู้อบมีมวลลดลงคิดเป็น 35.62% ขณะที่การตากแดดลดลงเพียง 23.09% ลักษณะของพริกจินดาที่ผ่านการทำให้แห้งด้วยตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้และการตากแดด เป็นดังภาพที่ 5 สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนและการลดความชื้นที่เหนือกว่าของตู้อบแบบพับเก็บได้ โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในได้คงที่เฉลี่ยประมาณ 70 °C ตลอดการทดลอง ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพอากาศ ส่งผลให้กระบวนการระเหยน้ำในพริกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง แสดงว่าการใช้งานตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้สามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำให้พริกแห้งได้

3.2 ผลการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบพริกด้วยตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบพริกจินดาด้วยตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ โดยเริ่มทำการทดสอบ ณ เวลา 10.00 น.บริเวณพื้นที่โล่งแจ้ง และเก็บข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง จนกระทั่งพริกที่ผ่านการอบแห้งมีความชื้นไม่เกิน 13.5% โดยข้อมูลที่นำเสนอเป็นข้อมูลจากการศึกษาในวันที่ 1 – 3 พฤษภาคม 2567 ซึ่งค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบที่ได้เป็นดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของผลการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบพริกจินดาด้วยตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้

เวลา	อุณหภูมิ ภายนอก (°C)	อุณหภูมิภายในตู้อบแต่ละตำแหน่ง (°C)				มวลพริกหลังอบ (g)	ความชื้น (%)
		ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	เฉลี่ย		
11.00 น.	35.03	68.0	68.7	70.4	69.03	1,096.75	40.99
12.00 น.	38.33	67.6	69.0	70.6	69.04	993.25	41.13
13.00 น.	40.43	67.8	69.6	71.1	69.49	952.35	36.22
14.00 น.	43.87	68.6	70.0	71.2	69.93	867.60	33.97
15.00 น.	43.77	69.5	70.4	71.6	70.50	791.40	30.95
16.00 น.	42.47	69.3	70.7	71.8	70.59	753.63	28.26
17.00 น.	41.90	69.2	70.4	71.5	70.34	709.40	26.44
18.00 น.	38.83	68.8	70.0	70.9	69.91	639.33	20.92
19.00 น.	38.00	68.9	69.7	70.7	69.79	570.70	16.82
20.00 น.	36.80	68.3	69.3	70.3	69.32	525.33	14.36
21.00 น.	36.97	68.4	69.7	70.2	69.44	478.30	12.34



ภาพที่ 6 ลักษณะของพริกที่อบด้วยตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้เป็นเวลา 11 ชั่วโมง

จากตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยผลการศึกษาระยะเวลาในการอบพริกด้วยตู้อบแบบพับเก็บได้แสดงให้เห็นว่าพริกจินดาที่ผ่านการอบตั้งแต่เวลา 10.00 น. – 21.00 น. มีปริมาณความชื้นลดลงอย่างต่อเนื่อง จาก 40.99% ในชั่วโมงแรก เหลือเพียง 12.34% ภายในเวลา 11 ชั่วโมง ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานความชื้นไม่เกิน 13.5% ตาม มกษ. 3001-2553 ลักษณะของพริกที่ผ่านการอบเป็นดังภาพที่ 6

ระหว่างกระบวนการอบด้วยตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้อุณหภูมิภายในตู้อบมีความเสถียรเฉลี่ยประมาณ 70°C ขณะที่อุณหภูมิภายนอกผันผวนตามสภาพอากาศ ส่วนการควบคุมพารามิเตอร์ เช่น ความเร็วลมเข้า 1 m/s และการระบายอากาศออกเพื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้อบไม่เกิน 60% RH เป็นการช่วยให้การลดความชื้นเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยไม่ทำลาย

คุณภาพของพริก จึงสามารถสรุปได้ว่า ตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้สามารถลดความชื้นในพริกให้เหลือในระดับที่เหมาะสมต่อการแปรรูปภายในเวลาที่จำกัด และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่จริง

3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้

จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ โดยให้สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผักปลอดภัยบ้านศรีทอง ตำบลปากช่อง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 30 ราย เป็นผู้ทำการประเมิน ซึ่งมีการประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านออกแบบและสร้างตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้ 2) ด้านประสิทธิภาพการใช้งานและการใช้พื้นที่จัดเก็บ และ 3) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจเป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้

หัวข้อในการสอบถาม	ผลการประเมินความพึงพอใจ		ระดับความ พึงพอใจ
	$\bar{x}$	S.D.	
ด้านการออกแบบและสร้าง			
1. ความเหมาะสมของการออกแบบตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้	4.42	0.75	มาก
2. ความเหมาะสมของระบบการให้ความร้อน	3.89	0.65	ปานกลาง
3. ความเหมาะสมของการออกแบบระบบการควบคุมการทำงาน	3.92	0.71	ปานกลาง
4 .ความเหมาะสมของการออกแบบภาชนะที่ใช้วางวัตถุดิบ	4.01	0.81	มาก
5. ความเหมาะสมของการออกแบบโครงสร้างตู้อบแห้ง	4.65	0.74	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมของการออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย	4.52	0.68	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านการออกแบบและสร้าง	4.24	0.72	มาก
ด้านประสิทธิภาพการใช้งานและการใช้พื้นที่จัดเก็บ			
1. คุณภาพของวัตถุดิบหลังการอบ	4.67	0.66	มากที่สุด
2. เวลาที่ใช้ในการอบที่เหมาะสม	4.23	0.71	มาก
3. การทำงานของระบบการให้ความร้อน	4.25	0.54	มาก
4. ความสม่ำเสมอของอุณหภูมิ	4.57	0.63	มากที่สุด
5. การใช้พื้นที่ทั้งในขณะใช้งานและการจัดเก็บ	4.68	0.73	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านประสิทธิภาพ	4.48	0.65	มาก
ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน			
1. ลักษณะโดยรวมของตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้	4.33	0.72	มาก
2. การเคลื่อนย้ายตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้	4.68	0.81	มากที่สุด
3. ความสะดวกในการซ่อมบำรุง	4.57	0.77	มากที่สุด
4. ความสะดวกในการทำความสะอาดตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้	4.55	0.73	มากที่สุด
5. ความปลอดภัยในการใช้งานตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้	4.71	0.67	มากที่สุด
6. .ความสะดวกสบายในการปฏิบัติงานกับตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้	4.62	0.83	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.58	0.76	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน	4.43	0.71	มาก

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบและสร้าง ด้านประสิทธิภาพการใช้งานและการใช้พื้นที่จัดเก็บ และด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยผลการประเมินเท่ากับ 4.24 (S.D. = 0.72), 4.48 (S.D. = 0.65) และ 4.58 (S.D. = 0.76) ตามลำดับ และผลการประเมินความพึงพอใจเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน มีค่าเท่ากับ 4.43 (S.D. = 0.71) ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก แสดงว่าตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานจริงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้

4. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและสร้าง ทดสอบสมรรถนะ และประเมินความพึงพอใจของตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ เพื่อใช้ในการอบแห้งพริกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ จากผลการออกแบบและสร้างตู้อบแห้งแบบพับเก็บได้สามารถลดขนาดของตู้อบแห้งลงได้จากเดิม 495,327 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 195,896 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งลดปริมาตรการจัดเก็บได้ถึง 2.53 เท่า จากผลการเปรียบเทียบพบว่า ตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้สามารถลดมวลพริกได้มากกว่าการตากแดดโดยลดลงถึง 35.62% ภายใน 6 ชั่วโมง ขณะที่การตากแดดลดลงเพียง 23.09% นอกจากนี้ พริกที่อบด้วยตู้อบสามารถลดความชื้นเหลือ 12.34% ภายใน 11 ชั่วโมง ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน มกษ. 3001-2553 อีกทั้งผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้งานจำนวน 30 ราย มีค่าเฉลี่ยรวม 4.41 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก แสดงให้เห็นว่าตู้อบต้นแบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้งานจริงของวิสาหกิจชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตู้อบแห้งพริกแบบพับเก็บได้ที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการลดของเสีย เพิ่มมูลค่าผลผลิต และส่งเสริมการแปรรูปในระดับชุมชนได้อย่างยั่งยืน ทั้งนี้ ควรมีการต่อยอดการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติและทดลองกับวัตถุดิบหลากหลายประเภทในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้คณะวิจัยขอขอบคุณทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วรณัฐ แฉ่งสว่าง. ตู้อบแห้งแสงอาทิตย์ชนิดอากาศร้อนไหลลงแบบกะทัดรัด. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา. 24(2013) 37-41.
- [2] สำรวย ภูบาล และ วลัยรัตน์ จันทรวงศ์. การอบแห้งปลาหมึกกะตอยโดยใช้แสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนร่วม. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 11(2015) 78-87.
- [3] บุญธง วสุรีย์, จุฑาศินี พรพุทศรี และ ธาณิล ม่วงพูล. ระบบควบคุมตู้อบแห้งด้วยเจลกักเก็บความร้อนแบบอัตโนมัติ. วารสารโครงการวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. 4(2018) 66 – 73.
- [4] สุทธิ นิเช็ง, ภาณุ มาศ สุยบางคำ, กฤษณพงศ์ สังขวสี และสุพัตรา เพ็งเกลี้ยง. การศึกษาผลของขนาดช่องระบายความชื้นสำหรับการอบแห้งพริกด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานผสมผสาน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 11(2018) 158-168.
- [5] อภิชาติ ศรีไชยรัตน์, อภิชาติ ศรีไชยรัตน์, บัญญัติ นิยมवास, ไทยกุล และเสรี ทองชุม. การศึกษาสมรรถนะของตู้อบพริกโดยใช้ฮีตเตอร์อินฟราเรด. รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 34, ประจวบคีรีขันธ์, 2563. 747 – 755.
- [6] อีรพงศ์ บริรักษ์, พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ, ณรงค์ ภูอยู่ และ วรลักษณ์ เสถียรรังสฤษฎ์. ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 15(2021) 180-195.

- [7] ณัฐวุฒิ หงส์จันทร์, สุชาติ ดุมนิล, วีรวัฒน์ เถรี, ศิवा เลิศกระโทก, ศิวารัฐ กลัดเนียม และสุราษฎร์ เจริญยิ่ง. ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. 6(2021) 47–59.
- [8] สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 3001-2553 พรักแห้ง. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 127 ตอนพิเศษ 150 ง (วันที่ 28 ธันวาคม 2553).